

# Ökobilanz der Rindfleischproduktion aus extensiver Ganzjahresbeweidung (nach ISO-Standard)

Saskia Lange | Silke Hothum | Rainer Luick | Edgar Reisinger | Eva Schmincke



Bewertung technischer Aufwendungen am Beispiel der  
Rinderhaltung in der Agrar GmbH Crawinkel/ Thüringen

|   |   |
|---|---|
| Projektträger:  | Institut für Angewandte Forschung (IAF)/<br>Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR)<br><br>Schadenweilerhof<br>72108 Rottenburg   |
| Projektverantwortung:   | Prof. Dr. Rainer Luick<br>☎ 07472/951 238<br>✉ <a href="mailto:luick@hs-rottenburg.de">luick@hs-rottenburg.de</a>   |
| Projektbearbeitung (HFR):   | Dipl.-Ing. (FH) Saskia Lange<br>☎ 07472/951 238<br>✉ <a href="mailto:lange@hs-rottenburg.de">lange@hs-rottenburg.de</a>   |
| Mitwirkung:   | Dr. Eva Schmincke/<br>FIVE WINDS International AG/ Büro Tübingen<br><br>Gartenstraße 26<br>72074 Tübingen<br><br>Silke Hothum/ PE International<br><br>Hauptstraße 111-113<br>70771 Leinfelden - Echterdingen               |
|  | Das Vorhaben wurde finanziell gefördert durch die<br>Thüringische Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)<br>und durch das Institut für Angewandte Forschung (IAF)<br>an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg |

Titelbild: Matthias Scharf (Quelle: BUNZEL et al. 2008)

## Kurzfassung

Der Inhalt dieser Studie ist eine Ökobilanz für die Rindfleischproduktion aus extensiver Ganzjahresbeweidung. Sie wurde gemäß der internationalen Normen DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044 angefertigt. Ziel war es in erster Linie, die relevanten Umweltauswirkungen aus den technischen Aufwendungen im Rahmen der Rindfleischproduktion am Beispiel von Betriebsdaten der Agrar GmbH Crawinkel/ Thüringen zu erfassen, zu quantifizieren und zu bewerten.

Über diese Ökobilanz hinaus werden die direkten Emissionen aus der Rinderhaltung und Probleme bei der Datenerfassung in der extensiven Ganzjahresbeweidung, aber auch die positiven Effekte auf Arten- und Biotopvielfalt diskutiert.

Die Erkenntnisse aus der Studie sollen auch Argumente in der Rechtfertigungsdiskussion zu ökologischen und ökonomischen Aspekten von großflächigen extensiven Weidesystemen bereitstellen.

Als Referenzflussgröße wurde ein Kilogramm Rind für die Fleischgewinnung gewählt. Das Produktsystem beinhaltet alle relevanten technischen Aufwendungen für diese Rindfleischproduktion („von der Wiege bis zum Hofter“) und wurde in die Hauptprozesse „Weidezaunfunktion herstellen“, „Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten“, „Futtermittel bereitstellen“, „Rinderbetreuung“, „Hilfsprozesse“, „Trinkwasserverbrauch“ und die „Feststoffentsorgung“ eingeteilt.

Die Wirkungsabschätzung wurde bezüglich der Wirkkategorien Treibhauseffekt (GWP), Eutrophierung (EP), Versauerung (AP), Bildung des bodennahen Ozons (POCP) und Ozonabbau (ODP) abgebildet. Zusätzlich wurde der Verbrauch an regenerativer und nicht regenerativer Energie erhoben.

Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass die Produktion von 1 kg Rindfleisch aus dieser Haltung einen Gesamtbeitrag von 0,52 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zum GWP, von 0,006 kg PO<sub>4</sub>-Äquivalenten zum EP, von 0,009 kg SO<sub>2</sub>-Äquivalenten zum AP, von 0,0002 kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-Äquivalenten zum POCP und von 6,68·10<sup>-8</sup> kg R11-Äquivalenten zum ODP leistet und 227,38 MJ an regenerativer bzw. 24,86 MJ an nicht regenerativer Energie benötigt. Einen nennenswerten Anteil haben daran die Prozesse „Rinderbetreuung“ (Dieselherstellung), die „Futtermittelbereitstellung“ (Diesel-, Stroh- und Folienproduktion) und die „Hilfsprozesse“ (Stromerzeugung), wohingegen die übrigen Prozesse vernachlässigbar sind.

Die Umweltauswirkungen der technischen Aufwendungen in dieser großflächigen, extensiven Ganzjahresbeweidung nehmen gemessen an den heute bekannten Emissionswerten aus der Verdauung des Rindes einen relativ geringen Stellenwert ein.

## Abstract

The objective of this study was the delineation of a Life Cycle Assessment for beef production from extensive all-year grazing whose main purpose is environmental protection and landscape conservation. The study was conducted in compliance with international standards DIN EN ISO 14040 and DIN EN ISO 14044. The main goal was to extract, quantify and evaluate the relevant environmental impacts from the technical expenditures related to beef production with the example of the Agrar GmbH Crawinkel. In addition to this Life Cycle Assessment the study discusses the direct emissions from cattle breeding and the problems with data collection in extensive all-year grazing, but also its positive effects on biodiversity. The intention of the study also is to deliver arguments in the debate of ecological and economic benefits deriving from large-scale extensive grazing systems.

As reference flow, one kilogram of beef for meat production was defined. The product system includes all relevant technical expenditures for this beef production (“cradle to gate”), and has been divided into the main processes “establishing fence functionality”, “maintaining water supply on the pasture”, “supplying animal feed”, “cattle care and support”, “auxiliary processes”, “potable water consumption” and “solid waste disposal”.

The life cycle impact assessment has been evaluated with respect to the impact categories Global Warming Potential (GWP), Eutrophication Potential (EP), Acidification Potential (AP), Photochemical Ozone Creation Potential (POCP) and Ozone Depletion Potential (ODP). Additionally, the consumption of renewable as well as non-renewable energy has been determined. The actual results show that the production of 1 kg beef from this kind of cattle farming contributes a total of 0,52 kg CO<sub>2</sub>-equivalents to the GWP, 0,006 kg PO<sub>4</sub>-equivalents to the EP, 0,009 kg SO<sub>2</sub>-equivalents to the AP, 0,0002 kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-equivalents to the POCP and 6,68·10<sup>-8</sup> kg R11-equivalents to the ODP. Furthermore, it consumes 227,38 MJ renewable as well as 24,86 MJ non-renewable energy. Significant contributions to these quantities come from the processes “cattle care and support” (production of fuel), “supply of animal feed” (production of fuel, straw and foil) and “auxiliary processes” (generation of electricity), whereas the other processes are negligible in this regard.

The environmental impacts of the technical expenditures for this kind of large-scale extensive grazing systems have a relatively low significance compared to the emissions from the digestion of the cattle as they are known today.

## Inhaltsverzeichnis

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Kurzfassung</b> .....   | <b>III</b>  |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>IV</b>   |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b> .....  | <b>V</b>    |
| <b>Vorwort</b> .....   | <b>VIII</b> |
| <b>1 Einleitung</b> .....  | <b>1</b>    |
| <b>2 Klimawirkungen der Themenfelder Ernährung, Landwirtschaft und Rindfleischproduktion</b> ..... | <b>3</b>    |
| 2.1 Allgemeine Einordnung innerhalb der Wirtschaftssektoren .....                                  | 3           |
| 2.2 Einfluss der direkten Emissionen der Tierhaltung .....   | 7           |
| 2.3 Gesamtemissionen durch Rinderhaltung .....   | 8           |
| 2.4 Probleme bei der Ermittlung der direkten Emissionen in der Rinderhaltung ....                  | 11          |
| <b>3 Aspekte der extensiven Ganzjahresbeweidung</b> .....  | <b>15</b>   |
| 3.1 Allgemeines .....  | 15          |
| 3.2 Modelle extensiver Weidesysteme .....  | 16          |
| 3.3 Rahmenbedingungen für extensive Weidesysteme .....   | 18          |
| 3.4 Das Management ganzjähriger Beweidungssysteme .....  | 19          |
| <b>4 Allgemeine Methodik der Ökobilanzierung</b> .....   | <b>22</b>   |
| <b>5 Ziel und Untersuchungsrahmen</b> .....  | <b>29</b>   |
| 5.1 Zielsetzungen der Studie .....   | 29          |
| 5.2 Untersuchungsrahmen .....  | 30          |
| 5.2.1 Produktsystem/ Beschreibung des produzierenden Betriebes .....                               | 30          |
| 5.2.2 Funktionelle Einheit/ Referenzflussgröße und Berechnungsweg.....                             | 34          |
| 5.2.3 Allokation .....   | 35          |
| 5.2.4 Annahmen.....  | 36          |
| 5.2.5 Systemgrenzen.....   | 37          |
| 5.2.6 Abschneidekriterien.....   | 38          |
| 5.2.7 Methodik und Wirkkategorien .....  | 38          |
| 5.2.8 Betrachtungsraum/-zeitraum .....   | 39          |
| 5.2.9 Datenqualität.....   | 39          |
| <b>6 Sachbilanz</b> .....  | <b>40</b>   |
| 6.1 Systembeschreibung .....   | 40          |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 6.1.1    | Gesamtes Produktsystem.....  | 40        |
| 6.2      | Hauptprozesse.....   | 42        |
| 6.2.1    | Weidezaunfunktion herstellen.....  | 42        |
| 6.2.2    | Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten.....   | 44        |
| 6.2.3    | Futtermittel auf der Weide bereitstellen.....  | 47        |
| 6.2.4    | Rinderbetreuung.....   | 52        |
| 6.2.5    | Hilfsprozesse.....   | 55        |
| 6.2.6    | Feststoffentsorgung.....   | 57        |
| 6.2.7    | Trinkbares Wasser aus Grundwasser.....   | 58        |
| <b>7</b> | <b>Wirkungsabschätzung.....</b>  | <b>59</b> |
| 7.1      | Absolute Ergebnisse in den Wirkkategorien.....   | 60        |
| 7.2      | Relative Ergebnisse in den Wirkkategorien.....   | 60        |
| 7.2.1    | Treibhauspotenzial.....  | 60        |
| 7.2.2    | Eutrophierungspotenzial.....   | 63        |
| 7.2.3    | Versauerungspotenzial.....   | 64        |
| 7.2.4    | Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial.....   | 66        |
| 7.2.5    | Ozonabbaupotenzial.....  | 68        |
| 7.2.6    | Primärenergiebedarf aus regenerativen Energien.....  | 69        |
| 7.2.7    | Primärenergiebedarf aus nicht regenerativen Energien.....  | 71        |
| <b>8</b> | <b>Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung.....</b>  | <b>74</b> |
| 8.1      | Zusammenfassende Auswertung nach Produktionsschritten.....   | 74        |
| 8.2      | Abgeleitete Optimierungspotenziale.....  | 76        |
| 8.3      | Schlussfolgerung.....  | 77        |
| <b>9</b> | <b>Diskussion: Stoffwechselphysiologische Prozesse des Rindes in<br/>extensiver Ganzjahresbeweidung.....</b> | <b>78</b> |
| 9.1      | Inputseitig relevante Parameter.....   | 79        |
| 9.1.1    | Ermittlung der tatsächlichen Nährstoff- und Energieaufnahme.....   | 79        |
| 9.1.2    | Ermittlung des Futterbedarfs.....  | 80        |
| 9.1.3    | Ermittlung der Futterzusammensetzung.....  | 80        |
| 9.2      | Outputseitig relevante Parameter.....  | 82        |
| 9.2.1    | Ermittlung des C- und N- Anteils in der Lebend-/ Schlachtmasse des Rindes... ..                              | 82        |
| 9.2.2    | Ermittlung der direkten Emissionen.....  | 82        |
| 9.3      | Abschließende Betrachtung.....   | 84        |
|          | <b>Anhang A: Sachbilanzdaten.....</b>  | <b>85</b> |
| A.1      | Weidezaunfunktion herstellen.....  | 85        |
| A.2      | Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten.....   | 95        |
| A.3      | Futtermittelbereitstellung.....  | 106       |
| A.4      | Rinderbetreuung.....   | 119       |

---

|  |            |
|--|------------|
| A.5 Hilfsprozesse.....   | 125        |
| A.6 Trinkbares Wasser .....  | 126        |
| A.7 Entsorgung .....   | 127        |
| <b>Anhang B: Beschreibung der Auswertegrößen.....</b>                  | <b>128</b> |
| B.1 Primärenergieverbrauch .....                                       | 128        |
| B.2 Treibhauseffekt (GWP).....   | 128        |
| B.3 Eutrophierungspotenzial (EP) .....                                 | 129        |
| B.4 Versauerungspotenzial (AP) .....                                   | 130        |
| B.5 Photooxidantienbildungspotenzial (POCP) .....                      | 131        |
| B.6 Ozonabbaupotenzial (ODP) .....                                     | 132        |
| <b>Anhang C: Nebenrechnungen.....</b>                                  | <b>134</b> |
| <b>Anhang D: Erläuterungen zu den Einzelstudien in Kapitel 2 .....</b> | <b>137</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                                      | <b>139</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                                       | <b>141</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                                     | <b>142</b> |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>                                      | <b>144</b> |
| <b>Mitteilungsverzeichnis.....</b>                                     | <b>149</b> |

## Vorwort

Die Studie zur Erstellung einer Ökobilanz für die Rindfleischproduktion aus extensiver Ganzjahresbeweidung entstand auf Anregung von Edgar Reisinger an der Thüringischen Landesanstalt für Umwelt und Geologie in Jena (TLUG) und wurde von der Arbeitsgruppe Kulturlandschaft unter Leitung von Prof. Dr. Rainer Luick an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR) umgesetzt.

Die wissenschaftliche Bearbeitung lag bei Frau Dipl.-Ing. (FH) Saskia Lange.

Die Studie wurde mit finanzieller Förderung der TLUG Jena und des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) an der HFR durchgeführt.

Bei der Bearbeitung spezieller Fragen bezüglich der Methodik der Ökobilanzierung war außerdem Frau Dr. Eva Schmincke von Five Winds International in Tübingen beteiligt.

Die Modellierung des Produktsystems bzw. die Berechnung der Umweltwirkungen wurde mit Hilfe der GaBi 4 Software und GaBi 4 Datenbank [GaBi 2006] zusammen mit Frau Silke Hothum von PE International in Echterdingen durchgeführt.

Die Prozessketten und die spezifischen Daten für die Sachbilanz wurden beispielhaft anhand der strukturellen Gegebenheiten und auf Basis der Betriebsdaten der Agrar GmbH Crawinkel in Thüringen erhoben. Der Geschäftsführer Heinz Bley und seine MitarbeiterInnen halfen bei der Bereitstellung der notwendigen Daten zum Betriebsablauf und zu den einzelnen Prozessketten.



# 1 Einleitung

Die Zivilisationen der Industrieländer mit ihrem hohen Ressourcenverbrauch (darunter vor allem Energie) haben bekanntermaßen negative Auswirkungen auf die Umwelt. Wichtige Schlagworte dieses Erkenntnisweges waren ab den 80-er Jahren der „Saure Regen“, das „Waldsterben“ und das „Ozonloch“. Die Ursachen bzw. Verursacher dieser Umweltschädigungen waren rasch und eindeutig dem industriellen Sektor zuzuordnen.

Dies war für die Wissenschaft Anlass, standardisierte Methoden zu entwickeln, mit denen man die Auswirkungen von Produkten und Dienstleistungen auf die Umwelt erfassen, quantifizieren und bewerten konnte. Eine gut entwickelte und international anerkannte Methode, die die Umweltauswirkungen des Produktes während seines ganzen Lebensweges betrachtet, ist die Ökobilanzierung bzw. Lebenszyklusanalyse („Life Cycle Assessment“, kurz „LCA“) nach der ISO-Norm 14040 [ISO 14040 2006] und 14044 [ISO 14044 2006].

Durch die immer intensiveren Diskussionen um den anthropogenen Treibhauseffekt rückten auch Umweltwirkungen, die mit der landwirtschaftlichen Produktion allgemein und insbesondere mit der Haltung von Nutztieren einhergehen, immer stärker in den Fokus. Dazu wurde die ursprünglich für industrielle Produkte und Prozesse entwickelte Ökobilanzierungsmethode nach ISO-Standard so modifiziert, dass sie auch auf landwirtschaftliche Produkte angewendet werden kann.

Inzwischen gibt es Ökobilanzen, die sich mit den Umweltauswirkungen von Produktionssystemen bzw. Produkten aus konventioneller Landwirtschaft befasst haben. Es sind auch einige Studien verfügbar, die sich mit der Ökobilanzierung der ökologischen Agrarwirtschaft beschäftigen oder beide Nutzungsformen miteinander vergleichen [HIRSCHFELD et al. 2008]. Zu erwähnen ist, dass es in der Regel keine holistischen Vergleiche mit globalen Bezugsebenen sind; die Bilanzen wurden jeweils unter einer nationalen Perspektive erstellt.

Bislang gibt es keinerlei Ökobilanzierungen für die Produktion von Fleisch aus großflächigen, extensiven und ökologischen Ganzjahresbeweidungssystemen.

Zielsetzung der vorliegenden Studie war es, exemplarisch für einen Modellbetrieb eine Ökobilanz zu erstellen.

Die untersuchte Haltungsform verfolgt in erster Linie naturschützerische bzw. landschaftsgestaltende Ziele, sie soll daher in Zukunft in größerem Maß eine Rolle spielen [LÜNE 2003].

Durch die technischen und praktischen Besonderheiten extensiver Ganzjahresbeweidungssysteme ergeben sich insbesondere im Zusammenhang mit der Lebenszyklusanalyse zahlreiche offene Fragestellungen.

In extensiven Weidesystemen leben die Nutztiere ganzjährig in bisweilen halbwilden Haltungsformen auf großflächigen Weidekomplexen. Sie sind gewissermaßen Teile eines offenen Systems, dessen Einflussgrößen schwer zu erfassen und quantifizierbar und damit zu parametrisieren sind.

Damit sind derartige Systeme/ Haltungsformen nur bedingt mit Stallhaltungsformen vergleichbar, deren systemische Parameter unter Versuchsbedingungen sogar nahezu laborähnlich abbildbar sind.

In dieser Studie wurden mittels der LCA-Methode Umweltauswirkungen bezüglich der unterschiedlichen technischen Aufwendungen erfasst und bewertet.

Bereiche, für die nach Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis bisher noch keine Datengrundlagen vorliegen und die den speziellen Fragestellungen der Ganzjahresbeweidung unter Naturschutzaspekten Rechnung tragen, werden im Rahmen der erstellten Ökobilanz nicht erfasst und bewertet, sondern qualitativ diskutiert.

Im Kapitel 2 werden anhand zweier Studien zunächst die Klimawirkungen, die aus der Ernährung des Menschen, der Landwirtschaft und insbesondere der Rinderhaltung resultieren, thematisiert.

Das Kapitel 3 „Aspekte der extensiven Ganzjahresbeweidung“ soll dem Leser ermöglichen, die Ganzjahresbeweidung im Naturschutz- und Landschaftspflegekontext zu sehen.

Das anschließende Kapitel 4 „Allgemeine Methodik der Ökobilanz“ soll den Einstieg in den Hauptteil der Studie erleichtern, der sich in Kapitel 5 „Ziel und Untersuchungsrahmen“, Kapitel 6 „Sachbilanz“, Kapitel 7 „Wirkungsabschätzung“ und Kapitel 8 „Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung“ gliedert.

Abschließend werden in Kapitel 9 Probleme, die sich bei der Erfassung von direkten Emissionen (aus Verdauung und Wirtschaftdüngermanagement) bei der Rinderhaltung in extensiver Ganzjahresbeweidung ergeben, angesprochen und diskutiert.

## **2 Klimawirkungen der Themenfelder Ernährung, Landwirtschaft und Rindfleischproduktion**

In der öffentlichen Diskussion wird derzeit ein besonderer Fokus auf durch Rinderhaltung verursachte Klimawirkungen gelegt. Im Folgenden wird die aktuelle Kenntnislage über die Klimawirkungen der Rindfleischproduktion im Kontext der gesamten Klimawirkung aus Ernährung und landwirtschaftlicher Erzeugung vorgestellt. Der Überblick bezieht sich im Wesentlichen auf die Studien des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) [HIRSCHFELD et al. 2008] und des Projekts „Ernährungswende“ des Öko-Instituts Darmstadt [WIEGMANN et al. 2005]. Er ermöglicht eine allgemeine Einführung in die Thematik und bildet die Basis für die Abschlussdiskussion, in der es um Probleme bei der Erfassung von „direkten“ Emissionen bei Rindern in extensiver Ganzjahresbeweidung geht.

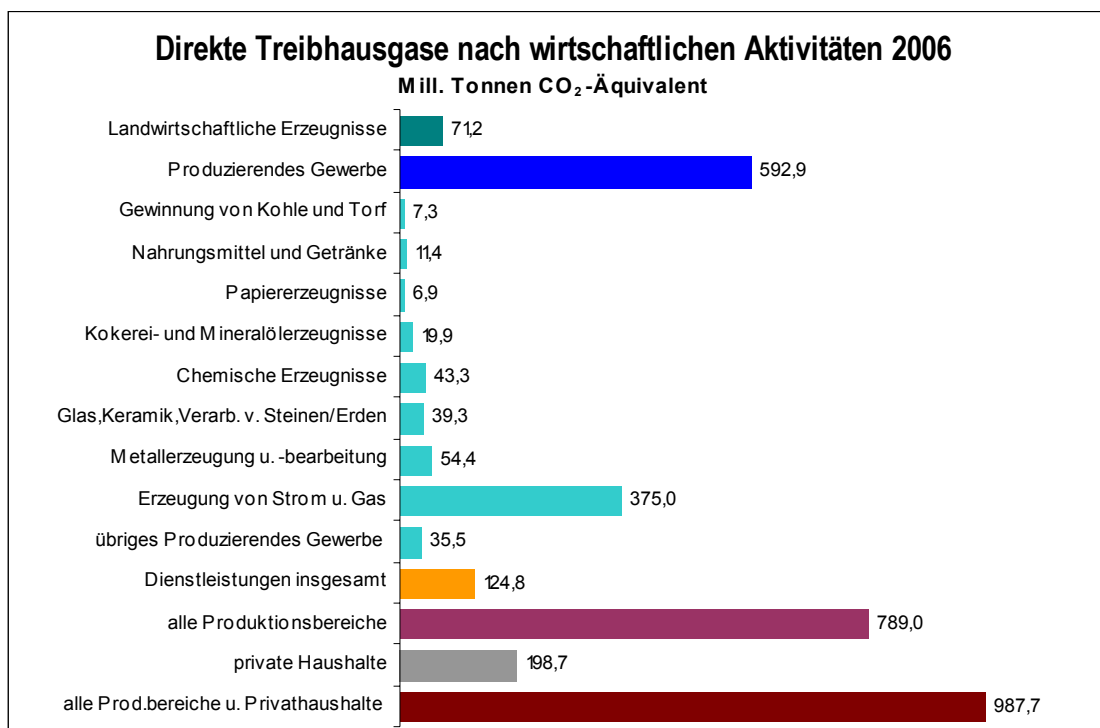
### **2.1 Allgemeine Einordnung innerhalb der Wirtschaftssektoren**

Bezüglich der durch menschliches Handeln verursachten globalen Umweltwirkungen war in den letzten Jahren der Treibhauseffekt zentrales Thema in öffentlichen Diskussionen. Thematisiert wurde neben der Energieversorgung und der Mobilität in besonderem Maße auch die Nahrungsmittelproduktion. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2008 [STATISTISCHES BUNDESAMT 2008] machen landwirtschaftliche Erzeugnisse zusammen mit der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie im Vergleich der verschiedenen Wirtschaftsbereiche in Deutschland mit 82,6 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zusammen immerhin etwa 10 % der Treibhausgase aller Produktionsbereiche (789 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) aus (Abbildung 1). Diese Produktionsbereiche sind jedoch weit weniger treibhausgasintensiv als z.B. die Bereitstellung von Energie.

---

<sup>1</sup>

Mit „direkten“ Emissionen sind Emissionen aus den Verdauungsprozessen und Emissionen bezüglich des Wirtschaftsdünger-Managements in der Tierhaltung gemeint.



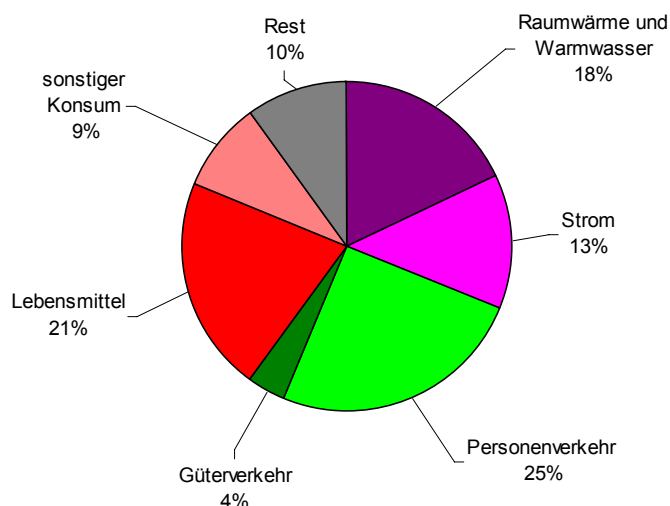
**Abbildung 1: Direkte THG-Emissionen (nur CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2006<sup>2</sup>**

Wird das Bedürfnisfeld Ernährung separat betrachtet, so ergibt sich laut einer Studie des Ökoinstituts Darmstadt [FRITSCHKE 2007], dass diese Emissionen mit 16 % an den gesamten Treibhausgas-(THG-)Emissionen in Deutschland beteiligt sind und fast gleichauf mit der Mobilität (15 %) liegen.

Eine andere Untersuchung des Ökoinstituts Darmstadt [WIEGMANN et al. 2005] erforschte innerhalb des Projektes „Nachhaltige Stadtteile“ den Stoff- und Energieverbrauch der dort ansässigen Bevölkerung und ermittelte die Treibhausgas-Emissionen. Diese lagen allein für den Lebensmittelverbrauch bei 21 % (Abbildung 2).

<sup>2</sup>

Daten: [STATISTISCHES BUNDESAMT 2008], eigene Darstellung



**Abbildung 2: Verteilung der Treibhausgasemissionen der Haushalte in einem Stadtteil (gemischtes Wohngebiet)<sup>3</sup>**

Das Projekt Ernährungswende vom Ökoinstitut Freiburg [WIEGMANN et al. 2005] betrachtete differenziert die Klimaauswirkungen durch die Ernährung des Menschen. 45 % der gesamten THG-Emissionen eines Durchschnittshaushalts entfielen dabei im Jahr 2000 auf die Lebensmittelproduktion inklusive aller Transporte und der landwirtschaftlichen Produktion.

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen werden im Weiteren die Klimawirkungen aus der landwirtschaftlichen Produktion, welche die Basis für das Bedürfnisfeld Ernährung darstellen, näher betrachtet.

Eine aktuelle, im Auftrag von Foodwatch e.V. erstellte Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) [HIRSCHFELD et al. 2008] vergleicht in einer Meta-studie vorhandene Ökobilanzen zum Thema Treibhausgaswirkungen in der Landwirtschaft.

Die weiteren Ausführungen beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, ausdrücklich nur auf die Inhalte dieser Metastudie und die dafür untersuchten Einzelstudien.

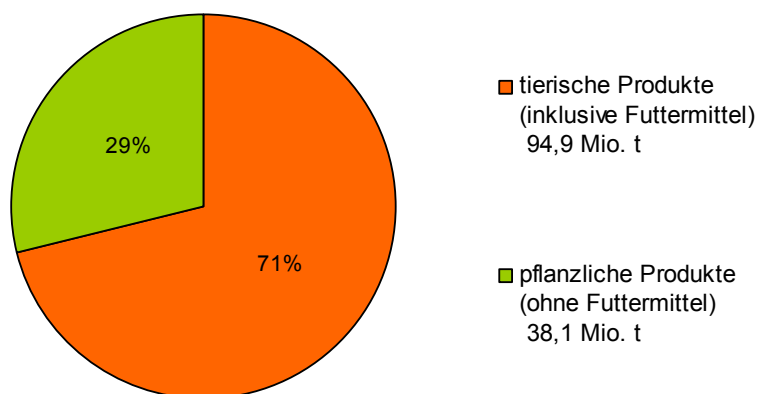
Aus den in der Einführung der Metastudie gezeigten Statistiken geht hervor, dass 13 % aller Treibhausgas-Emissionen in Deutschland, das entsprach im Jahr 2006 133 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>4</sup>, von der Landwirtschaft verursacht werden. In diesem Betrag sind, neben den Emissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion selbst, auch Emis-

<sup>3</sup> Daten: [WIEGMANN et al. 2005], eigene Darstellung

<sup>4</sup> Quantitative Beschreibung der Treibhausgasemissionen. Emissionen aller Treibhausgase (z.B. CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>) werden über spezifische Umrechnungsfaktoren entsprechend ihrer Wirkintensität zueinander ins Verhältnis gesetzt und als CO<sub>2</sub>-Äquivalente angegeben.

sionen aus den notwendigen Vorketten wie der Energiebereitstellung und Düngemittelproduktion enthalten. Vernachlässigt wurden Emissionen aus Futtermittelimporten und der Abholzung des Regenwaldes. (Zum Vergleich: Die THG-Emissionen aus dem Brennstoffverbrauch der Privathaushalte betragen 2005 113 Mio. t, die des Straßenverkehrs 152 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente).

Innerhalb der landwirtschaftlichen Produktion sind die Treibhausgas-Emissionen ganz unterschiedlich auf die Produktionsbereiche verteilt. Stellt man die pflanzliche Produktion einmal der Erzeugung tierischer Produkte gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 3):



**Abbildung 3: Anteile an den Treibhausgas-Emissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2006 [in % und Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent]<sup>5</sup>**

Wenn man die Produktion der Futtermittel der Tierhaltung zurechnet, trägt diese zu 71 % zu den Treibhausgas-Emissionen bei, wobei die Rinderhaltung (Milch- und Fleischproduktion) mehr als 50 % ausmacht.

Abbildung 4 veranschaulicht die so genannten direkten Treibhausgas-Emissionen aus der Tierhaltung in ihrer Verteilung auf die einzelnen Tierarten.

Als direkte Emissionen werden bezeichnet:

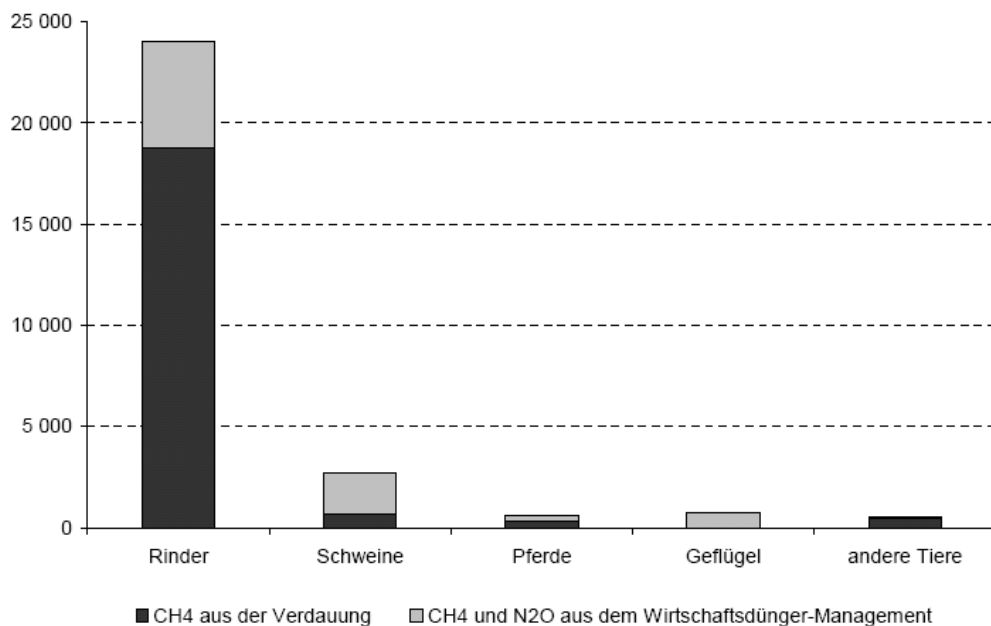
- die Verdauung der Rinder („enterische Fermentation“) und
- das Wirtschaftsdüngermanagement (Handhabung des Düngers im Stall und bei der Lagerung von Gülle und Mist).

---

<sup>5</sup> Daten: [HIRSCHFELD et al. 2008], eigene Darstellung

## 2.2 Einfluss der direkten Emissionen der Tierhaltung

Die Abbildung 4 veranschaulicht die direkten THG-Emissionen ausgewählter Nutztierarten, gegliedert in Methan aus der Verdauung und Methan- bzw. Lachgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management. Sie verdeutlicht, dass der größte Anteil dieser Emissionen aus der Haltung der Rinder und deren Verdauung stammt.



**Abbildung 4: Direkte Treibhausgas-Emissionen aus der Tierhaltung [in 1000t CO<sub>2</sub>-Äquivalente] unter Vernachlässigung der Futtermittelerzeugung und sonstiger Vorleistungen<sup>6</sup>**

Wird bezüglich der direkten Emissionen in der Rinderhaltung nach Fleischproduktion und der Erzeugung von Milch- und Milchprodukten unterschieden, ergibt sich folgende Bewertung (Abbildung 5):

<sup>6</sup> Quelle: [HIRSCHFELD et al. 2008]

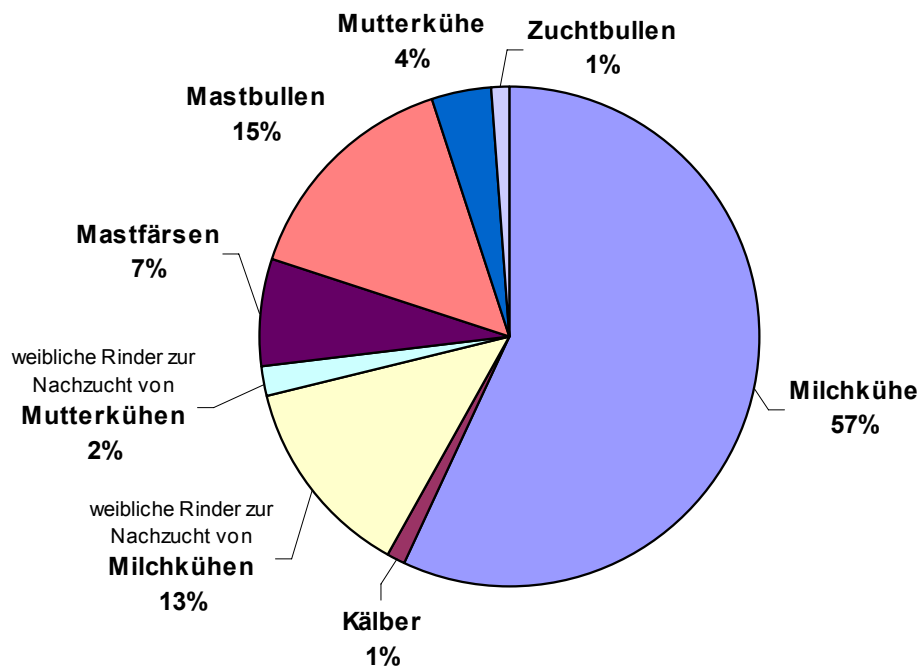


Abbildung 5: Direkte Treibhausgas-Emissionen aus der Rinderhaltung im Jahr 2004 [in %]<sup>7</sup>

Die Milchviehhaltung verursacht, rechnet man ihr die weibliche Nachzucht zu, 70 % der direkten Treibhausgas-Emissionen, die Rindfleischerzeugung (Mutterkühe<sup>8</sup>, Mastbullen und -färsen<sup>9</sup>) hat einen Anteil von 26 %.

### 2.3 Gesamtemissionen durch Rinderhaltung

In der Studie des IÖW [HIRSCHFELD et al. 2008] werden Methoden und Ergebnisse der in Deutschland und international verfügbaren Einzelstudien zum Thema Treibhaus-effekt der Landwirtschaft verglichen. Tabelle 1 stellt zunächst die Emissionen aus der Rindfleischproduktion in konventioneller wie ökologischer Haltung aus diesen Literaturquellen zusammen. Hierbei muss beachtet werden, dass das ermittelte Treibhaus-potenzial in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten berechnet wurde und sich auf je 1 kg Rindfleisch (Schlachtgewicht<sup>10</sup>) bezieht.

<sup>7</sup> Daten: [HIRSCHFELD et al. 2008], eigene Darstellung

<sup>8</sup> Mutterkuh: weibliches Rind, das nur ihr Kalb aufzieht und nicht der Milchproduktion dient

<sup>9</sup> Färse: geschlechtsreifes weibliches Rind bis zur ersten Kalbung oder bis zur Schlachtung

<sup>10</sup> Schlachtgewicht: Lebendgewicht abzüglich der nicht für die Fleischproduktion verwendeten Tiermasse



**Tabelle 1: gesamte THG-Emissionen aus der Rindfleischproduktion in konventionellen und ökologischen Betrieben<sup>11</sup>**

| <b>Emissionen pro 1 kg Rindfleisch</b><br>[in kg CO <sub>2</sub> -Äquivalente pro kg Schlachtgewicht] | <b>Quelle</b>  |
|---|--|
| <b>Konventionell</b>  |  |
| <b>10,8</b>   | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastbulle (Futterbasis: Grassilage) |
| <b>11,8</b>   | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastbulle (Futterbasis: Maissilage) |
| <b>15,8</b>   | WILLLIAMS et al. (2006) – Ausmast von Milchviehkälbern                   |
| <b>21,1</b>   | berechnet nach LCA FOOD DATABASE   |
| <b>23,6</b>   | berechnet nach CASEY und HOLDEN (2006)                                   |
| <b>25,5</b>   | WILLLIAMS et al. (2006) – aus Mutterkuhhaltung                           |
| <b>36,4</b>   | OGINO et al. (2007)  |
| <b>Ökologisch</b>   |  |
| <b>8,2</b>  | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastochse von Milchkuh              |
| <b>11,9</b>   | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastochse von Mutterkuh             |
| <b>18,2</b>   | WILLLIAMS et al. (2006)  |
| <b>20,2</b>   | berechnet nach CASEY und HOLDEN (2006)                                   |
| <b>22,3</b>   | CEDERBERG und STADIG (2003)  |

Aus der Literaturübersicht wird sichtbar, dass deutliche Differenzen zwischen den einzelnen Ökobilanzen bestehen. Deren Ursachen und Erklärungen sind wichtige Grundlagen für Diskussionen zur Methodik und zur Vergleichbarkeit von Zahlen aus Ökobilanzen. So resultieren Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Haltung zum Teil aus dem Verzicht auf zusätzliche Futtermittel und Mineraldünger. Andere Ursachen können beispielsweise anders gewählte Systemgrenzen<sup>12</sup>, andere Ausschachtungsraten oder Berechnungsgrundlagen sein. So liegen die von Ogino et al. (2007)<sup>13</sup> angegebenen Emissionswerte wesentlich höher, weil hier von einer geringeren

<sup>11</sup> Daten: [HIRSCHFELD et al. 2008], eigene Darstellung

<sup>12</sup> Die Grenze des Produktsystems in Ökobilanzen schließt bestimmte Produktionsprozesse, die betrachtet werden ein und andere (z.B. unwichtige, nicht erfassbare, zeitlich aufwändige) Prozesse aus.

<sup>13</sup> Die Studie von Ogino et al. betrachtet die Rindfleischproduktion in Japan.

Ausschlachtungsrate und von einem hohen Anteil an importierten Futtermitteln ausgegangen wird. Die Vergleichbarkeit ist auch aufgrund der unterschiedlichen Rinderrassen, Haltungsformen und Fütterungsverfahren schwierig bis unmöglich.

Auch die eigenen Bilanzierungen der Klimawirkungen von HIRSCHFELD et al. 2008 weisen in den Ergebnissen abhängig vom Rindfleischproduktionsverfahren deutliche Unterschiede auf. Das zu bilanzierende System der Rindermast enthält grundsätzlich für alle Verfahren wichtige Elemente der Vorproduktionsketten. Diese werden auch für den Futtermittelanbau (inkl. Ausland) bzw. deren Aufbereitung (inkl. Transport), die Tierhaltung (wie Kälberaufzucht bzw. Absetzer aus Mutterkuhhaltung, Bullen-/Ochsenmast) und das Wirtschaftsdüngermanagement mit einbezogen. Dennoch gibt es erhebliche Differenzen, da sich Art und Menge der Aufwendungen je nach Produktionsverfahren unterscheiden.

In einem aktuellen Hintergrundpapier des Bioland-Bundesverbandes [BIOLAND 2009] werden die Ergebnisse aus HIRSCHFELD et al. 2008 tabellarisch dargestellt (Tabelle 2).

**Tabelle 2: THG-Emissionen bei der Erzeugung von Rindfleisch in konventionellen und ökologisch wirtschaftenden Betrieben<sup>14</sup>**

| Fleisch/<br>Produktionsverfahren                             | konv   | konv-plus | öko   | öko-plus |
|--|--|-----------|-------|----------|
|  | [kg CO <sub>2</sub> -Äquivalente pro kg Schlachtgewicht] |           |       |          |
| Altkuh aus<br>Milchviehhaltung                               | 6,04   | 4,77      | 3,93  | 3,14     |
| Altkuh aus<br>Mutterkuhhaltung                               | 14,54  | 13,85     | 12,25 | 11,12    |
| öko-Mastochse bzw.<br>konv. Mastrind aus<br>Milchviehhaltung | 8,40   | 7,86      | 13,50 | 11,00    |
| öko-Mastochse bzw.<br>konv. Mastrind aus<br>Mutterkuhhaltung | 16,76  | 15,92     | 16,28 | 14,09    |

Genaue Erklärungen bzw. die Beschreibung der Studie von HIRSCHFELD et al. 2008 sind aber nicht in BIOLAND 2009, sondern in HIRSCHFELD et al. 2008 zu finden:

<sup>14</sup> Daten: [BIOLAND 2009], eigene Darstellung

So bedeutet der Zusatz „– plus“ in der jeweiligen (konventionellen wie ökologischen) Haltung eine höhere Intensitätsstufe der Produktion (Fütterungsart und -menge, tägl. Gewichtszunahme, Mastdauer, etc.).

Bezüglich der Ergebnisse der Studie fällt zunächst auf, dass Rindfleisch aus der Milchviehhaltung grundsätzlich weniger klimawirksam ist. Dies liegt daran, dass Rindfleisch als Nebenprodukt der Milchproduktion anfällt und demzufolge die Emissionen anteilig auch der Milchproduktion zugeschlagen werden. Zweitens lässt sich erkennen, dass Rindfleisch aus Altkühen ebenso eine geringere Klimawirkung aufweist. Dies liegt ebenfalls in der Methodik der (monetären) Allokation begründet, die dazu führt, dass auf das finanziell weniger bedeutsame Kuhfleisch (ein Koppelprodukt entweder der Rindermast oder der Milchproduktion) weniger THG - Emissionen entfallen. Drittens ist unübersehbar, dass bei fast allen Ergebnissen die ökologische Haltung geringere Mengen Treibhausgase verursacht als die konventionelle Haltung. Dies liegt u. a. an den weniger intensiv hergestellten Futtermitteln und dem Verzicht auf mineralischen Dünger in der ökologischen Landwirtschaft.

Abschließend wird an dieser Stelle auf den Anhang D dieser Studie verwiesen, in dem die wichtigsten Parameter der von HIRSCHFELD et al. 2008 untersuchten Einzelstudien der Tabelle 1, wie

- die Ausschlagungsrate,
- die Beschreibung des Untersuchungssystems (Ziel der Studie, Funktionelle Einheit, Merkmale der Betriebe, Systemgrenzen, Haltung/ Futter, Berechnungsmethoden),
- und andere Besonderheiten

genauer beleuchtet und nebeneinander gestellt werden. Auf diese Weise soll nicht nur die Unterschiedlichkeit bzw. eingeschränkte Vergleichsmöglichkeit der Studien, sondern auch der enorme Aufwand verdeutlicht werden.

## **2.4 Probleme bei der Ermittlung der direkten Emissionen in der Rinderhaltung**

Im Verlauf der vorliegenden Studie werden zum einen die besondere Klimarelevanz der direkten Emissionen aus der Rinderhaltung (beinhaltet sowohl Milchvieh als auch Fleischrinder) und auch methodische Probleme bei deren Bewertung diskutiert. Diese direkten Emissionen werden an späterer Stelle dieses Kapitels 2. 4 detaillierter betrachtet. Sie entstehen, wie schon erwähnt, einerseits durch die Verdauung der Rinder, die so genannte enterische Fermentation, und andererseits durch die Handhabung des anfallenden Wirtschaftsdüngers im Stall bzw. bei der Lagerung von Gülle und Mist.

Leider ist die genaue Erfassung der direkten Emissionen in der extensiven Ganzjahresbeweidung nach heutigem Forschungsstand nicht möglich [BOGUHN 2009]. Die unterschiedlichen Werte, die Hirschfeld et al. aus den Einzelstudien zitieren, bieten jedoch die Möglichkeit ihre Größenordnung abzuschätzen.

Die Beschreibung der methodischen Probleme, die sich bei der Erfassung und Bewertung der direkten Emissionen im Rahmen der Metastudie ergaben, bietet ferner eine Grundlage, um die Qualität dieser Abschätzung einzuordnen.

Die Höhe der Methanproduktion bei Rindern wird beispielsweise von physiologischen Faktoren wie Rasse, Körpergewicht, Alter bzw. Lebensphase beeinflusst. Eine nicht unerhebliche Rolle spielen auch Faktoren, die aus der Haltungform resultieren. Dazu gehören auch Futterverzehr und -zusammensetzung, die Milch- oder Fleischleistung, der Umgang mit dem anfallenden Mist und der Gülle.

Beispielsweise werden die direkten Emissionen aus der Verdauung bei laktierenden<sup>15</sup> Milchkühen mit ca. 2600 kg bis 2850 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Tier im Jahr in etwa doppelt so hoch angegeben wie bei trockenstehenden<sup>16</sup> (ca. 1250 kg bis 1630 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Tier im Jahr). Die Werte schwanken je nach Tiergewicht, Energieaufnahme und Milchleistung.

Für ihre eigene Berechnung der Emissionen aus Verdauung bezüglich der Rindfleischproduktion verwenden Hirschfeld et al. in der Metastudie Werte entsprechend Tabelle 3, die aus dem Nationalen Emissionsbericht 2006 von Ulrich Dämmgen entnommen sind:

**Tabelle 3: direkte Emissionen aus Verdauung (nach Nationalem Emissionsbericht von Ulrich Dämmgen)**

|                      |   |
|----------------------|---|
| Mutterkuh:           | 1304,1 kg CO <sub>2</sub> -Äqv./ Tierplatz und Jahr |
| Kalb:                | 87,4 kg CO <sub>2</sub> -Äqv./ Tierplatz und Jahr   |
| Mastbullen/ -ochsen: | 1237,4 kg CO <sub>2</sub> -Äqv./ Tierplatz und Jahr |

Auf telefonische Anfrage bei der KTBL in Darmstadt [EURICH 2009] kann in der Rinderhaltung mit überwiegender Grasfütterung bei Färsen und Mastbullen ein Durchschnittswert von 60 kg Methan/ GVE<sup>17</sup> (Rind mit 500 kg Lebendgewicht) und Jahr

<sup>15</sup> laktierend (Milch absondernd): die Produktion von Muttermilch fürs Kalb in der Mutterkuhhaltung, bei der Milchkuh zur Herstellung von Milch und Milchprodukten

<sup>16</sup> trockenstehend: die Phase, in der die Kuh hochträchtig ist bis zur Geburt des Kalbes. Die Milchproduktion wird eingestellt, um das Euter zu regenerieren.

<sup>17</sup> Begriffsbestimmung Großvieheinheiten (GVE): siehe Kapitel 3.6.

angenommen werden. Dies entspräche dann nach Umrechnung (von Methan auf CO<sub>2</sub>-Äqv. mit dem Faktor 23 [CML 2001]) 1380 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten/ GVE und Jahr.

Bezüglich der Lachgas- und Methanemissionen, die aus dem Wirtschaftsdüngermanagement, also aus der Handhabung des Wirtschaftsdüngers im Stall selbst und während der Lagerung, resultieren, gibt es weitere Faktoren, die entscheidend deren Quantität beeinflussen:

In einem beschriebenen Vergleich der Haltungssysteme (Milchkühe) zeigt sich, dass der Methanausstoß in Tretmistställen wesentlich höher ist als in der Anbinde- oder Boxenlaufstallhaltung. Der Wert liegt bei 6,5 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro GVE und Jahr. Wird das Tiefstreu nur zweimal pro Jahr gewechselt, erhöhen sich die Emissionen auf 11 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kuh und Jahr. Der Grund dafür ist die vermehrte Bildung von CH<sub>4</sub> unter anaeroben Bedingungen.

Auch bei der Lagerung des Wirtschaftsdüngers ergeben sich große Unterschiede in der Freisetzung von THG-Emissionen. Sie werden u. a. beeinflusst durch die Behandlungstechnik, aber auch die Lagertemperatur kann sich bei Flüssigmistverfahren erhöhend auf die Methanfreisetzung auswirken. Die Lachgas-Emissionen sind bei kompostiertem Festmist geringer als bei anaerober Behandlung. Da aber in den von HIRSCHFELD et al. herangezogenen Einzelstudien die Einheiten zu den Angaben nicht nur variieren, sondern die Werte abwechselnd absolut und relativ angegeben werden, wird hier von einer vergleichenden Darstellung abgesehen.

Die gesamten direkten Emissionen bezüglich der Bullen- bzw. Ochsenmast in der Mutterkuhhaltung (aufgrund enterischer Fermentation und des Wirtschaftsdüngermanagements), die HIRSCHFELD et al. für die Berechnung ihrer Umweltauswirkungen verwenden, sind nachfolgend in Tabelle 4 aufgeführt.

**Tabelle 4: gesamte direkte Emissionen (Lachgas und Methan) der Bullen- bzw. Ochsenmast in der Mutterkuhhaltung**

|                     | Ochsenmastverfahren<br>(ökologische Haltung) | Bullenmastverfahren<br>(konventionelle Haltung) |
|---------------------|--|---|
| Emissionen Lachgas: | 1,66 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                | 0,05 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                   |
| Emissionen Methan:  | 4,22 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                | 3,28 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                   |
| Summe:              | 5,88 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                | 3,33 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.                   |

Die Emissionen sind in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten dargestellt und beziehen sich jeweils auf 1 kg Schlachtgewicht. Die beträchtlichen Unterschiede in Bezug auf die Lachgas-

Emissionen ergeben sich aus verschiedenen Grundannahmen für die Haltung und der unterschiedlichen Handhabung des Wirtschaftsdüngers.

Das hier vorgestellte Ochsenmastverfahren ist ein ökologisches und mittelintensives Verfahren, in dem Absetzerkälber im Alter von 8 Monaten und mit einem durchschnittlichen Anfangsgewicht von 280 kg für ca. 440 Tage bis zum Endgewicht von 630 kg (durchschnittliche Gewichtszunahme von 800 g pro Tag) gemästet werden.  $\frac{2}{3}$  dieser Zeit verbringen sie im Tretmiststall und werden mit Grassilage, Getreide und etwas Kraftfutter gefüttert, die restliche Zeit stehen sie auf der Weide und fressen Gras. Der Wirtschaftsdünger wird im Festmistverfahren gelagert. Die Ausschlagungsrate wird hier mit 54 % angesetzt.

Im hier vorgestellten intensiven und konventionellen Bullenmastverfahren kommen Kälber aus der Milchviehhaltung schon im Alter von 113 Tagen mit einem Anfangsgewicht von 81 kg in die Mast. Die Mastdauer beträgt 507 Tage, die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme liegt bei 1200 g bis zum Endgewicht von 690 kg. Die Tiere werden ganzjährig in Gruppenbuchten auf Vollspaltenböden gehalten, der Wirtschaftsdünger wird als Gülle gelagert. Als Futtermittel werden Maissilage, Getreide und Soja eingesetzt. Die Ausschlagungsrate beträgt hier 57 %.

Durch die vorangegangenen Ausführungen wird deutlich, welche Unterschiede sich aus verschiedenen Haltungsformen und Wirtschaftsdüngerverfahren in Bezug auf klimawirksame Emissionen schon in der überwiegenden Stallhaltung ergeben. Dies gibt einen Hinweis auf die methodischen Probleme, die sich im Kontext mit der Erfassung von Umweltauswirkungen generell, aber auch besonders in Bezug auf die direkten Emissionen in der extensiven Ganzjahresbeweidung mit Rindern ergeben.

### 3 Aspekte der extensiven Ganzjahresbeweidung

Die Einführung in die Besonderheiten der extensiven ganzjährigen Beweidung soll dazu dienen, diese Studie jedem am Naturschutz interessierten Leser zugänglich zu machen. Sie basiert im Wesentlichen und wenn nicht anders angegeben auf dem „Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung“ [BUNZEL et al. 2008].

#### 3.1 Allgemeines

Eine zentrale Aufgabe des Naturschutzes in einem deutschen und europäischen Verständnis ist die Sicherung der Arten- und Biotopvielfalt unserer Kulturlandschaften bzw. die Sicherung kulturlandschaftlicher Potenziale und Prozesse. Politische und gesamtgesellschaftliche Verpflichtungen ergeben sich u. a. aus der „Konvention über die Biologische Vielfalt“, und den „Göteborg-Zielen der EU zum Stopp des Biodiversitätsrückgangs bis 2010“. Darin eingebettet sind auch die Biodiversitäts-Handlungspläne auf Bundes- und Länderebene, die insbesondere auch die Agrobiodiversität thematisieren [BMELV 2009].

Zur Operationalisierung derartiger politischer Vorgaben wurden und werden zahlreiche nationale, europäische und internationale Konzepte bzw. Maßnahmenvorschläge entwickelt, wie der Arten- und Kulturlandschaftsschutz konkret umgesetzt werden soll. Dazu zählt auch der Prozessschutz<sup>18</sup> in dafür geeigneten großflächigen Schutz- und Projektgebieten.

Ein relativ neuer und viel versprechender Ansatz in diesem Kontext ist das Konzept der naturnahen (Ganzjahres-) Beweidung (synonym: halboffene Weidelandschaften) mit großen Pflanzenfressern<sup>19</sup>. Robuste Weidetiere möglichst unterschiedlicher Arten und Rassen sollen ganzjährig auf großen Flächen in geringer Dichte gehalten werden und so die Landschaft gestalten. Das zugrunde liegende Prinzip ist, dass großflächig wieder natürliche Prozessketten induziert werden sollen.

Unterschiedliche Fraßgewohnheiten und Lebensweisen der Tierarten fördern die Ausbildung verschieden strukturierter Landschaftsteile. Beispielsweise begünstigt das überwiegende Fressen von Gras die Ausdehnung von rasenähnlichen Vegetationsmustern, gleichzeitig aber auch die Ausdehnung sukzessionaler Stadien mit Nanophanerophyten und Phanerophyten. Das Schälen von Baumrinde und der Verbiss an jungen Gehölzen

---

<sup>18</sup> Prozessschutz: Konzeption in Schutzgebieten, eine natürliche Entwicklung ohne Einfluss des Menschen zuzulassen.

<sup>19</sup> Fachausdruck: Megaherbivoren

wiederum verlangsamten sukzessionale Entwicklungsprozesse und verbessern durch mehr Lichteinfall die Situation für krautige Vegetation. Auch das Anlegen von Suhlen, Wechsellagerstellen, zertretene Vegetationsnarben, Mikrostörungen oder die Abgabe von Exkrementen führen zur Ausbildung von Sonderstandorten, auf denen sich entsprechend spezialisierte Arten ausbreiten können. Allgemein kann gelten, dass vor allem durch Wirkungseinflüsse von großen Pflanzenfressern eine räumliche Vielfalt in unterschiedlichen Straten und eine wärme- und lichtliebende Flora und Fauna gefördert wird. Diese Kenntnislage ist durch zahlreiche wissenschaftliche Befunde abgesichert (u. a. BUNZEL et al. 2008).

Obwohl aus verschiedenen Gründen wilde (autochthone) Megaherbivoren (z.B. Wisent, Auerochse und Wildpferd) verschwanden bzw. ausgerottet wurden, gab es durch ihre domestizierten Nachfahren eine über Jahrtausende währende Kontinuität von Ökosystemen, welche die beschriebenen Charakteristika aufwiesen. Diese verschwanden allerdings im 19. Jahrhundert durch die Trennung von Wald und Weide und den Übergang zur Stallhaltung nahezu vollständig aus Mitteleuropa. Heute gibt nur noch sehr wenige historisch durch Weidetiere geprägte Landschaften, bspw. die Triften der Rhön, die Schwäbische Alb oder die reliktschen Hudelandschaften des norddeutschen Tieflands.

### **3.2 Modelle extensiver Weidesysteme**

Auf einer Fachtagung der Universität Lüneburg [LÜNE 2003] wurde in der „Lüneburger Erklärung zu Weidelandschaften und Wildnisgebieten“ festgehalten, „dass vor allem ganzjährige Beweidungskonzepte mit großen Pflanzenfressern hervorragend geeignet sind,

- seltene bzw. gefährdete Arten des Offenlands und der Wald-Offenland-Übergänge und ihre Lebensräume zu erhalten,
- dynamische Prozesse zu initiieren und Pionierbiotope entstehen zu lassen,
- wertvolle Offenland-geprägte Landschaften zu erhalten,
- die unnatürlich scharfe Abgrenzung zwischen Wald und Offenland wieder aufzuheben,
- Perspektiven für eine nachhaltige Nutzung ‚peripherer Räume‘ zu bieten und
- den Erlebniswert von Landschaften zu steigern.“

[LÜNE 2003]

Die Erkenntnis, dass in den Wechselwirkungen zwischen Megaherbivoren und anderen Organismen und, dass ihr Einfluss auf Standortfaktoren bzw. umgekehrt einzigartige



Potenziale zur Erreichung von Naturschutzziele liegen, haben in den vergangenen Jahren zu zahlreichen konzeptionellen Modellen extensiver Weidesysteme geführt.

Im Folgenden wird dazu ein kurzer Überblick gegeben.

Ausgewählt sei hierzu neben BUNZEL et al. 2008 auf Literatur aus LUICK 1996, LUICK 2004, LUICK 2009, OPPERMANN & LUICK 2000, REISINGER & LANGE 2005, RIECKEN 1998 verwiesen.

#### Traditionelle Pflege wertvolle Kulturlandschaften durch extensive Beweidung:

Restbestände der historischen Hude- und Weidegebiete inklusive der für Streu- und Winterfuttermittelgewinnung genutzten Wiesen und Heiden sollen durch eine den früheren Nutzungsformen ähnliche Bewirtschaftung, wie z. B. die Saisonbeweidung oder die Hüteschafhaltung erhalten werden. Sie wird hier nicht weiter thematisiert.

#### Wildnisentwicklungsgebiete:

Dies sind ausgesprochen großflächig angelegte Landschaftsräume, deren ökologische Rahmenbedingungen es zulassen, dass natürliche oder naturnahe Entwicklungsprozesse wieder ablaufen können. Dies scheint am ehesten in Nationalparks, ehemaligen Truppenübungsplätzen oder Bergbaufolgelandschaften möglich zu sein. Neben Wildtieren (große Pflanzenfresser wie Elch, Wisent, Wildpferd und große Beutegreifer wie Wolf, Bär, Luchs) werden auch ökologische Stellvertreter, also Abbildzuchtungen der ausgerotteten Wildformen<sup>20</sup> von Auerochse und westlichem Wildpferd eingesetzt. Ein Beispiel für solche Gebiete ist Oostvaardersplassen in den Niederlanden mit heute 5600 ha Fläche. In Deutschland gibt es mittelgroße Naturentwicklungsgebiete wie die Lippeaue (Nordrhein-Westfalen) oder konvertierte Truppenübungsplätze (Schleswig-Holstein, Hamburg).

#### Großräumige naturnahe Weidelandschaften:

- mit Schwerpunkt Naturentwicklung („Neue Wildnis“)

Im Management dieser Gebiete steht das Ablaufen natürlicher Prozesse im Vordergrund und nicht einzelne Leitarten, bestimmte Biotoptypen oder aber der ökonomische Nutzen der Weidetiere, obwohl eine Nutzung durchaus stattfinden darf. Die Entwicklung ist im Wesentlichen ergebnisoffen. Es werden Wildtiere oder Auerochsenabbild bzw. Abbild des westlichen Wildpferds (z.B. Konik-Pferd) eingesetzt, die schon seit Generationen ohne intensive menschliche Hilfe auskommen.

- mit Schwerpunkt Biotopmanagement durch Landnutzung

Das Management dieser Gebiete verfolgt ein ökonomisch tragfähiges Konzept, welches gleichzeitig die Erhaltung und Entwicklung bestimmter Biotoptypen und

---

<sup>20</sup>

ökologischer und/ oder phänologischer Ersatz für die ausgerottete Wildform

Landschaftsbilder fördert. In die natürliche landschaftliche Dynamik soll nur lenkend eingegriffen werden, wenn zentrale Managementziele gefährdet sind. Es ist aber für Notzeiten auch erlaubt, Mahdflächen zur Futtergewinnung einzurichten. Meistens werden auf den Flächen robuste Haustierrassen angesiedelt, welche ganzjährig in geringer Besatzdichte von 0,3 bis 0,6 Großvieheinheiten (GVE<sup>21</sup>) pro Hektar in ihrem Herdenverband leben. Ein Beispiel für diese naturnahen Weidelandschaften mit landwirtschaftlichem Hintergrund ist das im Jahr 2003 initiierte Modellprojekt der Agrar GmbH Crawinkel. Die in diesem Betrieb gewonnenen Betriebsdaten sind auch die Grundlage dieser Studie.

### 3.3 Rahmenbedingungen für extensive Weidesysteme

Die vorgestellten Argumente untermauern durchaus die Sinnhaftigkeit von großflächigen, extensiven Weidesystemen sowohl als Strategie des Naturschutzes aber durchaus auch als sinnvolles agrarisches Produktionssystem für entsprechend geeignete Standorte. Ausgehend von diesen Erkenntnissen sollen nach Experteneinschätzung in Zukunft großflächige extensive Beweidungssysteme eine wichtige Rolle im Naturschutz spielen, „wenn es darum geht, Offenlandökosysteme, die zugehörigen Arten und die davon geprägten Landschaften zu erhalten“ [LÜNE 2003].

„Sie stellen eine wesentliche Ergänzung der bisherigen naturschutzfachlichen Managementverfahren dar“ [LÜNE 2003] und eröffnen in Bezug auf extensive Formen der Grünlandnutzung neue Perspektiven, um für eine sinnvolle Entwicklung des ländlichen Raums ökonomische und ökologische Ansprüche zu vereinen [LÜNE 2003]. Die so genannte Lüneburger Erklärung beinhaltet einen Maßnahmenkatalog für schrittweise Änderungen in der Praxis zur notwendigen finanziellen Förderung dieser neuartigen Systeme und für notwendige gesetzliche Anpassungen, die bislang vor allem Ganzjahresweidesysteme erheblich behindern.

Beispiele für notwendige Veränderungen sind:

- Umverteilungen der EU-Fördermittel für eine Begünstigung einer flächendeckend extensiveren Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen (besonders der extensiven Beweidung), der regionalisierten Landwirtschaft und der Gleichberechtigung von Grenzertragsstandorten,
- die Einrichtung eines Agrarinvestitionsprogramms zur finanziellen Unterstützung von Weidezaunbau und Herdenaufbau,

---

<sup>21</sup>

Begriffsbestimmung Großvieheinheiten (GVE) in Kapitel 3.4

- Anpassung der veterinär- und tierschutzrechtlichen wie auch der naturschutzrechtlichen Bestimmungen (z.B. das Zugänglichmachen geeigneter Biotope und Kleingewässer für die Wasserversorgung der Weidetiere),
- die Einführung eines eigenen Rechtsstatus auf EU-Ebene für „Halbwildtiere“ in Wildnisgebieten und
- die Modifikation forstrechtlicher Bestimmungen (z.B. Ausnahmeregelungen für die Einbeziehung von Wäldern in großflächige Weidesysteme)

[LÜNE 2003].

### 3.4 Das Management ganzjähriger Beweidungssysteme

#### Begriffsbestimmung: Besatzstärke, Besatzdichte, Großvieheinheiten

In der Ökologie wird unter Dichte die Anzahl von Lebewesen pro Flächeneinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt verstanden. In der Landwirtschaft und insbesondere in der Tierproduktion sind die korrespondierenden Begriffe Besatzstärke und Besatzdichte.

Basiswert ist die so genannte Großvieheinheit, eine Umrechnungseinheit, die mit 500 kg Lebendgewicht festgelegt wurde. Der GVE-Wert dient vor allem dazu, den Viehbesatz verschiedener Nutztiere pro Flächeneinheit vergleichbar zu machen und wird in GVE/ha (Großvieheinheit pro Hektar) angegeben. Die GVE ist in der Viehhaltung der wichtigste Indikator der Nutzungsintensität der zur Verfügung stehenden Fläche eines landwirtschaftlichen Betriebes und ist Grundlage vieler Richtlinien der Agrarpolitik. In Naturschutz und Ökologie wird die Kennzahl GVE/ha benötigt, um die Ergiebigkeit der Fläche (in Bezug auf das Futter) abzuschätzen, die Nährstoffein- und -austräge zu quantifizieren und Nutzungsbeschränkungen festzulegen (Landschaftsplanung). Es gibt unterschiedliche Schlüssel für die Umrechnung der Großvieheinheiten. Die Agrar GmbH benutzt die nach HIT (HI-Tier-Datenbank zur Berechnung von Extensivierungs- und Betriebsprämien) definierten Umrechnungsfaktoren (Auswahl):

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| 1 GVE       | Pferd (> 6 Monate), Rind (>24 Monate) |
| 0,5-0,7 GVE | Pferd (<6 Monate)                     |
| 0,6 GVE     | Rind (6-24 Monate)                    |
| 0,3 GVE     | Kalb (<6 Monate)                      |
| 0,15 GVE    | Mutterschaf/ -ziege                   |

In der konventionellen produktionsorientierten Landwirtschaft wird die Kennzahl GVE z. B. benötigt, um die Lagerkapazitäten von Futter, Gülle und Mist zu berechnen. In besonders intensiv arbeitenden Betrieben können die Werte sehr hoch sein.

Die Besatzstärke ist ein relatives Maß, angegeben als Großvieheinheiten pro Hektar und Weideperiode. Durch die Tatsache, dass sich die Besatzstärke auf die Weideperiode, die standortsbezogen einen weiten zeitlichen Rahmen hat, bezieht, schwankt natürlich auch die Einwirkzeit der Tiere auf eine bestimmte Fläche.

Anders als die Besatzstärke bezeichnet die Besatzdichte die tatsächliche Zahl an Weidetieren, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt auf der Fläche (bezogen auf einen Hektar) befinden. Eine hohe Besatzdichte, aber nur über einen kurzen Zeitraum, kann daher durchaus eine sehr geringe Besatzstärke bedeuten. Das wichtigste Kriterium eines extensiven und auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Weidesystems sind daher Besatzdichten, die sich an den Witterungsverhältnissen und den jahreszeitlich verschiedenen Aufwuchsbedingungen und –leistungen orientieren.

Basiswert der Besatzdichte ist ebenfalls die Einheit GVE/ha, allerdings wird sie in Tiereinheiten ausgedrückt. Auf diese Weise können die unterschiedlichen Tierarten und Altersstadien angemessen berücksichtigt werden.

In extensiven Weideprojekten richtet sich die Besatzdichte an der Kapazität oder Tragfähigkeit des Lebensraums und dem gewünschten Entwicklungsziel, das eine Fläche haben soll, aus. Ein in der Praxis in Deutschland üblicher Basiswert zur Einschätzung der nachhaltigen Produktionskapazität einer Weidefläche geht davon aus, dass ein Hektar durchschnittlich nährstoffreichen Grünlands ein erwachsenes Rind im Jahr ernähren kann. Nährstoffärmere Böden können deutlich weniger Tiere ernähren (0,3-0,5 GVE/ ha und Jahr). In der Agrar GmbH Crawinkel liegt der Wert ungefähr bei 0,5 GVE/ ha und Jahr. Dabei ist die teilweise Zufütterung im Winter berücksichtigt; das eingesetzte Futter wird größtenteils auf betriebseigenen Flächen beworben. Natürliche Dichteschwankungen von Jahr zu Jahr (milde/ kalte Winter, etc.) werden normalerweise akzeptiert und nicht nachjustiert. Letztendlich sollen Weidetiere in ihren jeweiligen Lebensräumen in Dichten gehalten werden, die ein langfristiges Zusammenwirken von Huftieren und Vegetation mit möglichst wenigen Eingriffen durch den Menschen erlauben.

#### Geeignete Tierarten für die Ganzjahresbeweidung

Es gibt unter den Weidetierarten große Unterschiede. Diese betreffen z.B. Habitat- und Nahrungsansprüche, inner- und interartspezifisches Verhalten, Einfluss auf die Vegetation und Landschaft und die Eignung für bestimmte an die Landschaft angepasste Projekte.

Grundsätzlich eignen sich

- gut: Wild-/ Hauspferdrassen (Konik, Przewalski-, Heckpferd, etc.), robuste Hausrindrassen (Highland, Galloway, Herford) oder Auerochsen-Rückzuchtungen (Heckrind, Taurus), Wasserbüffel
- Hausziegen, Hausschafe (trocken-warme, für Ziegen felsige Gebiete)
- eingeschränkt: Wild- und Hausesel, Hausschweinrassen, Rot- und Damhirsch, Reh, Elch, Gämse, Alpen-Steinbock, Wisent.

Oft werden innerhalb eines Projektes und auf derselben Fläche mehrere dieser Tierarten gehalten. In der Agrar GmbH leben grundsätzlich auf gleicher Fläche Pferde und Rinder in ihren Herdenverbänden. Wenn die Areale ausreichend groß bzw. die Besatzdichte ausreichend gering gewählt wurde, führt dies zu einer weitgehend störungsfreien inner- und zwischenartlichen Koexistenz. Durch unterschiedliche Nahrungswahl bzw. Nahrungsaufnahmeverhalten stehen sie nicht in direkter Konkurrenz, sondern ergänzen sich nicht nur in Bezug auf die unterschiedliche Gestaltung der Landschaft.

#### Bedürfnisfeld Nahrung, Wasser, Mineralien

Die Idee der ganzjährigen Beweidung ist, dass die Weidetiere ihren Nahrungsbedarf grundsätzlich das ganze Jahr über aus der Weidefläche decken sollen (zu diesem Zweck wird die Besatzdichte sehr gering angesetzt). Um mit den jahreszeitlichen Gegebenheiten auszukommen, entwickeln die Tiere Anpassungsstrategien, wie die Fetteinlagerung während der Vegetationsperiode, die Einschränkung des Stoffwechsels bzw. die Gewichtsabnahme im Winter oder die Umstellung auf das Nahrungsangebot im Winter. Die Anpassung der Besatzdichte an die Gegebenheiten der Weideflächen, ist schwierig aber wichtig. Wurde diese optimal gewählt, kommt es während der Vegetationsperiode zu deutlicher Unterbeweidung, die nicht verzehrte Vegetation dient als Wintervorrat. Allerdings gibt es auch Gründe für die Zufütterung von Heu und Stroh. Diese können z. B. fehlende Erfahrung am Anfang eines Projektes sein, außergewöhnlich harte Winter (geschlossene Schnee- oder Eisdecke) oder auch Tierschutzauflagen der Genehmigungsbehörden.

Von großer Bedeutung ist auch die Mineralienversorgung der Tiere in einer Ganzjahresbeweidung. Da die Weiden nicht gedüngt werden, müssen die Mineralien durch das Angebot von Salz- und Mineral-Lecksteinen kompensiert werden. Wasser brauchen die großen Weidetiere im Hochsommer bis zu 50 Liter/ Tag. Oft stehen auf den Weiden natürliche Fließgewässer zur Verfügung. Alternativ muss ein künstliches Tränkesystem angelegt werden, dass durch die öffentliche Wasserversorgung oder durch angelegte Brunnen mit frischem Wasser gespeist wird.

## 4 Allgemeine Methodik der Ökobilanzierung

Die Ökobilanz nach DIN-Norm [ISO 14040 2006] ist eine der am besten entwickelten und international anerkannten Methoden, um die Umweltauswirkungen, die mit der Produktion und Anwendung von Produkten und Dienstleistungen in Zusammenhang stehen, zu erfassen, zu quantifizieren und auszuwerten. Sie betrachtet die potenziellen Umweltwirkungen eines Produktes oder einer Dienstleistung im Normalfall während seines ganzen Lebensweges („from cradle to grave“), d. h. von der Rohstoffgewinnung über die Produktion, Nutzung, Abfallbehandlung und Recycling bis zur letztendlichen Beseitigung.

### Die Ökobilanz kann u.a.

- Möglichkeiten zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit aufzeigen,
- Entscheidungsträgern in Industrie, Verwaltung oder Nichtregierungsorganisationen (NGO) als Information dienen,
- der strategischen Planung dienen

oder

- für eine Marketingstrategie verwendet werden.

### Was kann eine Ökobilanz nicht?

Eine Ökobilanz bezieht sich immer auf potenzielle Umweltwirkungen, sie kann keine Voraussage über tatsächliche Umweltwirkungen machen, deshalb werden sie auch als „Wirkpotenziale“ angegeben.

### Die Ökobilanz umfasst 4 Phasen:

1. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens
2. Sachbilanz
3. Wirkungsabschätzung
4. Auswertung

Die Abbildung 6 zeigt die Phasen der Ökobilanz und einige Anwendungsmöglichkeiten.

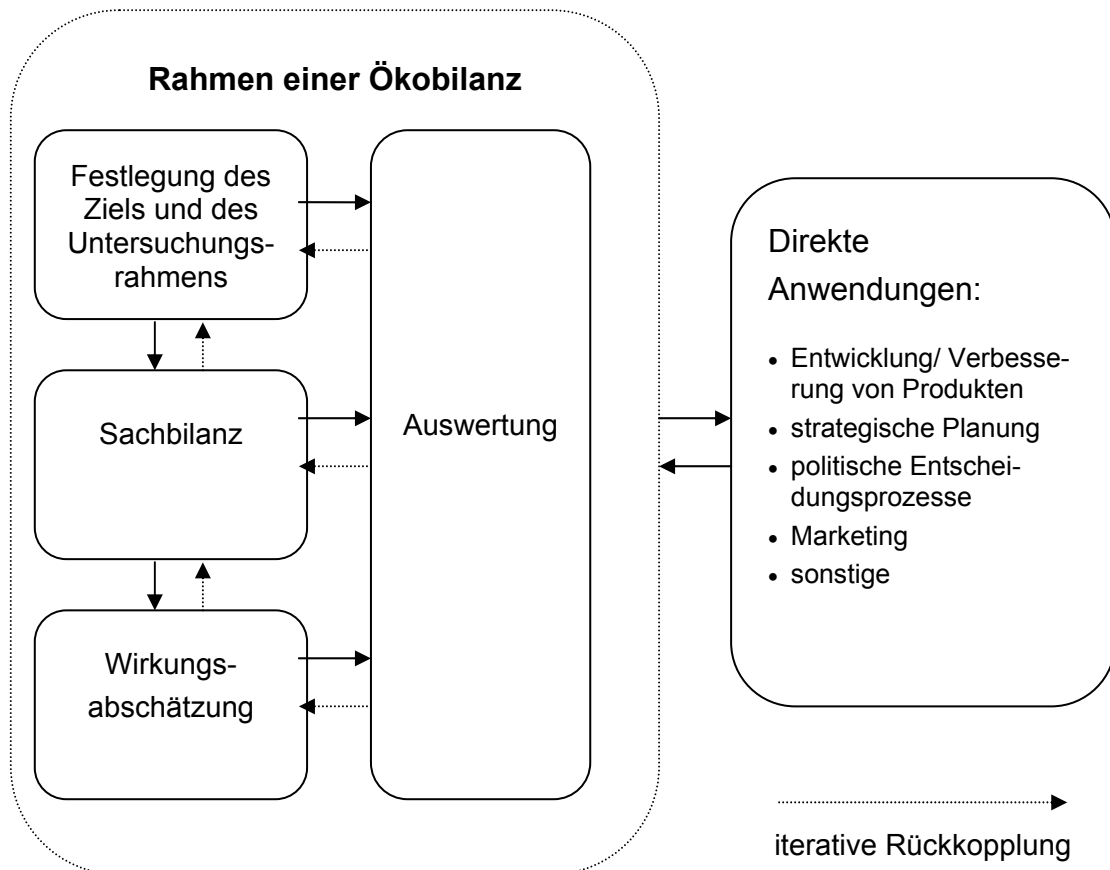


Abbildung 6: Die 4 Phasen einer Ökobilanz<sup>22 23</sup>

### Phase 1: Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen:

Der ersten Phase der Ökobilanz kommt eine entscheidende Bedeutung zu, da in diesem Abschnitt die wichtigsten Festlegungen getroffen werden.

Das Untersuchungsziel einer Ökobilanz soll zum einen die Absicht und Gründe beinhalten, warum die Studie durchgeführt wird. Zum anderen soll sie auch die angesprochene Zielgruppe und den Auftraggeber benennen.

Ausgehend vom Ziel und dem Erkenntnisinteresse wird dann der Untersuchungsrahmen festgelegt. Er ist wichtig, um die Ökobilanz für die spätere Zielgruppe transparent zu machen und um die Anforderungen für die nachfolgenden Phasen ableiten zu können.

Das Produktsystem ist ein Modell des realen physikalischen Systems, welches die wichtigsten Elemente des physischen Systems beschreibt.

<sup>22</sup> Quelle: [ISO 14040 2006]

<sup>23</sup> Der Prozess der iterativen Rückkopplung bzw. der Begriff „funktionelle Einheit“ werden im weiteren Verlauf dieses Kapitels erklärt.

In besagtem Untersuchungsrahmen müssen genaue Angaben zum untersuchten Produktsystem, der funktionellen Einheit<sup>23</sup> und den Systemgrenzen gemacht werden.

Abbildung 7 zeigt beispielhaft ein Produktsystem.

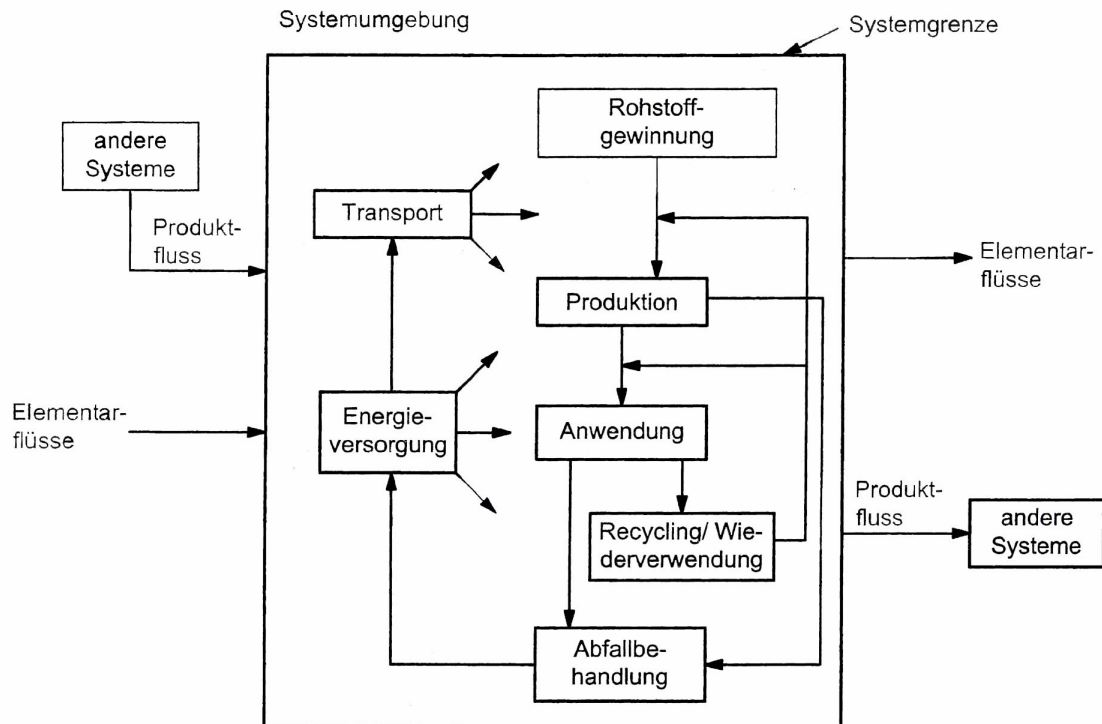


Abbildung 7: Beispiel für ein Produktsystem<sup>24</sup>

Die Systemgrenzen legen die Prozessmodule fest, die in das System einbezogen werden sollen.

Das System kann mehrere Funktionen haben (z.B. die Rindfleischproduktion). Die funktionelle Einheit quantifiziert diese Funktion (z.B. 1 kg in ganzjähriger Freilandhaltung produziertes Rindfleisch) und schafft einen Bezug, auf den sich die Inputflüsse<sup>25</sup> bzw. Outputflüsse<sup>26</sup> und die Umweltauswirkungen beziehen. Beim Vergleich verschiedener Produkte oder Verfahren ist es wichtig, dass das Kriterium der funktionellen Äquivalenz der betrachteten Systeme erfüllt ist, d.h. Funktion und Eigenschaften von Produkten gleich sein müssen.

<sup>24</sup> Quelle: [ISO 14040 2006]

<sup>25</sup> Hiermit ist der Produkt-, Stoff- oder Energiefluss, der einem Prozess zugeführt wird, gemeint.

<sup>26</sup> Hiermit ist der Produkt-, Stoff- oder Energiefluss, der von einem Prozess abgegeben wird, gemeint.



In dieser ersten Phase der Festlegung des Untersuchungsrahmens müssen auch Angaben zu den Annahmen, Allokationsverfahren<sup>27</sup>, Abschneidekriterien<sup>28</sup> und bzgl. der Anforderungen an die Datenqualität gemacht werden. Die Beschreibung der Datenqualität ist wichtig, um anschließend die Zuverlässigkeit der Studie beurteilen zu können.

Zu diesem Zeitpunkt wird weiterhin eine Auswahl der Wirkungskategorien und Wirkungsindikatoren getroffen. Wirkungskategorien<sup>29</sup> (z. B. das Treibhauspotenzial, Eutrophierungspotenzial) stehen für bestimmte Umweltthemen. Wirkungsindikatoren<sup>30</sup> quantifizieren die jeweilige Wirkungskategorie. Ihnen werden in der dritten Phase der Ökobilanz, der so genannten Wirkungsabschätzung, die Ergebnisse aus der Sachbilanzphase zugeordnet.

Die Ökobilanz ist eine iterative Methode zur Erfassung der Umweltaspekte eines Produktes oder einer Dienstleistung. Dies bedeutet, dass der Untersuchungsrahmen zwar am Anfang festgelegt wird, es aber während des Prozesses der Informations- und Datensammlung immer wieder zu Anpassungen kommen kann, um das ursprüngliche Ziel der Ökobilanz zu erreichen.

## 2. Phase: Erstellen der Sachbilanz

Das Erstellen der Sachbilanz dient der Erhebung, Zusammenstellung und Berechnung von spezifischen Daten und Informationen. Auf diese Weise sollen relevante Stoff- und Energieströme als Input- und Outputflüsse des Produktsystems quantifiziert werden. Da dieser Prozess iterativ ist, ist es möglich, dass die Anforderungen an die Datenqualität verändert oder Einschränkungen vorgenommen werden müssen, um das Ziel der Studie zu erfüllen.

Die Daten werden für jedes Prozessmodul innerhalb der Systemgrenze gesammelt und können in logische Gruppen (Energieinput, Emissionen, Produkte etc.) gegliedert werden. Sie müssen sich auf die funktionelle Einheit beziehen.

Da die Datenerhebung ein umfangreicher und aufwändiger Prozess sein kann, können Einschränkungen vorgenommen werden, die dann im Untersuchungsrahmen zu dokumentieren sind.

Im zweiten Teil der Sachbilanz wird eine Berechnung der ermittelten Daten vorgenommen. Diese erfolgt oft mit Hilfe einer Berechnungssoftware (in dieser Studie GaBi 4 [GaBi 2006]).

---

<sup>27</sup> d.h. prozentuale Verteilung der Aufwendungen für Prozesse auf verschiedene Produktsysteme. In dieser Studie wird aufgrund der verschiedenen Tierarten, die in der Agrar GmbH gehalten werden, eine Allokation vorgenommen.

<sup>28</sup> Abschneidekriterien grenzen den Untersuchungsumfang auf ein handhabbares Maß ein.

<sup>29</sup> Im Verlauf dieses Kapitels werden diese sehr kurz dargestellt. Eine genauere Beschreibung der wichtigsten und hier gewählten Wirkungskategorien bzw. des Primärenergiebedarfs ist im Anhang B zu finden.

<sup>30</sup> Der Wirkungsindikator z.B. für die Wirkungskategorie Treibhauspotenzial ist kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente.

### 3. Phase: Wirkungsabschätzung

Aufgabe der Wirkungsabschätzung ist es, die in der Sachbilanz erhobenen Stoff- und Energieströme auf bestimmte, vorher festgelegte Umweltwirkungen hin auszuwerten. Sie dient damit der Erkennung, Zusammenfassung und Quantifizierung der potenziellen Umweltauswirkungen der untersuchten Produktsysteme und liefert wesentliche Informationen für die Auswertung. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der Wirkungsabschätzung, Festlegung der Wirkungskategorien, Klassifizierung und Charakterisierung näher erläutert [LCA METHODE].

Im Rahmen der „Klassifizierung“ werden die in der Sachbilanz ermittelten Stoff- und Energieströme den zuvor festgelegten Umweltwirkungen, den Wirkungskategorien<sup>31</sup> zugeordnet. Die Wirkungskategorien beschreiben potenzielle Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Sie unterscheiden sich unter anderem in ihren räumlichen Bezügen (globale, regionale und lokale Wirkungen). Prinzipiell kann jede Umweltauswirkung in die Untersuchung einbezogen werden, sofern die erforderlichen Daten und ein geeignetes Modell zur Beschreibung und Parametrisierung der Wirkung vorhanden sind. Ein Stofffluss kann auch mehreren Umweltwirkungen zugeordnet werden [LCA METHODE].

Einige der Wirkkategorien, die auch im Rahmen dieser Ökobilanz gewählt wurden, werden im Weiteren beschrieben<sup>31</sup>.

#### Treibhauspotenzial (GWP):

Wie im Glashaus trifft kurzweilige Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche, diese erwärmt sich durch Absorption. Ein Teil wird als langweilige Strahlung reflektiert, durch so genannte Treibhausgase in der Troposphäre „gehalten“ und erwärmt die Erde zusätzlich. Der anthropogene Treibhauseffekt verstärkt diesen natürlichen Treibhauseffekt. Treibhausgase sind Wasserdampf, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O) und FCKWe. Verursacher sind u.a.: Die Verbrennung fossiler und CO<sub>2</sub>-haltiger Brennstoffe (Industrie, Verkehr, Haushalte), die Landwirtschaft (Reisanbau, Rinderzucht, Düngemittel), Kühl- und Lösemittel, etc. Das GWP wird in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben.

#### Eutrophierungspotenzial (EP):

Der Eintrag von Nährstoffen in Böden oder Gewässer führt zu vermehrtem Algenwachstum, dem so genannten „Umkippen“ von Gewässern, zur Anfälligkeit von Pflanzen und Grundwasserbelastung. Ursächlich sind Luftschadstoffe (Verkehr, Industrie),

---

<sup>31</sup> Im Anhang B befindet sich eine Beschreibung der wichtigsten und hier gewählten Wirkkategorien bzw. des Primärenergiebedarfs.

landwirtschaftliche Düngung und Kläranlagen. Das EP wird in  $\text{PO}_4$ -Äquivalenten angegeben.

#### Versauerungspotenzial (AP):

Die Versauerung von Böden und Gewässern wird durch die Umwandlung von Luftschadstoffen (Schwefeldioxid, Stickoxide) in Säuren (Saurer Regen) verursacht. Diese bewirken u.a. Nährstoffauswaschungen aus Böden, Pflanzen- und Waldsterben und eine erhöhte Schwermetallmobilität. Verursacher sind die Industrie und der Verkehr bzw. die stickstoffhaltigen Düngemittel in der Landwirtschaft. Angegeben wird das AP in  $\text{SO}_2$ -Äquivalenten.

#### Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (POCP):

Bodennahes Ozon (Sommersmog) wird unter Sonneneinwirkung auf kompliziertem Weg aus Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen (unvollständige Verbrennung, Lösemittel, Kraftstoffe) gebildet. Es schädigt die Vegetation, Materialien und die Gesundheit des Menschen. Das POCP wird in Ethen- $(\text{C}_2\text{H}_4)$ -Äquivalenten angegeben.

#### Ozonabbaupotenzial (ODP):

Die Ozonschicht verhindert das Durchdringen zerstörerischer kurzwelliger Strahlung. Der Abbau dieser wichtigen stratosphärischen Barriere wird verursacht durch FCKWe und Stickoxide (Industrie und Verkehr). Folgen sind Schäden des Pflanzenwachstums, Abnahme des Planktons und eine erhöhte Tumorneigung beim Menschen. Das ODP wird in R11-Äquivalenten berechnet.

#### Primärenergiebedarf:

Hiermit ist der Energiebedarf gemeint, der direkt aus der Hydro-, Geo- oder Atmosphäre, also ohne bisherige anthropogene Umwandlung, entnommen wird. Er wird angegeben in Megajoule (MJ). Es gibt folgende zwei Formen:

regenerativ: Wind- und Wasserkraft, Sonnenenergie und Biomasse

nicht regenerativ: Erdgas, Erdöl, Kohle, Uran

Im Schritt der „Charakterisierung“ erfolgt die Quantifizierung der zugeordneten Größen. Mit Hilfe von Äquivalenzfaktoren werden die unterschiedlichen Beiträge der verschiedenen Stoffe zu einer Umweltwirkung aggregiert und bezogen auf eine Referenzsubstanz ausgedrückt. Hierzu werden die in der Sachbilanz aufgelisteten Flüsse mit den entsprechenden Äquivalenzfaktoren multipliziert und die einzelnen Beiträge addiert. Das ermittelte Wirkpotenzial stellt ein Maß für eine mögliche Schädigung der Umwelt dar. Die Beträge verschiedener Wirkpotenziale sind nicht direkt miteinander vergleichbar. Bei der „Normierung“ wird das Ergebnis der ermittelten Wirkpotenziale zu einem raumbezogenen Referenzwert ins Verhältnis gesetzt. Eine weitergehende Aggregation

der Wirkungskategorien zu einer oder mehreren Kennzahlen wird nicht durchgeführt. Die hierzu notwendige Gewichtung der einzelnen Kriterien kann nur aus individuellen Entscheidungsrandbedingungen abgeleitet werden, die wissenschaftlich oft nicht zu erschließen sind [LCA METHODE].

#### **4. Phase: Auswertung**

In dieser Phase der Ökobilanz werden die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung in Bezug auf das festgelegte Ziel und den Untersuchungsrahmen betrachtet. Die Ergebnisse der Auswertungsphase sollen der Ableitung von Schlussfolgerungen und dem Aussprechen von Empfehlungen dienen. Wichtig ist dabei zu berücksichtigen, dass es sich bei den Ergebnissen der Wirkungsabschätzung um einen relativen Ansatz handelt. Dies bedeutet, dass sie potenzielle Umweltwirkungen anzeigen (wie schon der Name sagt: Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, etc.).

## 5 Ziel und Untersuchungsrahmen

### 5.1 Zielsetzungen der Studie

Wie in Kapitel 3 „Aspekte der extensiven Ganzjahresbeweidung“ beschrieben, sind die Ziele der naturnahen Weidehaltung:

- Biotopmanagement mit einem starken Fokus auf die Initiierung dynamischer Prozesse zur Gestaltung halboffener Landschaften.
- Entwicklung von agrarischen Betriebs- und Nutzungstypen mit einem geringen Input an Energie, Arbeitszeit und Kapital (im Vergleich zu intensiven Systemen).
- Erzeugung von qualitativ hochwertigen Lebensmitteln

Bei der extensiven Beweidung in Mutterkuhhaltung<sup>32</sup> ist das landwirtschaftliche Produkt Rindfleisch, das überwiegend aus den jährlich heranwachsenden Kälbern bzw. Weidejungrindern besteht. Im Beispielbetrieb sind es zertifizierte ökologische Produkte.

Bekannt ist, dass die Produktion von Rindfleisch Auswirkungen auf die Umwelt hat, gerade in Bezug auf die entstehenden Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas. Aus konventioneller Stallhaltung wie auch aus ökologischer Erzeugung (Stallhaltung) gibt es zahlreiche Untersuchungen, die dies belegen [HIRSCHFELD et al. 2008].

Die extensive Freilandhaltung unterscheidet sich aber in vielen Punkten von der konventionellen bzw. Stallhaltung. Die Unterschiede liegen im (Bewegungs-) Verhalten und der Futtermittelverwertung der Tiere, aber auch in den unterschiedlichen technischen Aufwendungen<sup>33</sup> z.B. bei Futtererzeugung, Zaunbau, Stallbau oder Frischwasserversorgung.

Entsprechend sind auch vorliegende Studien bezüglich der Umweltwirksamkeit der Rindfleischerzeugung nur eingeschränkt anwendbar.

Ziel dieser Studie ist es deshalb, im Sinne der Grundlagenforschung zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen in Bezug auf diese Thematik zu gelangen.

Erklärtes Ziel ist es auch in diesem Kontext herauszufinden, welche Umweltwirkungen sich an welcher Stelle der Produktion besonders aus den technischen Aufwendungen ergeben und diese zu quantifizieren.

---

<sup>32</sup> Mutterkuhhaltung bedeutet die gleichzeitige Haltung von Mutterkuh und Kälbern auf einer Fläche. Die Kälber trinken Muttermilch, so dass in dieser Haltung nur Fleisch nicht aber Milch oder Milchprodukte anfallen.

<sup>33</sup> In der Systembeschreibung und der Beschreibung der einzelnen Produktionsprozesse (Kapitel 6 „Sachbilanz“) werden diese detailliert für die Gegebenheiten in dem untersuchten Betrieb beschrieben.

Zudem sollte eine wissenschaftliche Grundlage zur Kommunikation und Diskussion in Fachkreisen erarbeitet werden.

Da seit vielen Jahren modellhafte Beweidungsprojekte existieren, können die Verantwortlichen in Naturschutzverwaltung und in den Betrieben so gezielt - im Sinne des Umweltschutzes – zu kritisierende Anteile des Prozesses ermitteln und Maßnahmen zu deren Optimierung einleiten.

Diese Studie soll dem Beispielprojekt auch konkret Basisdaten liefern, um eventuell vorhandene Schwachpunkte in Bezug auf die Umweltauswirkungen zu erkennen und betriebliche Verbesserungen einleiten zu können.

Zielgruppen für die Erkenntnisse der vorliegenden Studie sind u. a. Fachleute und Entscheidungsträger in den Naturschutz-, Agrar- und Forstverwaltungen, die sich mit der Thematik Umwelt, Klimaschutz und Landschaftsmanagement auseinandersetzen.

Die Durchführung dieser Studie erfolgt nach den Anforderungen für Ökobilanzen, die in den international anerkannten Normen DIN EN ISO 14040 [ISO 14040 2006] und DIN EN ISO 14044 [ISO 14044 2006] festgelegt sind.

## **5.2 Untersuchungsrahmen**

In diesem Kapitel werden die Rahmenbedingungen der Studie beschrieben. Die Dokumentation des Untersuchungsrahmens soll das Vorgehen in der Ökobilanz verständlich und transparent machen, um eine korrekte Interpretation der Ergebnisse zu erlauben.

### **5.2.1 Produktsystem/ Beschreibung des produzierenden Betriebes**

Allgemein gesehen ist das Produktsystem die Summe der Prozesse oder Aktivitäten, die nötig sind, um die gewünschte Funktion (hier 1 kg Rindfleisch für die Ernährung von Menschen) zu erfüllen. Der gesamte Lebenszyklus dieses Produktes wäre in Bezug auf seine Funktion:

- die Produktion (Landwirtschaft)
- die Nutzung (Schlachtereie, Handel, Ernährung)
- die Entsorgung (Kläranlage, Klärschlamm Entsorgung, Schlachtabfälle)

Im vorliegenden Fall liegt der Fokus auf der Herstellung. Die Umsetzung der Fleischprodukte im menschlichen Körper wie auch die Entsorgung der Abfallprodukte ist nicht beeinflussbar und wird deshalb ausgeklammert. Das bedeutet, dass in dieser Ökobilanz nicht der gesamte Lebenszyklus, sondern nur die Herstellung oder Bereitstellung von 1 kg für die Fleischproduktion verwertbarem Rind betrachtet wird.

Das Produktsystem „Produktion Rindfleisch aus extensiver Ganzjahresbeweidung“ beinhaltet also alle relevanten technischen Prozesse, die zur Rindfleischproduktion in der Agrar GmbH notwendig sind. Tabelle 5 zeigt zur Orientierung des Lesers einige Betriebskennzahlen dieses Modellbetriebes. Es ist zu erwähnen, dass es sich hierbei nur um die Betriebsflächen in Thüringen handelt, die auch in die Berechnung der Ökobilanz eingehen. Bezüglich in jüngerer Zeit hinzugekommener Flächen in anderen Bundesländern liegen keine bzw. nur unzureichende Daten vor.

**Tabelle 5: wichtige Betriebsdaten der Agrar GmbH Crawinkel<sup>34</sup>**

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
| <b>Betriebsgeschichte</b> | Gründung:  | 1991 (entstanden aus ehemaliger LPG)   |
|                           | Übernahme:   | 1997 (durch Fam. Bley)   |
|                           | Betriebszweige:  | konv. Ackerbau/ Fleischproduktion  |
|                           | Gesamtgröße:   | 1200 ha  |
|                           | Tierarten/-rassen:   | Fleckvieh, Angus   |
|                           | Modellbetrieb (ganzj. Beweidung):  | seit 2003 (Umwandlung aller Ackerflächen in extensives Grünland)   |
| <b>heutiger Betrieb</b>   | Betriebszweige:  | ausschließlich extensive Ganzjahresbeweidung: Pferdezucht, Hutehaltung (Schafe/ Ziegen), Rinderzucht und ökol. Rindfleischproduktion   |
|                           | Größe (Gesamt-/ Weidefläche Rind und Pferd/ Besatzstärke Rind):  | 2500 ha/1700 ha/0,6 GVE  |
|                           | Tierarten/-rassen (Anzahl Stück/GVE) Bezugsjahr 2008:  | <b>Pferde</b> (500/500): Dt. Sportpferde, Traber, Konik<br><b>Rinder</b> (1518/1130): Heckrind, Angus, Galloways, Highland-Cattles<br><b>Schafe/Ziegen</b> (785/108): z.B. Merinoschaf |
|                           | jährl. Anzahl (St.)/ Lebendmasse Rind (kg/GVE) zur Schlachtung (Mittelwert 2007/2008)                    | 725 St./205.000 kg/410 GVE   |
|                           | absol. jährl. Schlachtmasse (kg/GVE), jährl. Schlachtmasse pro Hektar Weidefläche (Mittelwert 2007/2008) | 108.575 kg/217 GVE<br>63,7 kg/ha   |

<sup>34</sup>

Daten: [AGRAR 2009], Anhang C: Nebenrechnungen, eigene Berechnung/ Darstellung

Die Agrar GmbH Crawinkel ist also, wie schon erwähnt, ein extensiv wirtschaftender Grünlandbetrieb, der auf großräumigen Standweiden ganzjährig Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen in geringer Dichte zur Beweidung hält. Diese Haltung hat in erster Linie eine naturschützerische und landschaftsgestaltende Funktion, doch fallen pro Jahr überzählige Kälber, Jungbullen des Vorjahres und einige Mutterkühe an, die der Fleischvermarktung zugeführt werden. Für diese Form der extensiven Bewirtschaftung und Rindfleischproduktion ist eine bestimmte technische Infrastruktur zwingend notwendig.

Die Bereitstellung von 1 kg Rindfleisch lässt sich wie folgt gliedern (Abbildung 8):

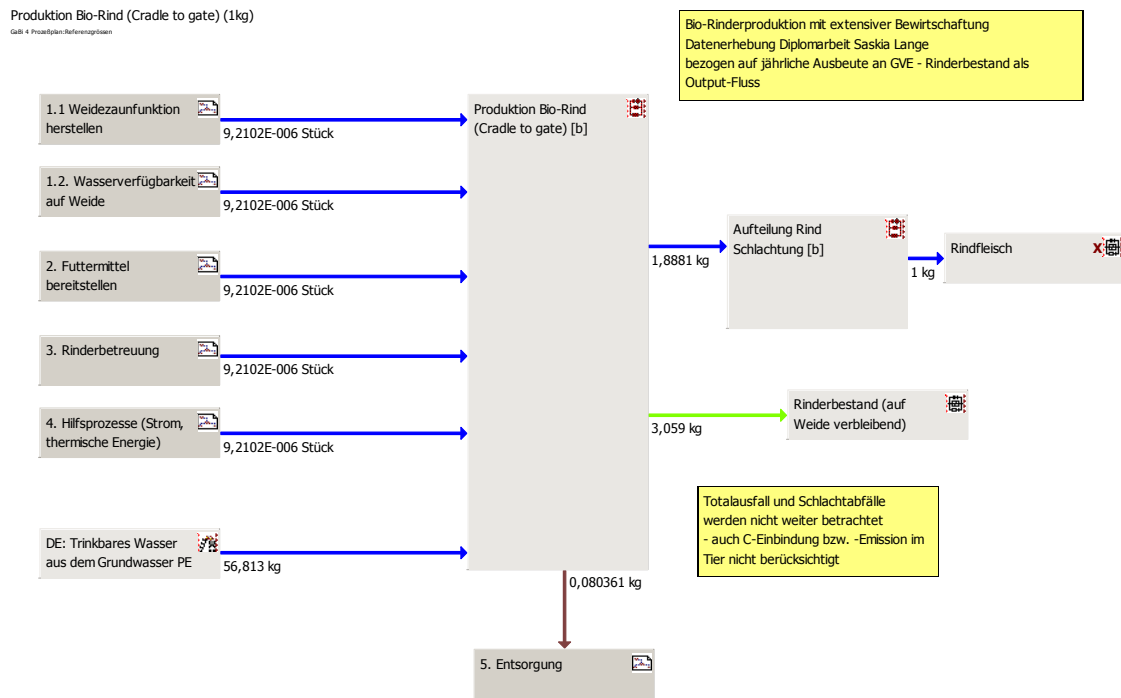
Inputseitige Hauptprozesse im betrachteten System:

- Weidezaunfunktion herstellen  
(beinhaltet die Herstellung des Zaunmaterials, das Anlegen des Weidezauns und die Strombereitstellung für den Netzgerätbetrieb)
- Wasserbereitstellung auf der Weide  
(schließt die Teilprozesse Wasserverteilung/ –bereitstellung und Wasserförderung mit ein)
- Futtermittelbereitstellung  
(mit den Teilprozessen Strohballen herstellen, Heuballen herstellen, Lecksteine herstellen)
- Rinderbetreuung  
(einschließlich aller notwendigen Fahrten, Fanganlagenherstellung, Ohrmarken und Blutentnahmen)
- Hilfsprozesse  
(wie die Herstellung des Betriebsstroms und der thermischen Energie)
- Trinkwasserverbrauch

Outputseitige Hauptprozesse im betrachteten System:

- Entsorgung der Feststoffe (z.B. aus Erneuerung des Weidezaunmaterials)
- Rinderbestand (auf der Weide verbleibend)
- Rindfleisch





**Abbildung 8: Produktsystem mit Hauptprozessen für die Bereitstellung von 1kg Rind zur Fleischproduktion**

Die Umwelt- und besonders die Klimawirkungen, die sich aus den Stoffwechselprozessen beim extensiv gehaltenen Rind ergeben, zu erfassen, waren nicht Gegenstand der Studie.

Das liegt an der Tatsache, dass die dafür notwendige Datenerfassung in einem komplexen offenen System, wie der extensiven Weidehaltung (mit vielen nicht kontrollierbaren Parametern) im Rahmen dieser Studie nicht möglich ist.

Es gibt bisher auch keine Daten aus wissenschaftlichen Untersuchungen zu Umweltauswirkungen von Stoffwechselprozessen beim extensiv gehaltenen Rind.

Vorhandene Daten aus der konventionellen und ökologischen Nutztierhaltung (Stallhaltung) können nicht (oder nur sehr eingeschränkt) auf die extensive ganzjährige Weidehaltung übertragen werden.

Denn mit der Entscheidung, Rinder in extensiver Ganzjahresbeweidung zu halten, folgen u. a.:

- die Wahl anderer (robusterer) Rassen (wie Galloways und Highland-Cattles) mit geringerem Gewicht und anderem Stoffwechsel (Energie- Nährstoffbedarf)
- ein anderes Bewegungsverhalten
- eine veränderte Futtermenge und -zusammensetzung
- andere Menge bzw. Zusammensetzung der Exkrememente und des Urins

Im Kapitel 9 „Diskussion: Stoffwechselfysiologische Prozesse des Rindes in extensiver Ganzjahresbeweidung“ soll in aller Kürze beispielhaft anhand der extensiven Ganzjahresbeweidung in der Agrar GmbH erklärt werden, welche Größen in die Berechnung der Umweltauswirkungen aus den Stoffwechselprozessen des Rindes eingehen, und welche Probleme sich bei der Datenerfassung ergeben.

Auch die Umweltauswirkungen, die sich aus der Landnutzung ergeben, sind in dieser Ökobilanzierung nicht betrachtet worden. Die Landnutzung durch Land- und Forstwirtschaft, Hausbau, Industrie und Bergbau hat Auswirkungen auf die Biodiversität und die Qualität der Böden. Leider gibt es hierzu bislang keine allgemein und international anerkannte Abschätzungsmethode bzw. Bewertungsschlüssel. Internationale Expertenteams arbeiten derzeit daran, die Rahmenbedingungen für eine solche Methode zu formulieren [WITTSTOCK et al. 2008, MILA I CANALS et al. 2007].

Im Fall der Agrar GmbH Crawinkel hat die Umwandlung der intensiv genutzten Ackerbauflächen in extensives Grünland mit geringem Beweidungsdruck bezüglich der Biotopvielfalt und der Biodiversität eine enorme Aufwertung bewirkt. Im Jahre 2007 fand der „9. GEO-Tag der Artenvielfalt“ in der Agrar GmbH statt. In verschiedenen Lebensraumtypen u. a. auf Feuchtwiesen und -weiden, Halbtrockenrasen, in Heckenlandschaften und an Kalkschotterhängen wurden über 2400 teilweise sehr seltene Arten gefunden [AGRAR GmbH, GEO 2007].

### **5.2.2 Funktionelle Einheit/ Referenzflussgröße und Berechnungsweg**

Da in der vorliegenden Studie nur die Produktion von Rindfleisch einschließlich aller Vorketten bis zum Tor der Agrar GmbH („cradle to gate“), nicht aber der ganze Lebenszyklus einschließlich Nutzung und Entsorgung („cradle to grave“) betrachtet wurde, wird in dieser Studie nicht von funktioneller Einheit gesprochen sondern von Referenzflussgröße. Als diese wurde hier 1 kg Rind für die Fleischgewinnung gewählt.

Folgender Berechnungsweg war notwendig, um zu den Aufwendungen für 1 kg Rind zur Fleischgewinnung zu gelangen:

| Schritt Nr. | Beschreibung des Schrittes   |
|-------------|--|
| 1           | Aufwand für alle Rinder (in GVE) auf den Weideflächen des Betriebes in einem Jahr erfassen |
| 2           | Aufwand für alle Rinder (in GVE) in 1 Jahr zur Schlachtung aus Schritt 1 berechnen         |
| 3           | Aufwand für die Schlachtausbeute (in GVE) aus Schritt 2 berechnen                          |
| 4           | Aufwand für 1 kg Rind zur Fleischgewinnung aus Schritt 3 berechnen                         |

Die Anzahl aller Rinder des Betriebes, jener die zur Schlachtung vorgesehen sind und der jeweiligen relativen und absoluten Schlachtausbeute können dem Anhang C (Nebenrechnungen: Tabelle „Schlachtmasse/ Schlachtausbeute“) entnommen werden.

### 5.2.3 Allokation

Die Agrar GmbH hält zur Beweidung nicht nur Rinder sondern auch Schafe, Ziegen und Pferde. Aufwendungen in den Prozessen, die gleichermaßen für alle diese Tierarten gelten, müssen aus diesem Grund nach der Gesamterhebung prozentual auf alle Rinder des Betriebes verteilt werden. Das ist der Fall in folgenden Produktionsprozessen: „Weidezaunfunktion herstellen“, „Wasserverfügbarkeit auf der Weide gewährleisten“, „Futtermittel bereitstellen“ und „Trinkwasser bereitstellen“.

Rinder und Pferde werden immer gemeinsam auf den gleichen Standweiden gehalten und betreut. Deshalb werden die Inputs des Hauptprozesses „Rinderbetreuung“ zunächst für diese beiden Tierarten ermittelt und später prozentual auf nur die Rinder des Betriebes verteilt.

Für jeden einzelnen (Teil-) Prozess muss also entschieden werden, mit welchem Allokationsfaktor die Aufwandsverteilung vorgenommen wird.

Für die Berechnung der Allokationsfaktoren waren folgende Schritte nötig:

| Schritt Nr. | Beschreibung des Schrittes   |
|-------------|--|
| 1           | Anzahl der Tiere pro Tierart und Alterskategorie aus der monatlichen Betriebsstatistik des Jahres 2008 ermitteln (Anzahl in der Alterskategorie 0-6 Monate * $\frac{2}{3}$ , weil die Tiere nur 8 Monate auf der Fläche sind; 198 Bullen in der Kategorie 6-24 Monate * $\frac{1}{2}$ , da sie Mitte des Jahres verkauft werden) |
| 2           | Umrechnung von der Anzahl der Tiere/ Alterskategorie und Tierart über den GV-Faktor (aus der Betriebsstatistik) in GVE der Tiere/ Altersklasse und Tierart   |
| 3           | wenn der Aufwand gleichermaßen für alle Tierarten gilt:<br>Summe GVE (absolut)/ Tierart berechnen und daraus den prozentualen Anteil an der Summe GVE aller Tiere des Gesamtbetriebes ermitteln  |
| 4           | wenn der Aufwand nur für alle Pferde und Rinder gilt:<br>analog wie Schritte 2 und 3 vorgehen, aber die Summe aus GVE Rind und Pferd gleich 100 % setzen   |

Die Berechnung kann auch im Anhang C (Nebenrechnungen: „Allokationstabelle“) nachvollzogen werden. Der Faktor, welcher für die Aufwandsberechnung in einem Prozess herangezogen wurde, wurde im Anhang A („Sachbilanzdaten“) vermerkt.

Im Hauptprozess „Hilfsprozesse“ wird bzgl. der Berechnung des Stromverbrauchs für die Rinder eine abweichende Verteilung vorgenommen. Diese ist dem Kapitel „Sachbilanz“ oder ergänzend dem Anhang „Sachbilanzdaten“ zu entnehmen.

Grundlage für die Aufstellung der Allokationstabelle stellte die Betriebsstatistik des Jahres 2008 (Bestandsregistermeldung in der HIT-Datenbank) dar.

Die spezifischen Daten und zugehörigen Mengenangaben in der Sachbilanz wurden fast ausschließlich für alle Rinder in Großvieheinheiten erhoben.

#### 5.2.4 Annahmen

In diesem Kapitel soll der Übersicht halber nur auf die Hauptannahmen bezüglich der Prozesse eingegangen werden. Im Anhang A („Sachbilanzdaten“) befinden sich in den Prozessinformationen und Erläuterungen detaillierte Angaben zu wichtigen Annahmen und Abschätzungen.

- Annahme bezüglich der Allokation:

Die quantifizierten Stoff- und Energieströme in den einzelnen Prozessen des Produktionssystems müssen auf alle verschiedenen Tierarten, die sich auf den Weideflächen der Agrar GmbH Crawinkel befinden, verteilt werden.

Die Allokation der technischen Aufwendungen für die verschiedenen Tierarten im Betrieb findet auf Basis folgender Annahme statt:

Der Aufwand pro kg Lebendmasse ist prinzipiell über alle Tierarten und alle Alterskategorien in der Agrar GmbH gleich.

Ein Beispiel zur Verdeutlichung:

Der Aufwand für ein erwachsenes Rind mit der Lebendmasse 500 kg wird als gleich dem Aufwand für 10 Schafe (älter als 1 Jahr) mit der Lebendmasse von je 50 kg angenommen, obwohl dies nicht der Wirklichkeit entspricht. Tatsächlich haben Schafe andere Grundbedürfnisse und ein anderes Verhalten als Rinder.

- Annahme bezüglich der Lebendmasse der schlachtreifen Rinder und Schlachtausbeute:

Für alle Kälber zur Schlachtung wird eine Lebendmasse von 200 kg, für die Fresser<sup>35</sup> von 250 kg und für Mutterkühe bzw. sonstige Rinder von 500 kg angenommen.

Für die Schlachtausbeute bei Fressern und Kälbern wurde ein Anteil von 55 %, bei den Kühen und anderen Rindern von 50 % angesetzt [BLEY 2009].

---

<sup>35</sup>

Fresser: Jungbullen, die im Frühjahr des Vorjahres geboren wurden

- Annahme bezüglich des Anteils an nicht verwertbaren Tierkörpern:  
Es wird angenommen, dass 5 % aller Rinder auf den Weideflächen nicht der Fleischverwertung zugeführter Totalausschuss für die Tierbeseitigungsanlagen sind [BLEY 2009].
- Annahme bezüglich der Verweildauer der Rinder auf den Weideflächen der Agrar GmbH:  
Für die Kälber wird von der Abkalbung im Frühjahr bis zur Schlachtreife Ende des Jahres ein einheitlicher Zeitraum von acht Monaten angenommen.

### 5.2.5 Systemgrenzen

Das Produktsystem schließt alle technischen Aufwendungen in Bezug auf die Rindfleischproduktion innerhalb der Agrar GmbH ein.

Diese Prozesse sind u. a. die „Herstellung der Weidezaunfunktion“, die „Wasser-  
verfügbarkeit auf der Weide“ und „Futtermittelbereitstellung auf der Weide“. Unter  
Punkt 5.2.1 befindet sich eine Abbildung mit der Übersicht über alle berücksichtigten  
Prozesse im System (Abbildung 8). Die genaue Beschreibung der Einzelprozesse ist im  
Kapitel 6 „Sachbilanz“ zu finden.

Im Prozess „Weidezaun herstellen“ wurden inputseitig zusätzlich die Transportaufwen-  
dungen von der Produktionsstätte zum Betrieb in Thüringen berechnet, da die Holz-  
pfähle aus Ungarn und die übrigen Materialien aus Neuseeland stammen. Andere  
Transporte in den Produktionsvorketten sind schon in den Hintergrunddaten der GaBi 4  
Datenbank [GaBi 2006] berücksichtigt.

Weiterhin wurden in der Sachbilanz keine Investitionsgüter wie z.B. der Bau der Be-  
triebsgebäude sowie Ställe und die Herstellung der landwirtschaftlichen Maschinen  
berücksichtigt. Auch auf die Produktion der Fahrzeuge wurde verzichtet, da sie als  
Gebrauchtwagen gekauft und auch als solche nach 3-4 Jahren Nutzung wieder verkauft  
werden.

Die Kohlenstoff- und Stickstofffixierung in den Tieren und direkten Emissionen aus der  
Verdauung bzw. aus dem Wirtschaftsdüngermanagement konnten wie schon im Pro-  
duktsystem dargestellt, nicht berücksichtigt werden.

Die jährlichen Fälle an verendeten Rindern, deren Beseitigung in der Tierkörper-  
beseitigungsanlage und auch Abfälle, die bei der Schlachtung entstehen, wurden nicht  
betrachtet.

In die Berechnung wurden weder die Aufwendungen für den Transport zum Schlacht-  
hof, für die Schlachtung an sich noch für die Verpackung des Fleisches mit einbezogen.

### 5.2.6 Abschneidekriterien

Grundsätzlich wurden bei der Datenerhebung alle in das Gesamtsystem eingehenden Stoffströme berücksichtigt, deren Masse mehr als 1 % der Masse aller Stoffströme betragen, oder mehr als 1 % zum gesamten Primärenergieverbrauch beitragen. Auf der Outputseite wurden alle Stoffströme erfasst, die das System verlassen und deren Umweltauswirkungen größer als 1 % der gesamten Auswirkungen einer berücksichtigten Wirkkategorie sind.

Im Prozess „Weidezaunfunktion herstellen“ wurde die Produktion der Blitzschutzgeräte und Erdungsklemmen als nicht relevant betrachtet.

Im Prozess „Rinderbetreuung durchführen“ wurden die Aufwendungen für die Produktion der Medikamente vernachlässigt. Die zusätzliche Erhebung in Pharmaunternehmen hätte den zeitlichen Rahmen gesprengt. Zudem standen in der GaBi 4 Datenbank [GaBi 2006] hierzu keine Daten zur Verfügung.

Bei der Erhebung anderer Verbrauchsstoffe (Kanülen, Untersuchungshandschuhe) in diesem Prozess wurde festgestellt, dass sie unter der Berücksichtigungsgrenze von 1 % der gesamten Masse liegen und deshalb vernachlässigt werden können.

### 5.2.7 Methodik und Wirkkategorien

Die Wirkungsabschätzung erfolgt innerhalb der folgenden Wirkkategorien gemäß der CML-Methodik aus dem Jahr 2001 [CML 2001]:

- Treibhauspotenzial (GWP) in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente
- Eutrophierungspotenzial (EP) in kg PO<sub>4</sub>-Äquivalente
- Versauerungspotenzial (AP) in kg SO<sub>2</sub>-Äquivalente
- Photochem. Oxidantienbildungspotenzial (POCP) in kg Ethen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)-Äquivalente
- Ozonabbaupotenzial (ODP) in kg R11-Äquivalente

Zusätzlich zu den genannten Wirkungskategorien wird in dieser Studie der Verbrauch an regenerativen und nicht regenerativen Energien (Primärenergieverbrauch) in Megajoule (MJ) betrachtet.

Die Faktoren der Wirkungspotenziale der toxischen Emissionen in der Ökobilanz sind heute noch mit hohen Unsicherheiten behaftet. Die humantoxische Wirkung von Substanzen erfolgt oft über Ingestion (Aufnahme über die Nahrungskette) oder durch Inhalation (Einatmung). Gerade die Weiterentwicklung und Berechnung der Ausbreitungs- und Expositionsmodelle in Bezug auf den Menschen wird von Wissenschaftlern, die sich mit der Wirkungsanalyse in der LCA-Methodik beschäftigen, als wichtig aber schwierig und somit als Herausforderung für die Zukunft angesehen [UNEP SETAC ,

UNEP LCIA ]. Aufgrund dieser Fakten muss zum heutigen Zeitpunkt von einer Betrachtung der Toxizitätspotenziale abgesehen werden.

### **5.2.8 Betrachtungsraum/-zeitraum**

Bezüglich der geografischen Ausdehnung der Studie soll hier angemerkt werden, dass alle mit der Rindfleischproduktion in Zusammenhang stehenden Flächen der Agrar GmbH in Thüringen betrachtet wurden. Rinder weiden auf einer umzäunten Fläche von knapp 1700 ha im Umkreis von ca. 20 km um die Agrar GmbH Crawinkel herum. Diese Fläche wurde auch für die Berechnung der Zaunumfänge angenommen. Neu hinzugekommene Flächen in Berlin, Brandenburg oder Sachsen-Anhalt wurden nicht mit untersucht, da sie erst in neuster Zeit entstanden sind.

Grundsätzlich wurde versucht, die spezifischen Daten aus dem Betrieb für das Jahr 2007/2008 zu erheben. Die Berechnungen der Zaunumfänge wurden auf der Grundlage von GPS-Messungen und GIS-Shapefiles aus dem Jahr 2005, die aber in den Folgejahren aktualisiert wurden, durchgeführt.

### **5.2.9 Datenqualität**

Die spezifischen Daten für die Prozesse innerhalb der Agrar GmbH wurden teilweise aus den betriebseigenen Bilanzen entnommen.

Für die Berechnung der betrieblichen Stromversorgung stand die nach verschiedenen Verbrauchsstellen geordnete Stromrechnung zur Verfügung. Die prozentuale Verteilung wurde nach mündlichen Angaben des Hofbetreibers aufgrund der tatsächlichen Gegebenheiten in den Verbrauchsstellen vorgenommen und ist der Sachbilanzdokumentation im Anhang zu entnehmen.

Der Stromverbrauch der Weidezaunnetzgeräte wurde zum Teil mit eigenem Stromkostenmessgerät über 24 Stunden gemessen und auf ein Jahr hochgerechnet. Für im Winter abgeschaltete Geräte wurden die gemessenen Werte vergleichbarer Netzgeräte, die entsprechende Zaunlängen im Betrieb mit Strom versorgen, angenommen.

Der Weidezaunumfang aller für die Beweidung relevanten Flächen wurde von einem Mitarbeiter des Betriebes anhand von GPS-Messungen und GIS-Shapefiles ermittelt.

Die spezifischen Daten der Vorketten wurden im Rahmen von Email- bzw. Telefonbefragungen von den produzierenden und Handelsunternehmen zur Verfügung gestellt. Details zur Datenqualität und -herkunft sind im Anhang A „Sachbilanzdaten“ vermerkt worden. Der dritte Schritt der Ökobilanz, die Wirkungsabschätzung, erfolgte mit Hilfe der GaBi 4 Software und der Hintergrunddaten aus der GaBi 4 Datenbank. Alle für diese Berechnung verwendeten Datensätze sind den Prozessplänen im folgenden Kapitel 6 „Sachbilanz“ und den Sachbilanzdaten im Anhang A zu entnehmen.

## **6 Sachbilanz**

### **6.1 Systembeschreibung**

Im folgenden Kapitel wird das untersuchte Produktsystem genau beschrieben. Dabei wird zunächst die Produktionsweise in der Agrar GmbH kurz dargestellt, wie auch anschließend detailliert auf jeden einzelnen Produktionsprozess eingegangen. Die Erhebung der Sachbilanzdaten war sehr komplex, so dass hier nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden kann. Vollständige Angaben bspw. Prozessinformationen, Berechnungen, Art der Datenerhebung, Firmenangaben wie auch die verwendeten GaBi 4 Hintergrunddaten können dem Anhang A „Sachbilanzdaten“ entnommen werden.

#### **6.1.1 Gesamtes Produktsystem**

Die Haltung von Rindern, Pferden, Schafen und Ziegen in der Agrar GmbH entspricht wie ausgeführt den Grundsätzen und den Zielsetzungen der extensiven Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftspflege.

Neben der traditionellen Hütehaltung mit Schafen und Ziegen werden robuste Fleischrind- und verschiedene Pferderassen auf großräumigen Standweiden gehalten. Auf den mit Elektrozaun gefassten Weiden lebt der geschlossene Herdenverband nahezu unbeeinflusst vom Menschen und entwickelt ein wildtierähnliches Verhalten. Dieser besteht aus Mutterkühen und ihren Kälbern bis zu einem Alter von etwa 8 – 9 Monaten und den Deckbullen. Die Besamung und auch die Geburt finden auf natürlichem Wege statt, die Kälber kommen mit Schwerpunkt im Frühjahr zur Welt und bleiben bis zur Weitervermarktung bei den Mutterkühen. Im Frühjahr und im Spätherbst werden alle Rinder herdenweise in Fanganlagen zusammengetrieben. Dabei werden in erster Linie alle Tiere einer Routineuntersuchung und gegebenenfalls einer Behandlung unterzogen. Bei dieser Gelegenheit werden überzählige Bullen- und teils auch Kuhkälber für die spätere Schlachtung aussortiert.

In der extensiven Ganzjahresbeweidung werden die Tiere in so geringer Dichte gehalten, dass sie sich normalerweise über das ganze Jahr aus der Biomasse der Fläche ernähren können. Bei extremer Witterung in den Wintermonaten z.B. bei geschlossener Schneedecke wird an den Winterfutterplätzen zusätzlich Heu und Stroh angeboten und Liegeflächen zur Wärmeisolation mit Stroh eingestreut. Dieses Stroh stammt aus einem benachbarten Ackerbaubetrieb, das Heu aus eigener extensiver Produktion.

Neben der Trinkwasserversorgung aus natürlichen Gewässern steht den Tieren auf den übrigen Weideflächen ein künstlich angelegtes Netz an Viehtränken zur Verfügung,



welches aus den eigens dafür angelegten Tiefbrunnen des Betriebes mit trinkbarem Grundwasser gespeist wird.

Der Betriebsgebäudekomplex der Agrar GmbH befindet sich im nordöstlichen Teil von Crawinkel, welches sich am Nordrand des Thüringer Waldes befindet. Er besteht aus einem großen Offenstall (hauptsächlich für die Pferdezucht), der Metallwerkstatt, einem Schlachthaus mit Kühlkomplex, dem landwirtschaftlichem Fuhrpark, Lagerschuppen, Futterlager und Büroräumen. Die meisten der für die Beweidung genutzten, umzäunten Flächen bzw. der Mähflächen liegen arrondiert um diesen Komplex, weitere am Rand der umliegenden Dörfer im Umkreis von 20 km.

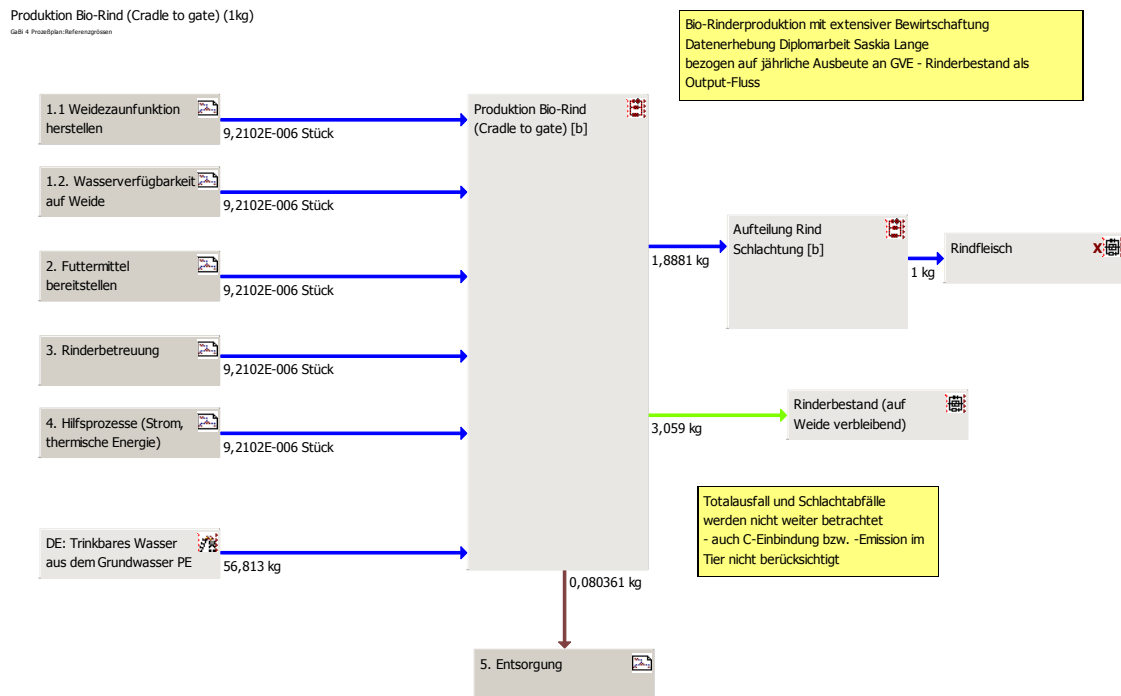
Die Untergliederung des Produktsystems erfolgt in folgende Hauptprozesse (Abbildung 9):

Inputseitige Prozesse im betrachteten System:

- Weidezaunfunktion herstellen  
(beinhaltet die Herstellung des Zaunmaterials, das Anlegen des Weidezauns und die Strombereitstellung für den Netzgerätbetrieb)
- Wasserbereitstellung auf der Weide  
(schließt die Teilprozesse Wasserverteilung/ –bereitstellung und Wasserförderung mit ein)
- Futtermittelbereitstellung  
(mit den Teilprozessen Strohballen herstellen, Heuballen herstellen, Lecksteine herstellen)
- Rinderbetreuung  
(einschließlich aller Fahrten z.B. zur Zaunkontrolle, der Fanganlagenherstellung, für Ohrmarken und Blutentnahmen)
- Hilfsprozesse  
(Herstellung des Betriebsstroms und der thermischen Energie)

Outputseitige Prozesse im betrachteten System:

- Entsorgung der Feststoffe
- Rinderbestand (auf der Weide verbleibend)
- Rindfleisch



**Abbildung 9: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Produktsystems "Produktion Bio-Rindfleisch aus extensiver Ganzjahresbeweidung"**

## 6.2 Hauptprozesse

### 6.2.1 Weidezaunfunktion herstellen

Alle beweideten Flächen, auf denen Rinder (immer zusammen mit Pferden, teilweise aber auch mit Schafen/Ziegen) gehalten werden, sind dauerhaft mit Elektrozäunen gesäumt.

Der Prozess „Weidezaunfunktion herstellen“ beinhaltet die Teilprozesse:

- Herstellung des Zaunbaumaterials
- Stromherstellung für den Netzgerätbetrieb
- Anlegen des Weidezauns (Treibstoff- und Schmiermittelherstellung für die benötigten Maschinen)

Die Abbildung 10 gibt einen Überblick über den Hauptprozess und die eingehenden Hintergrunddaten:

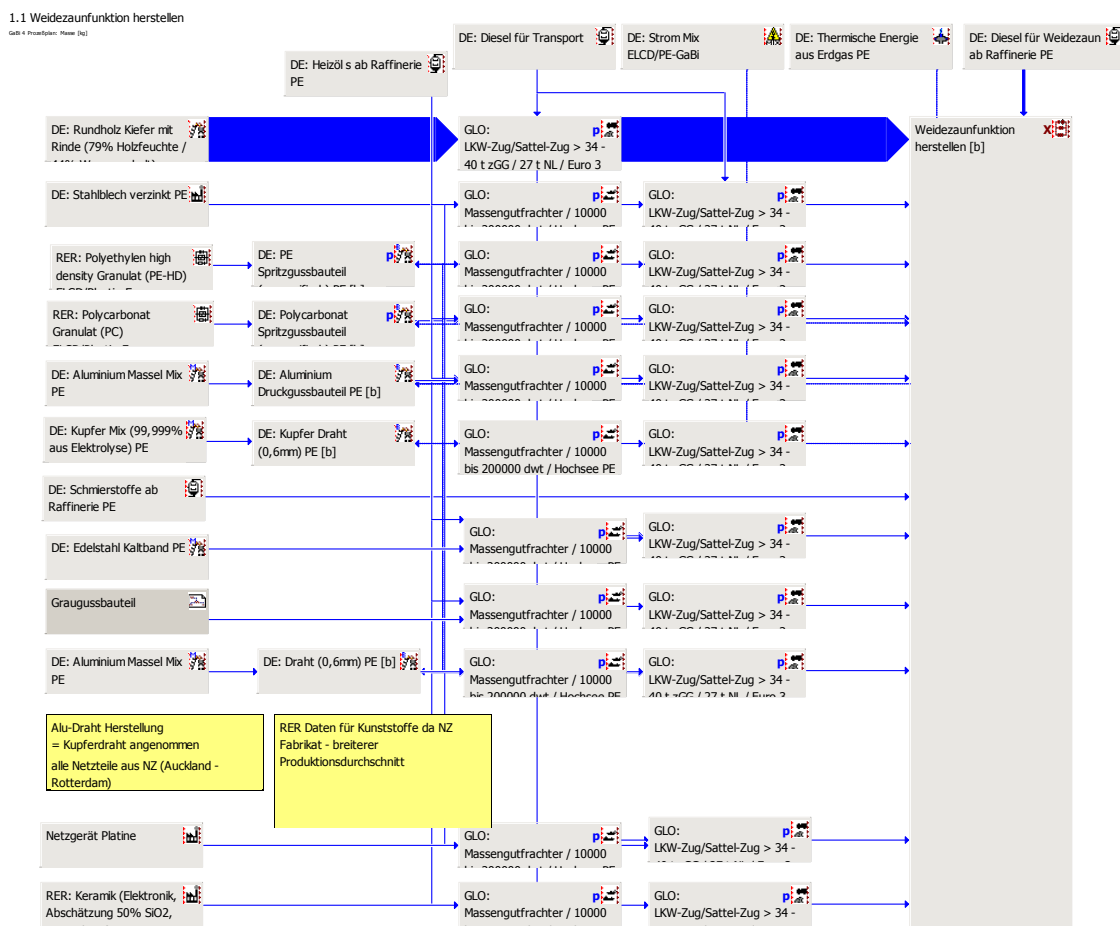


Abbildung 10: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Weidezaunfunktion herstellen"

Die Umfänge wurden rechnerisch aus GIS-Shapefiles der beweideten Flächen, denen betriebseigene GPS-Messungen zugrunde liegen, ermittelt.

Die meisten Zaunbaumaterialien stammen von ein und demselben Hersteller, der vorwiegend in Neuseeland produziert. Deshalb wurde, wenn verfügbar, ein internationaler Produktionsdurchschnitt gewählt und die jeweiligen Transportaufwendungen (Seetransport von Neuseeland bis Rotterdam, LKW-Transport von Rotterdam nach Crawinkel) mit einbezogen.

Die Holzpfosten stammen aus ungarischer Produktion und sind aus entrindetem und angespitztem aber ansonsten unbehandeltem Robinienholz. In der GaBi 4 Datenbank waren keine entsprechenden Daten verfügbar, deshalb wurde die innerdeutsche Produktion von Kiefer-Rundholz angenommen. Der Straßentransport (LKW von Barcs/Ungarn nach Crawinkel) wurde ebenfalls berücksichtigt, da es sich um 5 Tonnen Material handelt.

Der Weidezaun wird mit Strom von sieben Netzgeräten betrieben. Der Verbrauch einiger Geräte wurde mit einem Stromkostenmessgerät innerhalb von 24 Stunden gemessen und dann auf ein Jahr hochgerechnet. Als Hintergrunddatensatz in der GaBi 4 Software

wurde der aktuelle deutsche Strom-Mix gewählt, weil dieser immer einen relativ aktuellen Mix der in Deutschland zur Stromgewinnung verwendeten Ressourcen repräsentiert.

Der Treibstoff- und Schmiermittelverbrauch für die Anlage des Zaunes wurde anhand des Zeitbedarfs für die Maßnahme und den Verbrauch in Litern pro Maschinenarbeitsstunde (l/ MAS) erhoben.

Die Aufwendungen für diesen Prozess wurden auf alle Tierarten in GVE verteilt.

### 6.2.2 Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten

Alle Standweiden der Agrar GmbH, welche nicht über einen natürlichen Wasserlauf verfügen, wurden mit frostsicheren Rindertränken und Tränkebecken ausgestattet. Diese sind über im Boden verlegte Polyethylen (PE)-Rohre mit den drei Tiefbrunnen des Betriebes verbunden. Aufwendungen in diesem Prozess wurden prozentual auf alle Tierarten des Betriebs in GVE verteilt, da die Viehtränken grundsätzlich auch allen Tieren zur Verfügung stehen.

Die eingehenden Teilprozesse sind (Abbildung 11):

- Wasserverteilung/-bereitstellung (beinhaltet die Materialherstellung für die Viehtränke/ die Wasserleitung und das Verlegen der Wasserleitung)
- Wasserförderung (beinhaltet die Materialherstellung für die Tiefbrunnen, das Anlegen des Tiefbrunnens und die Stromherstellung für den Pumpenbetrieb)

#### 1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide

GaBi 4 Prozeßplan: Referenzgrößen

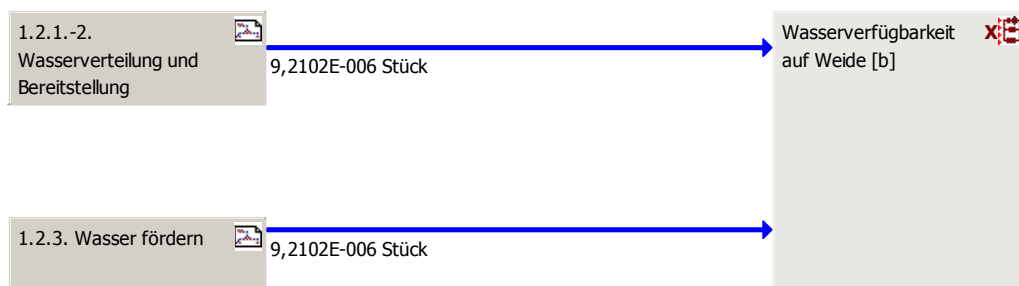
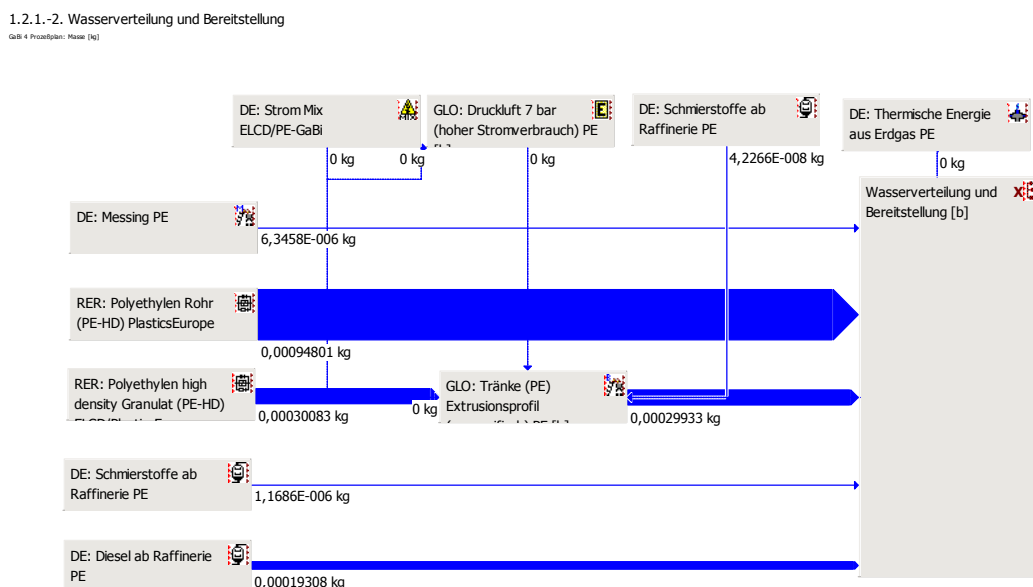


Abbildung 11: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten"

### 6.2.2.1 Wasserverteilung und -bereitstellung

Die Wasserleitung verlegte ein externes Unternehmen. Bezüglich dieser Anlage wurde nur der Treibstoff- und Schmiermittelverbrauch für die Arbeitsmaschinen berechnet. Dieser wurde über den geschätzten Zeitbedarf für die Maßnahme und den ebenso geschätzten Verbrauch in l/MAS ermittelt. Bei der Materialherstellung wurden die Stoffströme für die frostsicheren Viehtränken berücksichtigt. Das Tränkebecken wurde als nicht relevant angesehen, da es sich um wieder verwendete Gasbehälter aus Stahl, die der Länge nach durchtrennt wurden, handelt. Der Energieaufwand für das Elektroschweißen ist im Hilfsprozess „Betriebsstrom herstellen“ enthalten.

In Abbildung 12 wird dieser Teilprozess veranschaulicht:



**Abbildung 12: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Wasserverteilung und -bereitstellung"**

### 6.2.2.2 Wasserförderung

Für die Wasserversorgung der gesamten Weidefläche wurde ein Tiefbrunnenpumpensystem installiert. Dies besteht aus den drei Tiefbrunnenpumpen selbst (Förderung des Grundwassers aus der Tiefe), drei Kreiselpumpen (Wassertransport in der Ebene) und den Pumpenrohren (Wasserleitung aus der Tiefe).

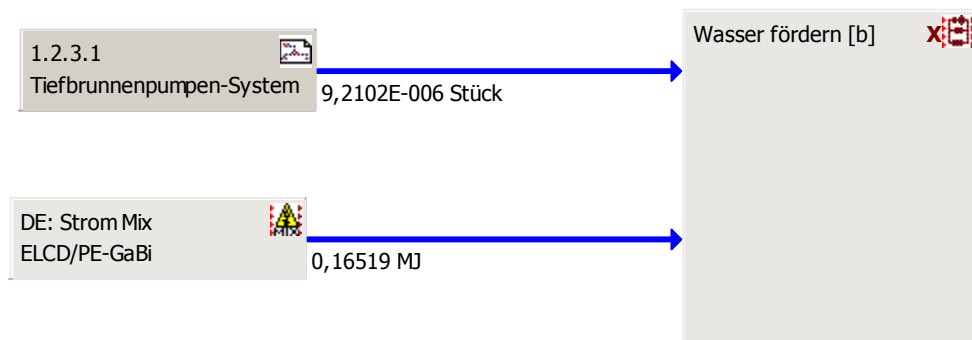
Die spezifischen Daten für die Kreiselpumpen konnten nicht ermittelt werden. Die Auffangbehälter sind wieder verwendete landwirtschaftliche Vorratsbehälter, deshalb wurden sie hier vernachlässigt. Dies gilt auch für den relativ geringen Input an Keramik und synthetischer Kohle an der Tiefbrunnenpumpe. Auch die Energie für die Produktion der Pumpe fand keine Betrachtung.

Alle anderen Stoff- und Energieaufwendungen, so auch der Treibstoff- und Schmiermittelverbrauch für die Bohrung des Brunnens und die Stromherstellung für den Pumpenbetrieb, wurden mit einbezogen.

Abbildung 13 zeigt den Teilprozess „Wasser fördern“, in Abbildung 14 sind die berücksichtigten Komponenten des „Tiefbrunnenpumpensystems“ dargestellt.

### 1.2.3. Wasser fördern

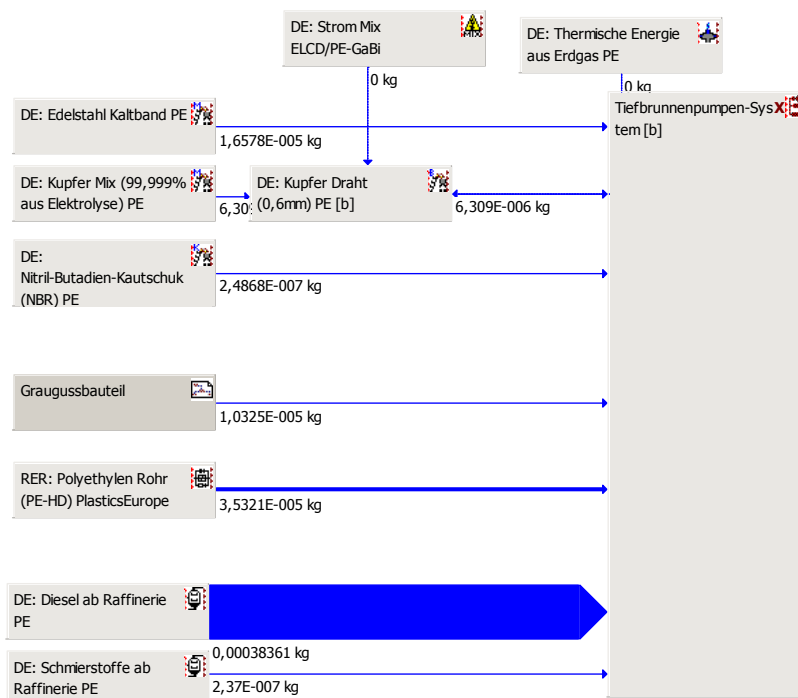
GaBi 4 Prozeßplan: Referenzgrößen



**Abbildung 13: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Wasser fördern"**

## 1.2.3.1 Tiefbrunnenpumpen-System

GaBi 4 Prozessplan: Masse [kg]



Energie für die Herstellung der Pumpe nicht enthalten  
Bohrung berücksichtigt

Abbildung 14: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Tiefbrunnenpumpensystem"

### 6.2.3 Futtermittel auf der Weide bereitstellen

Grundsätzlich sollen sich die Weidetiere in der extensiven Beweidung das ganze Jahr über nur aus der Fläche selbst ernähren. Aus diesem Grund muss dann auch die Besatzdichte der natürlichen Tragkraft des Bodens angepasst werden. In der Regel bedeutet das einen sehr niedrigen Viehbesatz zwischen 0,3 und 0,6 GVE [BUNZEL et al. 2008].

Gründe für die Zufütterung können außergewöhnliche Witterungsverhältnisse (Hochwasser, Tiefschnee, lange Winter), Tierschutzauflagen von der Genehmigungsbehörde, das Prinzip der Lockfütterung (Gewöhnung an den Menschen) sein oder dass die Weideflächen keinen vollkommenen Lebensraum bieten [BUNZEL et al. 2008].

In der Agrar GmbH Crawinkel ernähren sich alle Tierarten über die Vegetationsperiode nur aus der Biomasse der Weideflächen. Lecksteine für die Mineralstoffversorgung stehen allen Tieren das ganze Jahr zur Verfügung. In den Wintermonaten wird allen Tieren zusätzlich Heu und Stroh angeboten. Aus diesem Grund werden die Aufwendungen für die ganze Futtermittelbereitstellung auf die GVE aller Tierarten verteilt.

Dieser Hauptprozess gliedert sich in folgende Teilprozesse (Abbildung 15):

- Strohbereitstellung
- Heubereitstellung
- Lecksteine herstellen

## 2. Futtermittel bereitstellen

GaBi 4 Prozessplan: Referenzgrößen

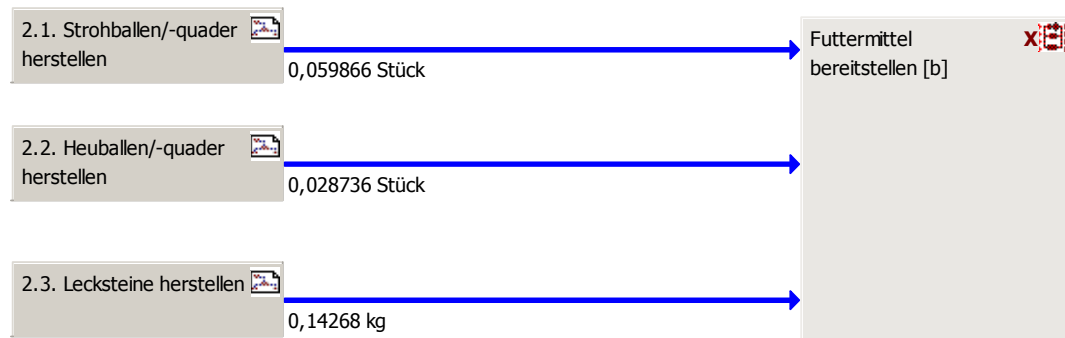


Abbildung 15: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Futtermittel bereitstellen"

### 6.2.3.1 Strohbereitstellung

Aufgrund behördlicher Tierschutzauflagen muss allen Tieren in der Agrar GmbH über die Wintermonate Stroh als Unterlage zur Verfügung gestellt werden [BLEY 2008]. Allerdings wird auch ein gewisser Anteil davon verzehrt, der sich aber nicht beziffern lässt.

Das Stroh kommt aus dem Ackerbau betreibenden Nachbarbetrieb, der intensiv bewirtschaftet. Es wird dort nach dem Mäh- und Dreschvorgang lose auf dem Boden liegen gelassen und von den Mitarbeitern der Agrar GmbH vor Ort mit eigenem Gerät weiterverarbeitet.

Der Teilprozess „Stroh bereitstellen“ gliedert sich chronologisch auf in (Abbildung 16):

- Strohproduktion (aggregierter Datensatz „Strohproduktion aus Winterweizen, lose auf Boden“, GaBi 4 Datenbank, PE International, Echterdingen)
- Stroh pressen (Diesel, Schmierstoffe, PP-Folie)
- alle Transporte von der Strohballenherstellung bis zur Weide (Diesel für Transport)



## 2.1. Strohballen/-quader herstellen

GaBi 4 Prozeßplan: Masse [kg]

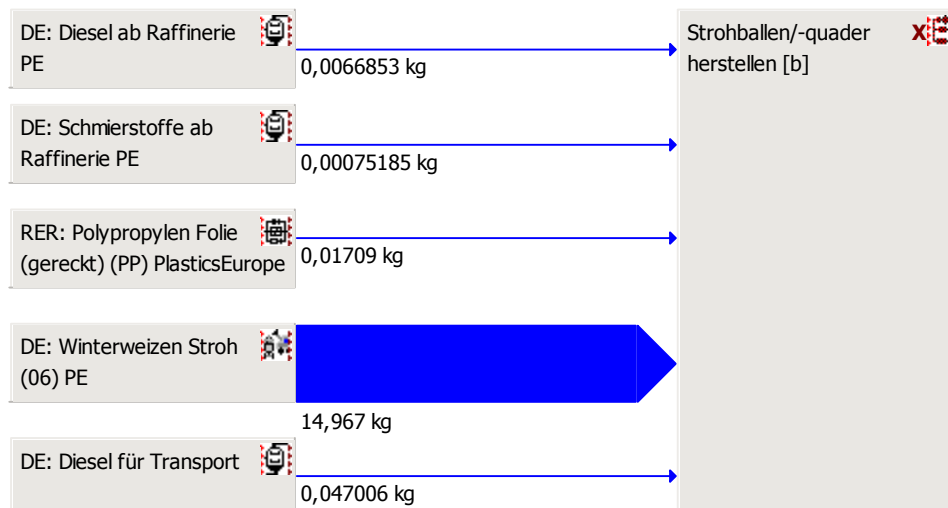


Abbildung 16: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Strohballen/-quader herstellen"

Um den Aufwendungen für die Strohproduktion im Nachbarbetrieb Rechnung zu tragen, wurde der aggregierter Hintergrunddatensatz „Strohproduktion aus Winterweizen, lose auf Boden“ aus der GaBi 4 Datenbank gewählt. Er beinhaltet alle in- und outputseitigen Stoff- und Energieströme bzgl. der Bodenbearbeitung, des Weizenanbaus (einschließlich der Kohlenstoff-Einbindung in die Biomasse), der Düngung, des Pflanzenschutzes, für Erntemaßnahmen, Treibstoff- und Schmiermittelherstellung und sämtliche Transporte im Zusammenhang mit der Produktion<sup>36</sup>. Weil die Kohlenstoff(C)-Einbindung in Biomasse in dieser Studie aber nicht berücksichtigt wird, wurde sie nachträglich von Hand herausgerechnet, um die Gesamtbilanz nicht zu verfälschen. Innerhalb des Datensatzes „Strohproduktion aus Winterweizen, lose am Boden“ wurde eine Allokation vorgenommen. Diese war notwendig, weil das Stroh als ein Nebenprodukt der Winterweizenproduktion anfällt. Dem Stroh wurden 15 % der Umweltlast der gesamten Weizenerzeugung, entsprechend dem Marktwert des Strohs im Vergleich zum Weizen, zugeschrieben.

Im ersten Schritt wird das Stroh mit der Ballenpresse zu Großballen<sup>37</sup> von ca. 250 kg Gewicht gepresst. Berücksichtigt wurden hier die Verbrauchsstoffe wie Treibstoff und

<sup>36</sup> Metadaten-Dokumentation für den aggregierten Datensatz „Strohproduktion aus Winterweizen“: [http://documentation.gabi-software.com/sample\\_data/processes/%7B5e3002da-5e82-4538-88ac-2588b4957dcf%7D.xml](http://documentation.gabi-software.com/sample_data/processes/%7B5e3002da-5e82-4538-88ac-2588b4957dcf%7D.xml)

<sup>37</sup> Stroh wird in der Agrar GmbH nur zu 50% zu Ballen gepresst, die andere Hälfte des Strohs wird zu Quadern verarbeitet. Beide haben ein ähnliches Gewicht, unterscheiden sich jedoch im Umfang. Hier wird der Einfachheit halber nur von Ballen gesprochen, obwohl Quader und Ballen gemeint sind.

Schmiermittel und das Polypropylen (PP)- Netz/ Band, mit welchem die Ballen umhüllt bzw. gebunden werden. Als Hintergrunddatensatz wurde die Herstellung von PP-Folie gewählt, da keine Herstellung von PP-Netz und -Band vorrätig war.

Die Strohballen werden nach der Pressung mit dem Weidemann<sup>38</sup> auf einen Traktor mit Plattenanhänger verladen. Anschließend werden sie zu verschiedenen Lagerplätzen auf den Weideflächen der Agrar GmbH gefahren und ebenfalls mit dem Weidemann aufgestapelt. Im Winter wird das Stroh schließlich mit dem Weidemann aus den Lagern zu den Futterplätzen gebracht und steht dann allen Tieren auf den Flächen zur Verfügung.

Der Transport- bzw. Treibstoffaufwand wurde ermittelt über den prozentualen Anteil am benötigten Zeitaufwand für eine Fuhre Strohballen (40 Stück) auf dem Plattenanhänger und den geschätzten Verbrauch in Litern/ MAS.

Die produzierte Menge an Stroh variiert von Jahr zu Jahr, war allerdings in den Jahren 2007/08 stabil bei etwa 10000 Großballen für den Gesamtbetrieb. Diese Anzahl entspricht nicht unbedingt der tatsächlich verbrauchten Menge pro Jahr, da grundsätzlich für besonders kalte und lange Winterperioden ein Extravorrat angelegt werden muss. In den letzten zwei Jahren wurden jeweils circa 30 % mehr Stroh als später benötigt wurde produziert und gelagert.

#### 6.2.3.2 Heubereitstellung

Heu wird den Tieren (alle Tierarten) in der extensiven Ganzjahresbeweidung ebenfalls nur über die Wintermonate angeboten. Es wird in einschüriger Mahd<sup>39</sup> im Juli auf eigenen Mähflächen (600 ha) geerntet. Diese werden weder mit Mineral- noch mit Wirtschaftsdünger gedüngt [BLEY 2008].

Nach dem Mähen wird es in der Regel einmal gewendet, geschwadet und anschließend mit der Ballenpresse zu Großballen<sup>37</sup> gepresst. Das Procedere bei den Transporten verläuft genauso wie auch beim Stroh. Es werden allerdings weniger Heu- als Strohballen produziert, deshalb sind die Aufwendungen hierfür geringer.

Der Prozess der Heuballenherstellung gliedert sich chronologisch auf in (Abbildung 17):

- Weidegras mähen (Diesel, Schmierstoffe)
- Heu schwaden (Diesel, Schmierstoffe)
- Heu wenden (Diesel, Schmierstoffe)
- Heuballen pressen (Diesel, Schmierstoffe, PP-Folie)
- alle Transporte von der Heuballenherstellung bis zur Weide (Diesel für Transport)

<sup>38</sup>

Traktor mit frontalem Gabelaufsatz für Kurzstreckentransporte und Verladearbeiten

## 2.2. Heuballen/-quader herstellen

GaBi 4 Prozeßplan: Masse [kg]

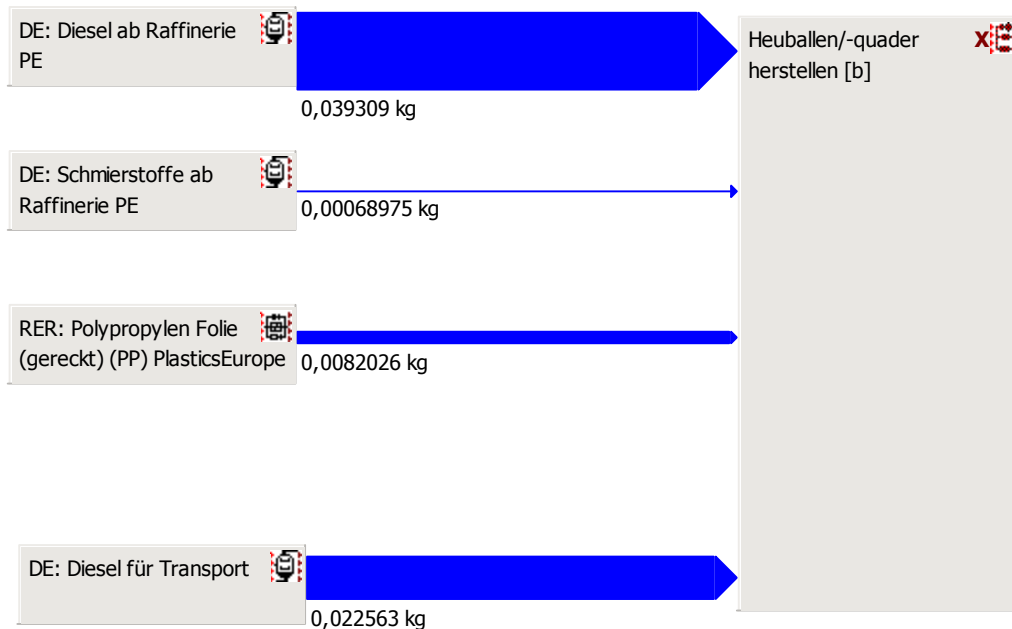


Abbildung 17: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Heubereitstellung“

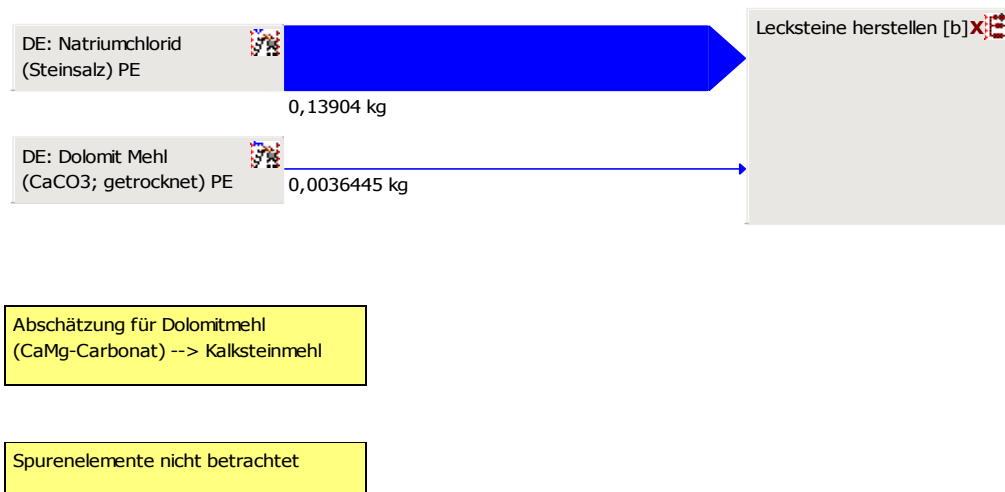
In allen Teilprozessen wurde ebenso wie bei der Strohballenherstellung nur der Treibstoff- und Schmiermittelverbrauch der landwirtschaftlichen Maschinen ermittelt, bei der Pressung der Heuballen zusätzlich die Energie- und Stoffströme für die Herstellung der PP-Folie, weil kein Hintergrunddatensatz für die Produktion von PP-Netz bzw. -Band in der GaBi 4 Datenbank existiert. Die Werte wurden für die ganze Heubereitstellung anschließend aggregiert in die GaBi 4 Software eingegeben und sind so auch im Prozessplan dargestellt.

### 6.2.3.3 Lecksteine herstellen

Die Agrar GmbH bezieht für alle Tiere und Tierarten jährlich 24 Tonnen Lecksteine, 50 % davon sind reine Salzlecksteine, die andere Hälfte Minerallecksteine, die eine Komposition aus lebenswichtigen Mineralien und Spurenelementen enthalten. Die Angaben zu den Mineralien bzw. den Verbindungen stammen aus einer Broschüre des produzierenden Unternehmens [ESCO 2009]. Die genauen Massenanteile der Verbindungen wurden aus den molaren Massen berechnet. Sie können dem Anhang C „Nebenrechnungen“ entnommen werden.

## 2.3. Lecksteine herstellen

GaBi 4 Prozeßplan: Masse [kg]



**Abbildung 18: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Lecksteinherstellung“**

Als GaBi 4 Hintergrunddatensätze wurde für Natriumchlorid die Herstellung von Steinsalz in Deutschland und für das Ca-Mg-Carbonat Dolomitmehl (CaCO<sub>3</sub>, getrocknet) gewählt. Diese zwei Verbindungen bilden mit 99,1 % den Hauptanteil an den Lecksteinen.

Für die anderen Verbindungen (Zinkoxid, Mangan-(II)-oxid, Eisen-(III)-oxid, Calciumjodat, Kobalt-(II)-Carbonat, Natriumselenit) waren keine Daten verfügbar bzw. die Mengen nicht relevant.

Eventuell verwendete Zusatzstoffe konnten weder qualitativ noch quantitativ in Erfahrung gebracht werden. Sie können aber bei den Salzlecksteinen höchstens 0,86 % und bei den Minerallecksteinen maximal 0,54 % der gesamten Lecksteinmasse ausmachen.

### 6.2.4 Rinderbetreuung

Auch in der extensiven Weidehaltung hat der Besitzer gegenüber seinem Nutztierbestand eine Fürsorgepflicht. Der Prozess Rinderbetreuung umfasst alle Aufgaben und Maßnahmen der Agrar GmbH, die mit der Einhaltung dieser Fürsorgepflicht verbunden sind. Rinder und Pferde werden im gleichen Maß berücksichtigt, Schafe und Ziegen allerdings nicht, weil sie von Schäfern gehütet werden. Bei der Allokation der Aufwendungen für die Rinder wurde deshalb zunächst die Summe der Großvieheinheiten an Rindern und Pferden gleich 100 % gesetzt und anschließend der prozentuale Anteil an GVE Rindern berechnet.

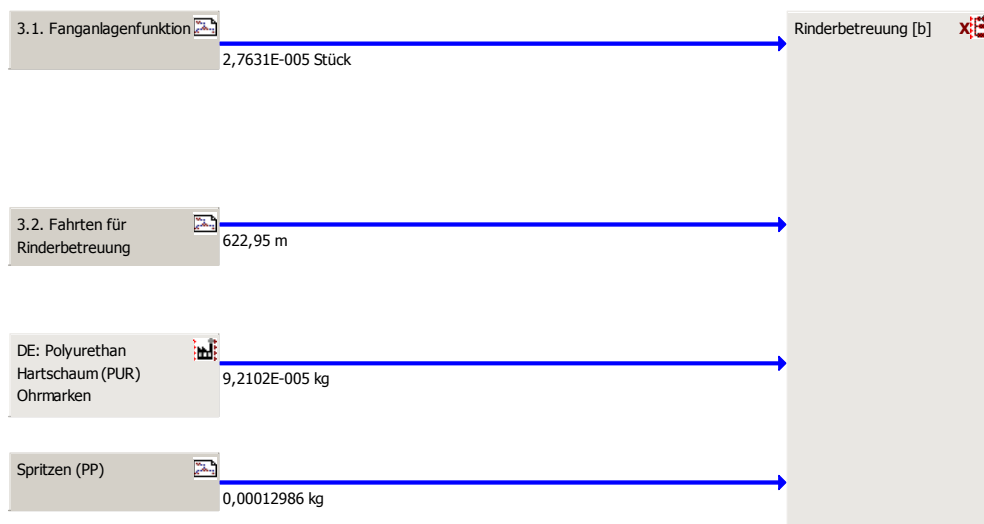
Zwei Mitarbeiter des Betriebes teilen sich die Arbeit dieses Prozesses auf.

Der Produktionsprozess „Rinderbetreuung“ ist untergliedert in die folgenden Teilprozesse, wie auch im Prozessplan (Abbildung 19) gezeigt wird:

- Fanganlagenfunktion herstellen
- Fahrten für die Rinderbetreuung durchführen
- Ohrmarken setzen (PUR-Hartschaum)
- Blutentnahmen durchführen (Spritzen PP)

### 3. Rinderbetreuung

GaBi 4 Prozessplan: Referenzgrößen



**Abbildung 19: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Rinderbetreuung“**

#### 6.2.4.1 Fahrten für die Rinderbetreuung

Zu diesem Teilprozess gehören in erster Linie die täglichen Kontrollfahrten. Zwei Mitarbeiter der Agrar GmbH fahren jede Weidefläche des Betriebs, auf der Rinder (und auch Pferde) stehen, mit ihren Jeeps ab. Dabei werden bspw. der Zustand des Weidezauns und dessen Stromzufuhr überprüft, alle Tiere auf ihren Gesundheitszustand hin begutachtet, Geburten gemeldet oder eventuelle Geburtshilfe geleistet, fehlende Ohrmarken ersetzt, die Viehtränken auf ihre Funktion hin beurteilt und im Winter das Angebot an Heu und Stroh kontrolliert.

Zusätzlich müssen mindestens zweimal im Jahr Routineuntersuchungen bei allen Rindern durchgeführt werden (Details dazu werden später in diesem Kapitel beschrieben).

Zu diesem Zweck werden alle Rinder herdenweise mit Jeeps in die drei Fanganlagen des Betriebes getrieben und behandelt.

Alle Fahrten, die im Zusammenhang mit der Rinderbetreuung stehen, werden in diesem Prozess zusammengefasst. Dabei wird inputseitig nur die Treibstoff- und Schmiermittelerzeugung, nicht aber die Produktion der Jeeps betrachtet. Die Umweltwirkungen in der Herstellungsphase der Kraftfahrzeuge sind verglichen mit denen während der Nutzungsphase gering. Bei gebrauchten Jeeps wie denen in der Agrar GmbH, verstärkt sich dieser Effekt [SCHMINCKE 2008].

Der Treibstoff- und Schmiermittelverbrauch wurde nur für den Jeep 1 ermittelt, der ausschließlich für die Rinderbetreuung eingesetzt wird. Mit dem Jeep 2 werden auch andere Fahrten, die nicht im Zusammenhang mit der Rinderbetreuung stehen, durchgeführt. Zunächst wurde der durchschnittliche Verbrauch des Jeep 1 beim Mitarbeiter erfragt und mit den Herstellerangaben verglichen. Über die gefahrenen Kilometer in einem Jahr wurde der tatsächliche Verbrauch pro Jahr errechnet und anschließend wegen des zweiten Jeeps verdoppelt. Die Einzelheiten zu dieser Berechnung können den Sachbilanzdaten im Anhang A entnommen werden.

#### 6.2.4.2 Fanganlagenfunktion herstellen

Zur Routineuntersuchung müssen die Rinder herdenweise und bei Behandlungen im Krankheits- und Verletzungsfall einzeln in die Fanganlage getrieben werden. Auch beim Aussortieren der schlachtreifen Rinder werden die Fanganlagen benötigt.

Die Agrar GmbH verfügt über drei komplette Fanganlagen, die am Hof und den Außenstellen stationiert sind. Diese sind aus verschiedenen Modulen, die aus verzinktem Stahl bestehen, zusammengesetzt. In diesem Prozess wurde nur die Produktion der Stahlblech-Bauteile berücksichtigt, deshalb wird hier auf die Abbildung des Prozessplans verzichtet. Die Anzahl der benötigten Einzelmodule wurde vom Geschäftsführer der Agrar GmbH mitgeteilt, die Gewichtsangaben und die Materialart wurden dem Bestellkatalog entnommen.

#### 6.2.4.3 Routineuntersuchungen und Behandlungen im Krankheitsfall (Blutentnahmen und Ohrmarken)

Zweimal im Jahr werden alle Rinder des Betriebes im Herdenverband für die Routineuntersuchung zusammengetrieben. Jedes Tier wird im Behandlungsstand, dem Herzstück der Fanganlage auf seinen Gesundheitszustand hin begutachtet.

Dabei werden fehlende Ohrmarken ersetzt. Die Herstellung des Materials wurde aufgrund der jährlich anfallenden Menge im Prozess Rinderbetreuung berücksichtigt, die Anzahl der zu ersetzenden Ohrmarken wurde vom Tierarzt geschätzt.

Der Tierarzt führt bei jedem Rind zur Diagnose bestimmter Tierseuchen Blutentnahmen durch. Auch werden die Tiere z.B. gegen den Bovinen Herpesvirus Typ1 (kurz BHV1) geimpft und gegen Wurmbefall behandelt.

Für die Blutentnahmen werden handelsübliche Monovettensysteme (also Einzelspritzen aus Polypropylen und Kanülen) verwendet. Hier wurde nur die Produktion der Einzelspritzen berücksichtigt (Abbildung 20), Kanülen sind aufgrund ihres geringen Gewichtes bzw. die Einmal-Untersuchungshandschuhe wegen der geringen Anzahl als nicht relevant eingestuft worden.

#### Spritzen (PP)

GaBi 4 Prozessplan: Referenzgrößen

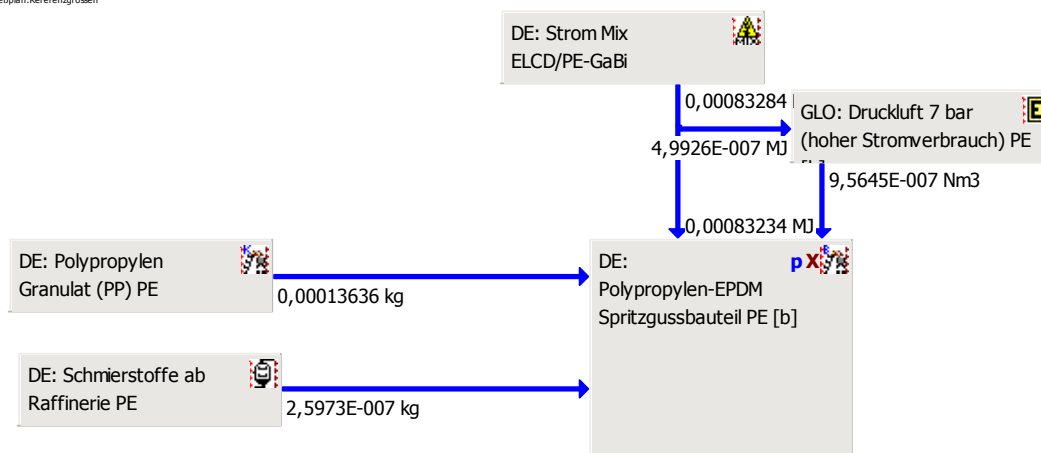


Abbildung 20: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Spritzenmaterialproduktion“

Die spezifischen Daten für die Impfung und alle Behandlungen, wie z.B. die Wurmkuren, Pneumoniebehandlungen und Antibiotikatherapien bei Infektionen und Verletzungen wurden zunächst beim Tierarzt der Agrar GmbH erfragt.

Der eigentliche Materialaufwand ist aber vergleichsweise gering, weil Medikamente in Glasflaschen mit Gummistopfen, die Wurmkur in 2,5 l Behältern verwendet werden. Die Impfung wird in so genannten Spritzpistolen verabreicht, die Kanülen können für eine ganze Herde genutzt werden.

Aus diesem Grund wurden die Aufwendungen für die Behältnisse als nicht relevant eingestuft bzw. konnte die Medikamententwicklung und -produktion nicht erhoben werden.

### 6.2.5 Hilfsprozesse

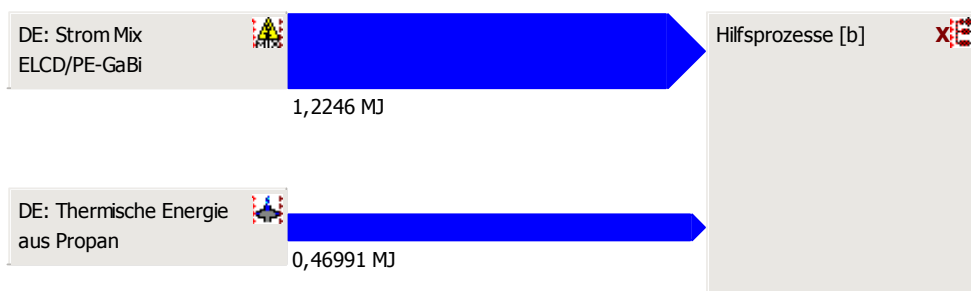
In diesem Hauptprozess wird der Energieverbrauch der Agrar GmbH erfasst und der Aufwand prozentual auf die GVE Rinder und anderen Tierarten verteilt.

Er untergliedert sich in folgende Teilprozesse, die auch in Abbildung 21 dargestellt werden):

- Betriebsstrom herstellen
- thermische Energie aus Propan herstellen

#### 4. Hilfsprozesse (Strom, thermische Energie)

GaBi 4 Prozessplan: Energie (unterer Heizwert) [MJ]



**Abbildung 21: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Hilfsprozesse“ (Strom- und Gasproduktion für den allgemeinen betrieblichen Ablauf)**

#### 6.2.5.1 Betriebsstrom

Der Stromverbrauch des gesamten Betriebes wurde anhand der Stromrechnung für das Jahr 2007 nachvollzogen. Diese teilt sich auf in sieben verschiedene Verbrauchsstellen, die über die gesamte arrondierte Betriebsfläche verteilt liegen. Dort sind Stromzähler installiert, die den Verbrauch festhalten. Für die Rinderproduktion sind nicht alle Verbrauchsstellen relevant. An einer sind zum Beispiel nur Pferde untergebracht, die andere misst den Stromverbrauch des privaten Wohnbereichs, an wieder einer anderen Stelle gibt es als Stromabnehmer nur das Weidezaunnetzgerät, für welches im Produktionsprozess „Weidezaunfunktion herstellen“ schon der Input erhoben wurde.

An einigen Verbrauchsstellen steht der Strom auch betriebsfremden Personen zur Verfügung. Dieser jeweilige „vermietete“ Anteil wurde vom Geschäftsführer prozentual abgeschätzt und herausgerechnet.

Alle Details zur Verwendung des Stroms an den betreffenden Verbrauchsstellen und den angewandten Allokationsregeln sind in den Sachbilanztabellen im Anhang nachzulesen. Wenn nicht anders angegeben, wurden die Aufwendungen auf die GVE aller Tierarten im Betrieb verteilt.

Als GaBi 4 Hintergrunddatensatz wurde der deutsche Strom-Mix gewählt (siehe Erklärung in Kapitel 6.2.1).



### 6.2.5.2 Thermische Energie

In diesem Teilprozess wird das Augenmerk auf die Herstellung des Propangases, welches im Betrieb verbraucht wird, gelegt. Dieses wird hauptsächlich im ganzen Werkstattbereich genutzt und in einem Gastank in den Außenanlagen gelagert. Die verbrauchte Menge ist über die letzten Jahre konstant gewesen, es wurde die Propangasrechnung des Jahres 2008 zu Rate gezogen.

Der Gasverbrauch für die Heizung und die Heißwasserbereitung im Bürobereich konnte nicht ermittelt werden, weil der Privat- wie auch der Bürobereich vom örtlichen Gasunternehmen versorgt werden, es aber keine Trennung in der Abrechnung gibt.

Da das Propangas für allgemeine Arbeiten, die allen Tieren des Betriebes zugute kommen, verwendet wird, wurde dieser Energieaufwand auch auf die GVE aller Tierarten verteilt.

Als GaBi 4 Hintergrunddaten wurde der Datensatz „Thermische Energie aus Propangas in Deutschland“ gewählt.

### 6.2.6 Feststoffentsorgung

Alle Feststoffe, die in das Produktsystem eingegangen sind, müssen irgendwann einmal entsorgt werden. Dies wird in dem outputseitigen Hauptprozess „Feststoffentsorgung“ berücksichtigt. Dafür werden alle Feststoffe in Stoffgruppen zusammengefasst.

Die Mengen bezogen auf die GVE aller Rinder, welche in der Agrar GmbH während des Bezugsjahres auf der Weide gehalten wurden, sind in den Sachbilanzdaten nachzulesen.

Die Stoffgruppen und die -mengen, welche pro 1 kg Rindfleisch in die Entsorgung gegangen sind, können Abbildung 22 entnommen werden.

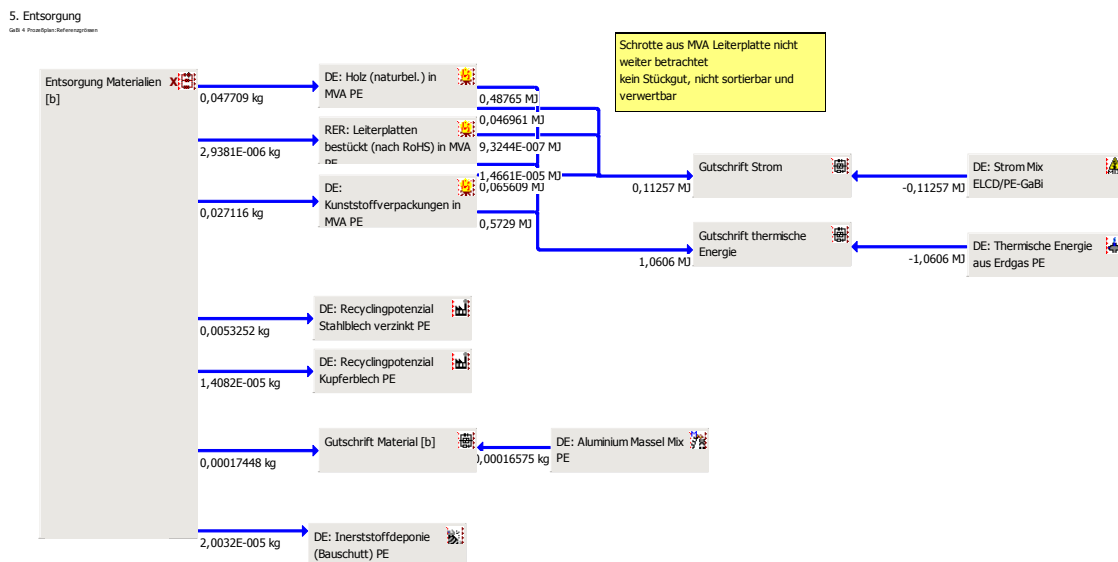


Abbildung 22: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Entsorgung der Feststoffe“

Die Elektroplatinen aus den Netzgeräten (hier: Leiterplatten) bestehen aus einer Vielzahl von Materialien. Sie können für die Entsorgung nicht weiter sortiert und recycelt werden, sondern werden als ganzes in der Müllverbrennungsanlage verbrannt.

Durch die Verbrennung des Holzes, der Kunststoffe und auch in geringem Maße der Leiterplatten kommt es zur Ausstellung von Gutschriften für Thermische Energie und Strom, da durch deren Verwertung andere Ressourcen in der Strom- und Heizenergieherstellung eingespart werden können.

Auch für das Recycling des Aluminiums wird eine Gutschrift ausgestellt, da Aluminium als Rohstoff selten und in der industriellen Herstellung aufwändig ist [HOTHUM 2009].

### 6.2.7 Trinkbares Wasser aus Grundwasser

Dieser Prozess beinhaltet nur das Trinkwasser, welches über die Tiefbrunnenpumpen gefördert wurde. Das Wasser wird zum einen zu den Viehtränken auf den Weideflächen geleitet aber auch für allgemeine Arbeiten z.B. in der Werkstatt und im Schlachthaus verbraucht. Der Wasserverbrauch für den Bürotrakt konnte nicht ermittelt werden, weil der Zähler ihn zusammen mit dem Verbrauch im Privathaus misst.

Das Wasser steht neben den Rindern auch allen anderen Tieren zur Verfügung, deshalb wurde der Verbrauch auf die GVE aller Tierarten gleichmäßig verteilt.

Der Verbrauch wurde an einer Pumpenstation über den Zählerstand der Wasseruhr ermittelt, an den anderen beiden Tiefbrunnen über die Leistung und die tägliche Pumpenlaufzeit. Die mündlichen Angaben stammen vom Mitarbeiter der Agrar GmbH [AGRAR 2008], welcher mit der Wartung und Reparatur des Wasserbereitstellungssystems betraut ist.

## 7 Wirkungsabschätzung

In der vorliegenden Ökobilanz wurde auf die CML-Methodik mit den Charakterisierungsfaktoren von 2001 [CML 2001] zurückgegriffen, um die potenziellen Umweltauswirkungen in der Rindfleischproduktion aus extensiver Ganzjahreshaltung zu ermitteln. Es wurden folgende Wirkkategorien betrachtet, die auch im Kapitel „Methodik der Ökobilanzierung“ bzw. im Anhang kurz erläutert werden:

- Treibhauspotenzial (GWP)
- Eutrophierungspotenzial (EP)
- Versauerungspotenzial (AP)
- Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (POCP) → „Sommersmog“
- Ozonabbaupotenzial (ODP)

Neben den o. g. Wirkkategorien wird auch der Verbrauch an regenerativen und nicht regenerativen Energien eingehend betrachtet.

Zur Darstellung der Ergebnisse wurde folgendermaßen vorgegangen:

Zunächst gibt eine Tabelle einen Überblick über die absoluten Werte jedes Produktionsprozesses bezüglich der einzelnen Wirk- und Energieverbrauchskategorie.

Anschließend sollen die Werte der Produktionsprozesse in ihrer Relation zueinander als Diagramme betrachtet werden.

In den Wirkkategorien Eutrophierungspotenzial und Versauerungspotenzial bzw. bezüglich des Verbrauchs an regenerativer Energie nimmt der Vorkettenprozess „Strohproduktion aus Winterweizen, lose am Boden“ eine sehr dominante Rolle ein. Die Umweltauswirkungen der übrigen Prozesse werden dadurch in der Darstellung weitgehend zurückgedrängt. Aus diesem Grund werden hier durch ein zusätzliches Diagramm exklusive der „Strohproduktion aus Winterweizen“ die Auswirkungen aller anderen Prozesse noch einmal verdeutlicht.

In den Prozessen „Weidezaunfunktion herstellen“, „Futtermittel bereitstellen“ und „Rinderbetreuung“ fallen Transportaufwendungen an. Diese werden zunächst in den einzelnen Prozessen aggregiert dargestellt und treten nicht namentlich in Erscheinung. Anschließend werden sie, sofern sie in der betreffenden Wirkkategorie einen relevanten Teil ausmachen, gesondert dargestellt als Prozentanteil der Gesamtwirkung in dieser Wirkkategorie.

## 7.1 Absolute Ergebnisse in den Wirkkategorien

In Tabelle 6 werden die absoluten Ergebnisse der Produktionsprozesse in den einzelnen Wirkkategorien und der Verbrauch an regenerativen wie nicht regenerativen Energien dargestellt:

**Tabelle 6: Absolute Ergebnisse der potenziellen Umweltwirkungen bzw. des Energieverbrauches in den Hauptprozessen der Produktion von 1kg Rindfleisch**

|   | Weidezaunfunktion | Wasser-<br>verfüg-<br>barkeit | Futter-<br>mittel-<br>bereit-<br>stellung | Rinder-<br>betreu-<br>ung | Hilfs-<br>prozesse | Entsor-<br>gung | Trink-<br>wasser-<br>verbrauch | Summe<br>Produktion<br>1kg Rind-<br>fleisch |
|---|-------------------|-------------------------------|---|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------|---|
| <b>Treibhaus-<br/>potenzial (GWP)</b><br>[kg CO <sub>2</sub> -Äqv.]                 | -3,62E-02         | 3,62E-02                      | 1,42E-01                                  | 3,41E-02                  | 2,75E-01           | 6,11E-02        | 3,03E-03                       | 5,15E-01                                    |
| <b>Eutrophierungs-<br/>potenzial (EP)</b><br>[kg PO <sub>4</sub> -Äqv.]             | 7,31E-06          | 5,62E-06                      | 5,72E-03                                  | 1,38E-05                  | 3,84E-05           | -6,38E-06       | 4,88E-07                       | 5,78E-03                                    |
| <b>Versauerungs-<br/>potenzial (AP)</b><br>[kg SO <sub>2</sub> -Äqv.]               | 5,71E-05          | 6,91E-05                      | 8,78E-03                                  | 1,82E-04                  | 4,53E-04           | -9,02E-05       | 4,89E-06                       | 9,46E-03                                    |
| <b>Photochem. Oxi-<br/>dantienbildungs-<br/>potenzial (POCP)</b><br>[kg Ethen-Äqv.] | 6,35E-06          | 5,76E-06                      | 1,15E-04                                  | 2,48E-05                  | 3,20E-05           | -1,09E-05       | 5,47E-07                       | 1,74E-04                                    |
| <b>Ozonabbau-<br/>potenzial (ODP)</b><br>[kg R11-Äqv.]                              | 8,11E-10          | 5,42E-09                      | 2,32E-08                                  | 7,01E-10                  | 4,02E-08           | -3,62E-09       | 1,47E-10                       | 6,68E-08                                    |
| Primärenergiebedarf<br><b>regenerativ</b> [MJ]                                      | 4,74E-01          | 2,73E-02                      | 2,27E+02                                  | 6,47E-03                  | 1,90E-01           | -2,66E-02       | 3,41E-04                       | 2,27E+02                                    |
| Primärenergiebedarf<br><b>nicht regen.</b> [MJ]                                     | 3,71E-01          | 6,39E-01                      | 1,70E+01                                  | 3,99E+00                  | 4,33E+00           | -1,51E+00       | 4,29E-02                       | 2,49E+01                                    |
| Primärenergiebedarf<br><b>gesamt</b> [MJ]   | 8,45E-01          | 6,66E-01                      | 2,44E+02                                  | 4,00E+00                  | 4,52E+00           | -1,53E+00       | 4,32E-02                       | 2,52E+02                                    |

## 7.2 Relative Ergebnisse in den Wirkkategorien

### 7.2.1 Treibhauspotenzial

Bei der Betrachtung des Treibhauspotenzials (GWP) soll zunächst daran erinnert werden, dass die Kohlenstoff (C)- Einbindung ins Stroh im Prozess Futtermittelbereitstellung herausgerechnet wurde (der negative Wert für den Winterweizen wurde gleich „Null“ gesetzt), weil sie im Rahmen dieser Ökobilanz nicht berechnet werden kann.

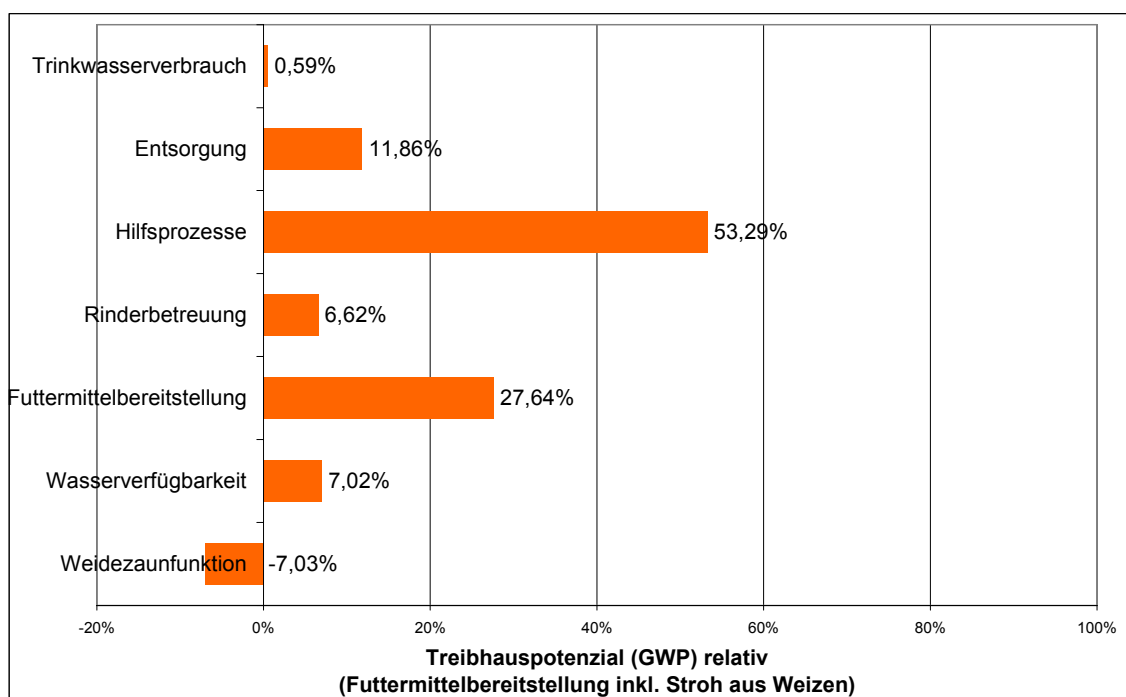
Die potenzielle Treibhauswirkung entfällt zu 47 % auf die Stromherstellung und nur zu 6 % auf die Propangasbereitstellung in den Hilfsprozessen.

Innerhalb der Futtermittelbereitstellung trägt die PP-Folienherstellung für Heu- und Strohballen zu 16 %, die gesamte Dieselproduktion zu 9 % zum GWP bei.

Auch im Prozess „Wasserbereitstellung“ schlägt die Stromherstellung für die Tiefbrunnenpumpe mit 6 % zu Buche.

Die positiven Werte im Prozess Entsorgung stammen aus der Verbrennung des Holzes und der Kunststoffe in der Müllverbrennungsanlage (MVA), die trotz der Gutschriften für Strom und Wärme nicht aufgewogen werden können.

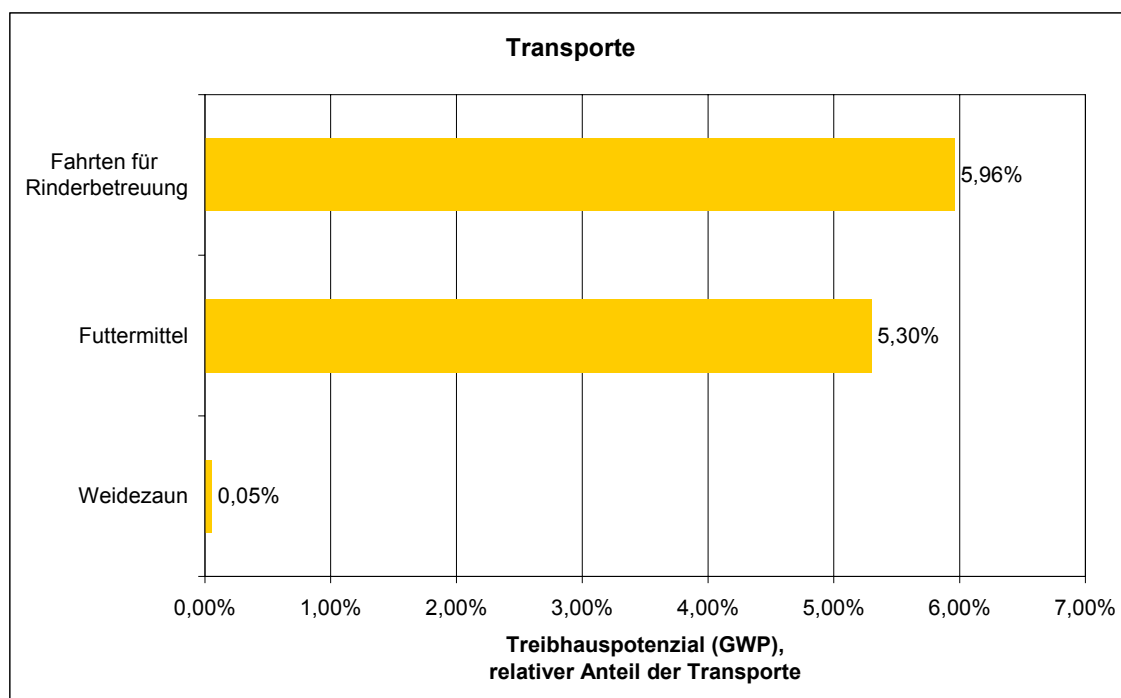
Die negativen Werte in der Weidezaunproduktion stammen hauptsächlich aus der Verbauung (und damit C-Einbindung) des Holzes als Zaunpfähle.



**Abbildung 23: Treibhauspotenzial (GWP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. Strohproduktion aus Winterweizen)**

In Abbildung 24 wird die Rolle der Transporte bezüglich der Treibhauswirkung veranschaulicht.

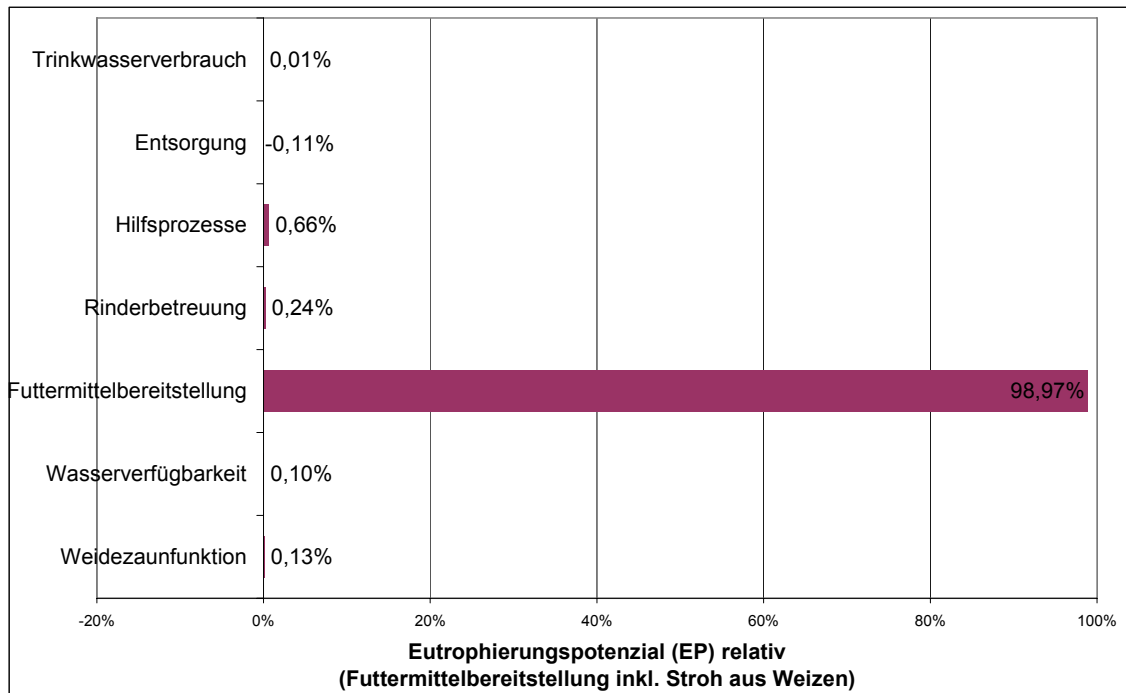
Insgesamt haben sie einen Anteil von 12 %, die zu 6 % aus der Rinderbetreuung und zu 5,3 % aus den Transporten für die Futtermittelbereitstellung kommen. Auch bzgl. des GWP leisten die Aufwendungen für den Zaunbau kaum einen Beitrag. Der Grund ist in erster Linie die Langlebigkeit des Produktes.



**Abbildung 24: Treibhauspotenzial (GWP), relativer Anteil der Transporte**

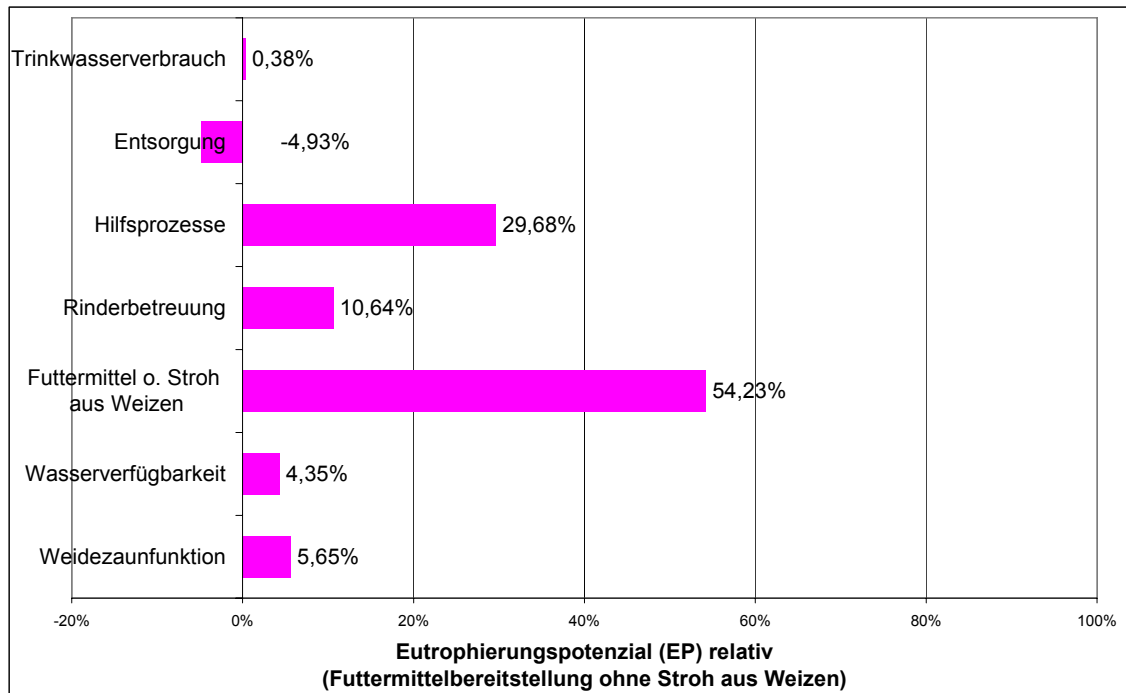
## 7.2.2 Eutrophierungspotenzial

Betrachtet man in Abbildung 25 die Eutrophierungseffekte während der Produktion des Rindfleisches, so fällt auf, dass diese fast ausschließlich aus der Futtermittelbereitstellung resultieren, genauer genommen aus der aggregierten „Strohproduktion aus Winterweizen“. Die Stroherzeugung trägt 97,7 % zum gesamten Eutrophierungspotenzial bei. Dies liegt nahezu nur an dem Eintrag von Nährstoffen in den Boden.



**Abbildung 25: Eutrophierungspotenzial (EP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

In Abbildung 26 wurden die überlagernden Effekte der Stroherzeugung herausgerechnet, so dass die mögliche Eutrophierungswirkung aller anderen Produktionsprozesse besser zur Geltung kommt.



**Abbildung 26: Eutrophierungspotenzial (EP) relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

Aus Abbildung 26 wird nun deutlich, dass die Futtermittelbereitstellung weiterhin zum Eutrophierungspotenzial beiträgt. Allerdings stammt dieser Beitrag in erster Linie aus der Steinsalzherstellung für die Lecksteine (16 %) und der Produktion der Polypropylenfolie (23 %) gemessen an dem gesamten EP exklusive dem Datensatz „Strohproduktion aus Winterweizen“.

Auch die Produktion des Betriebsstroms trägt mit 23 % zum EP bei.

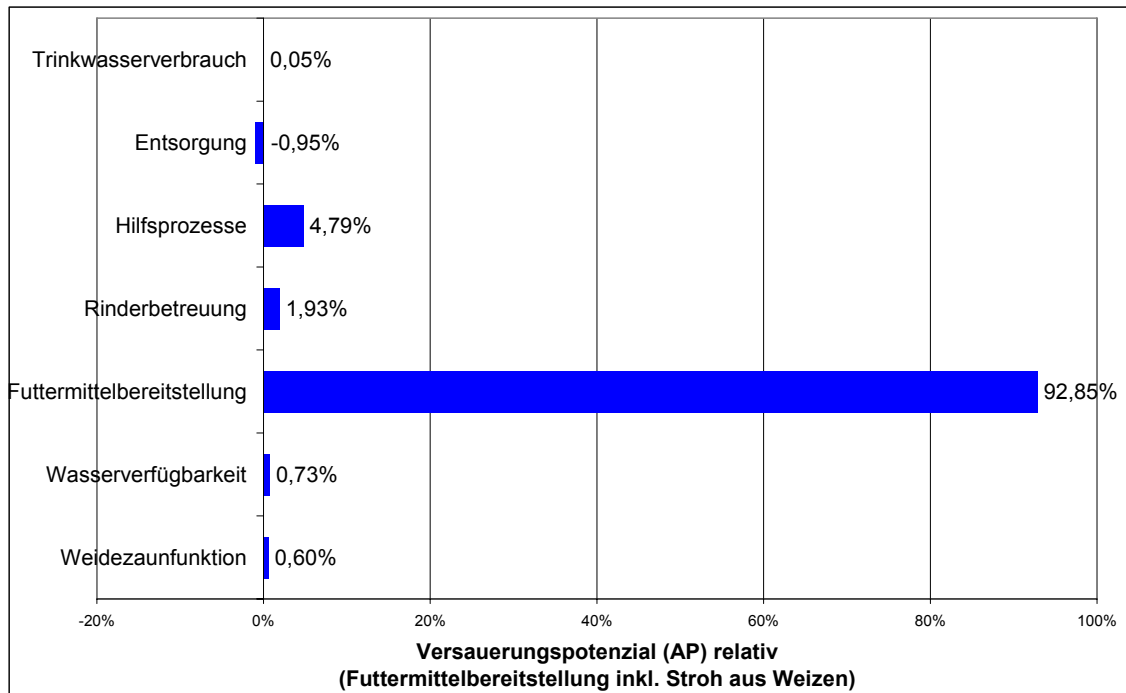
Insgesamt sind die absoluten Werte aber deutlich geringer als die der Strohproduktion aus Winterweizen.

Der negative Betrag in der Entsorgung entsteht in erster Linie durch Gutschriften für die Verwertung von Holz und Kunststoffen in der MVA, aus welchen thermische Energie und Strom gewonnen wird, ebenso wie durch eine Gutschrift für das Aluminiumrecycling.

### 7.2.3 Versauerungspotenzial

Ähnlich wie in der Wirkkategorie Eutrophierungspotenzial nimmt auch beim Versauerungspotenzial die Futtermittelbereitstellung eine dominante Position ein (Abbildung 27). Der größte Anteil am Versauerungspotenzial stammt mit knapp 85 % aus der Strohproduktion aus Winterweizen, davon entfallen 1/6 auf die Herstellung des NPK-Düngers und 5/6 auf die durch den Weizenanbau im Boden in Gang gesetzten Umsetzungsprozesse.





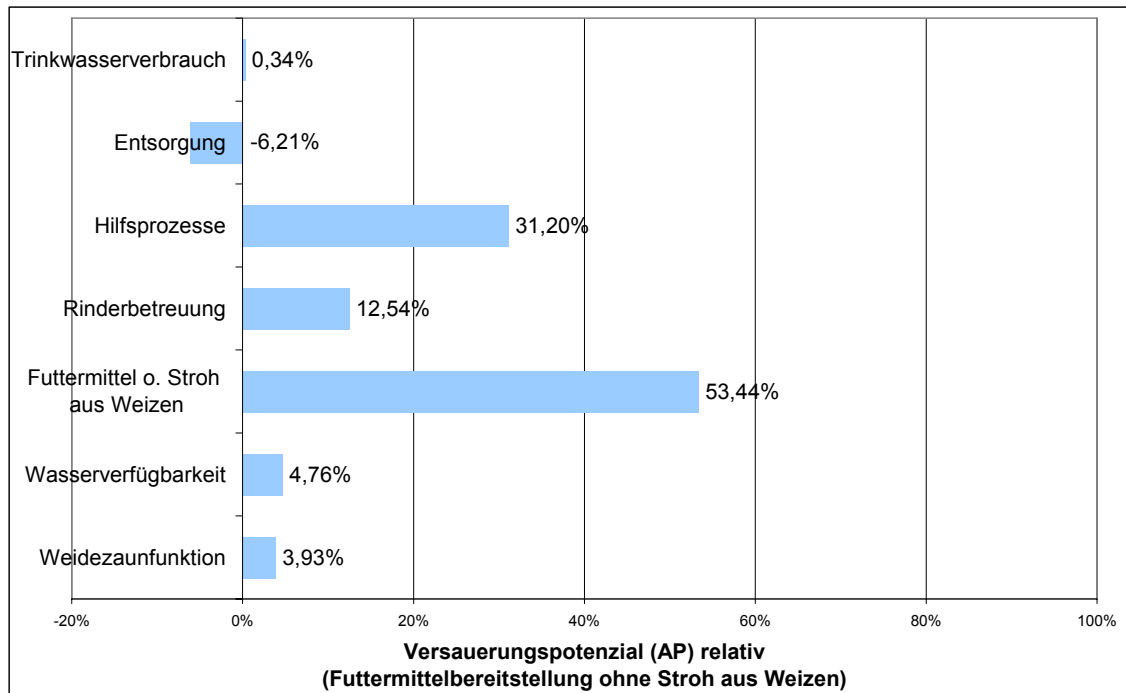
**Abbildung 27: Versauerungspotenzial (AP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

Die übrigen Prozesse können anschaulicher dargestellt werden ohne die überdeckenden Eigenschaften des Datensatzes „Strohproduktion aus Winterweizen“ (s. Abbildung 28).

Die Futtermittelbereitstellung hat mit 53 % (am AP ohne Strohdatsatz) weiterhin den größten Anteil, davon entfallen 26 % auf die Herstellung der PP-Folie für die Heu- und Strohbällen, 9 % auf die Lecksteinproduktion und 7 % auf die Transportdiesel-erzeugung.

Bezüglich des Versauerungspotenzials fällt die Produktion des Betriebsstroms in den Hilfsprozessen mit 28 % ins Gewicht. Die Dieselproduktion für die Fahrten innerhalb der Rinderbetreuung nimmt mit 12 % auch eine gewisse Rolle ein. Die anderen Hauptprozesse sind in dieser Wirkkategorie kaum relevant.

Die negativen Werte in der Entsorgung stammen auch in dieser Wirkkategorie aus Wärme- und Stromgutschriften für die Verwertung des Holzes, aber auch aus dem Recyclingpotenzial des Aluminiums.



**Abbildung 28: Versauerungspotenzial (AP) relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

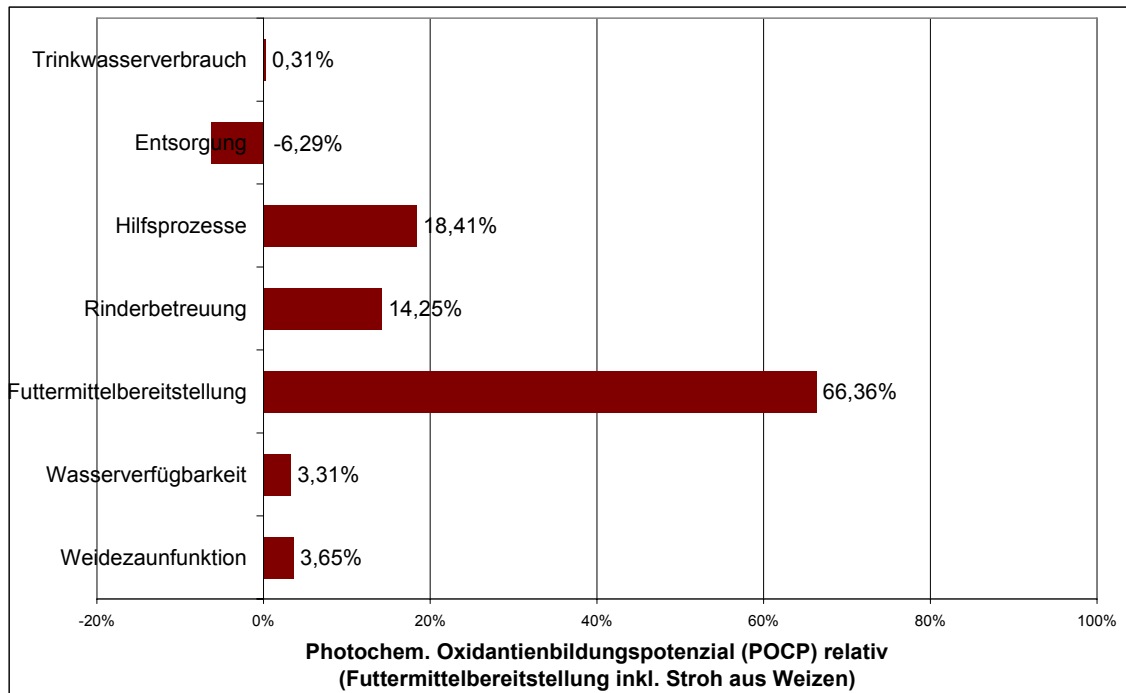
#### 7.2.4 Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial

Das POCP fällt zu etwa  $\frac{2}{3}$  im Prozess der Futtermittelbereitstellung an (Abbildung 29). Es resultiert zu 16 % aus der Strohproduktion aus Winterweizen, zu 22 % aus der Herstellung der PP-Folien für die Heu- und Strohballenpressung, zu 7 % aus der Lecksteinproduktion, zu 12 % aus dem Diesel für die Transporte und zu 8 % aus der übrigen Dieselherstellung innerhalb dieses Prozesses.

13,6 % des POCPs werden durch die Fahrten für die Rinderbetreuung verursacht.

Auf den Betriebsstrom innerhalb der Hilfsprozesse fallen knapp 16 %.

Negative Beträge bei der Entsorgung entstehen, weil die Strom- bzw. Wärmegutschrift für die energetische Verwertung des Holzes/ der PP-Folie und das Recyclingpotenzial vom Stahlblech und Aluminium die positiven POCP-Beträge kompensieren.



**Abbildung 29: Photochem. Oxidantienbildungspotenzial (POCP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

Ein besonderes Augenmerk soll bezüglich des POCP auf die Transporte gelegt werden. Diese sind wie erwähnt in den Hauptprozessen eingebunden aber nicht namentlich aufgeführt.

Die Transporte tragen zu 27 % zum gesamten POCP bei, die Verteilung ist Abbildung 30 zu entnehmen. Die Fahrten für die Rinderbetreuung sind zu etwa 13 % und die Transporte im Rahmen der Futtermittelbereitstellung zu ca. 12 % am POCP beteiligt, wohingegen die Transporte für die Weidezaunherstellung keinen nennenswerten Beitrag leisten, obwohl die Materialien zu einem großen Teil aus neuseeländischer Produktion stammen.

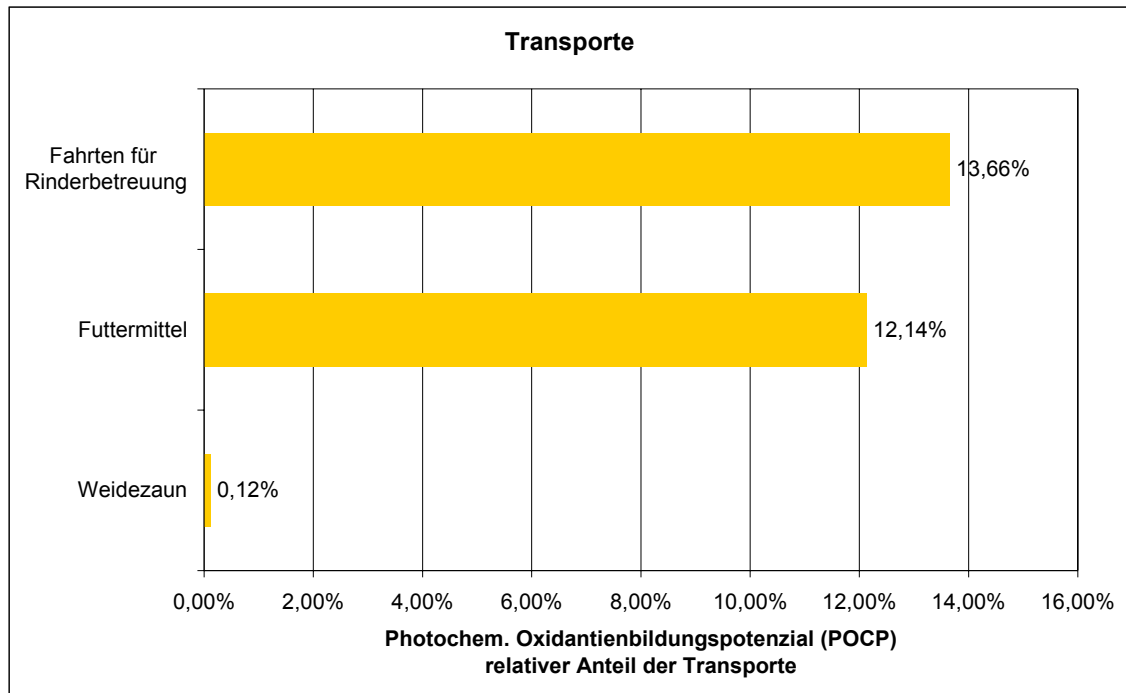
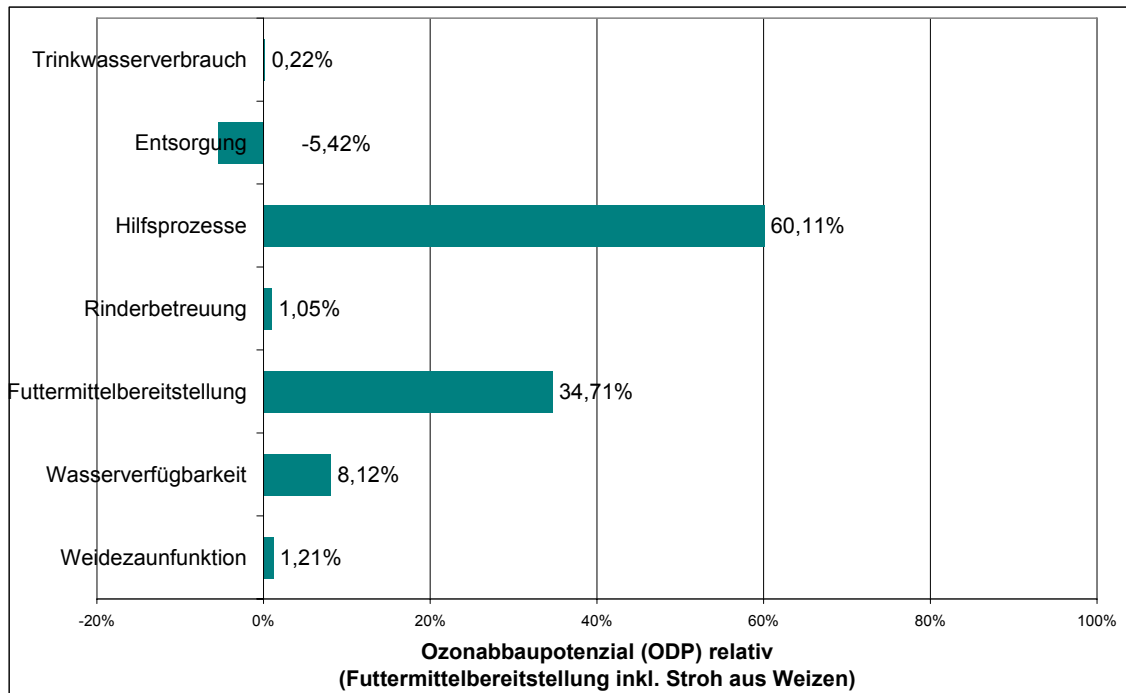


Abbildung 30: Photochem. Oxidantienbildungspotenzial (POCP), relativer Anteil der Transporte

### 7.2.5 Ozonabbaupotenzial

Die Abbildung 31 veranschaulicht, aus welchen Prozessen der Rindfleischproduktion innerhalb der Agrar GmbH eine mögliche ozonabbauende Wirkung resultieren könnte. Die Herstellung des Betriebsstroms in den Hilfsprozessen spielt dabei mit 59,7 % eine große Rolle, aber auch die Strohproduktion aus Winterweizen innerhalb des Prozesses „Futtermittelbereitstellung“ ist mit 32 % nicht zu vernachlässigen. Sie resultiert fast ausschließlich aus der Herstellung des Mineraldüngers.

Der negative Betrag bei der Entsorgung resultiert aus einer Verminderung der ozonabbauenden Wirkung durch die Stromgutschrift für die energetische Verwertung des Holzes und der PP-Folien.

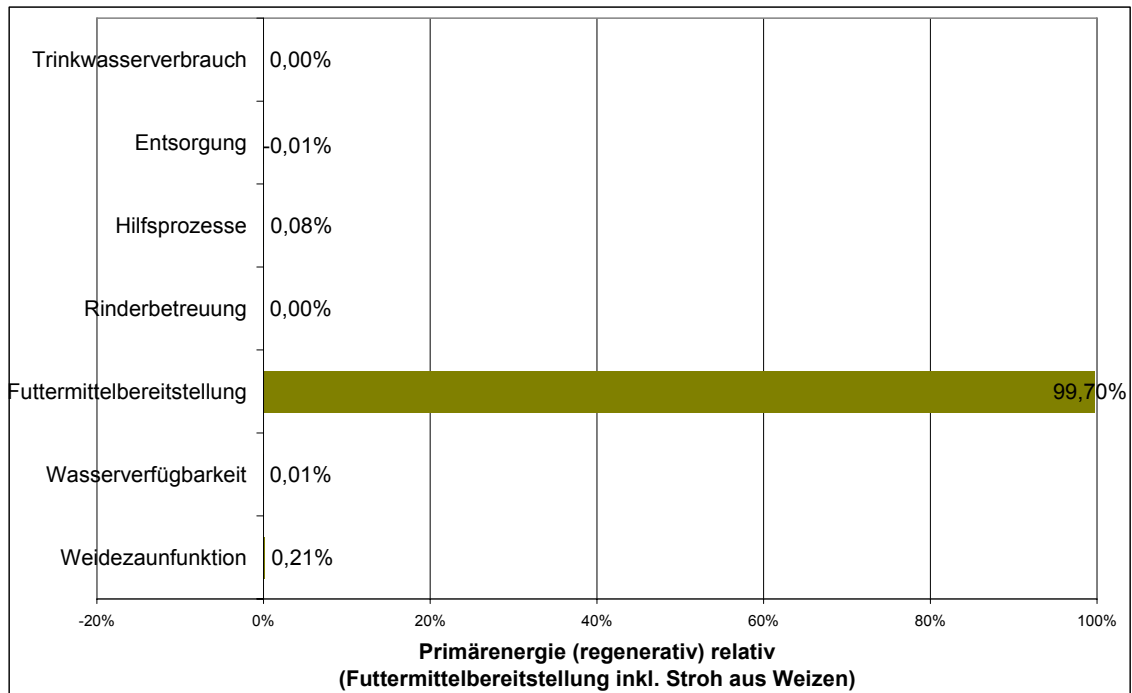


**Abbildung 31: Ozonabbaupotenzial (ODP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

### 7.2.6 Primärenergiebedarf aus regenerativen Energien

In Abbildung 32 ist bezüglich des Verbrauchs an regenerativen Energien die Futtermittelbereitstellung mit 99,7 % besonders auffällig. Diese resultiert zu 97 % aus der Strohproduktion aus Winterweizen, und zwar vollständig aus der Sonnenenergie, die durch den Photosyntheseprozess in den Winterweizen eingebunden wird.

Der Energieverbrauch in den anderen Prozessen der Rindfleischproduktion fällt relativ kaum noch ins Gewicht.



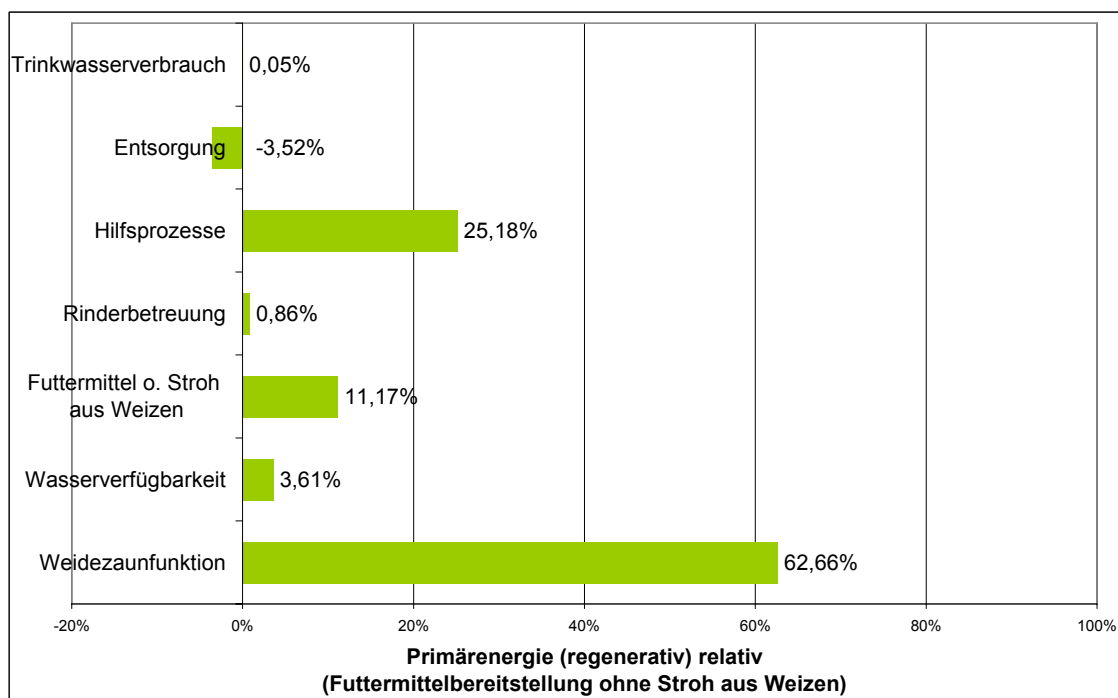
**Abbildung 32: Verbrauch an regenerativen Energien relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

In Abbildung 33 wird ein Fokus auf die Anteile am Primärenergiebedarf ohne die Strohproduktion aus Winterweizen“ gelegt.

Auffallend ist, dass dieser zu 62 % auf die Weidezaunfunktion entfällt. Wiederum ist der Grund die Photosynthese, durch welche Sonnenenergie im Holz gebunden wird.

Auf die Stromherstellung in den Hilfsprozessen entfallen knapp 25 %. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass ein deutscher Strom-Mix gewählt wurde, in dem auch regenerative Ressourcen zur Energiegewinnung eingesetzt werden.

Schwach negative Werte in der Entsorgung stammen hauptsächlich aus einer Stromgutschrift für die Verwertung des Holzes und der PP-Folien neben der verminderten Wirkung des Aluminiumrecyclingpotenzials.



**Abbildung 33: Verbrauch an regenerativen Energien relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

### 7.2.7 Primärenergiebedarf aus nicht regenerativen Energien

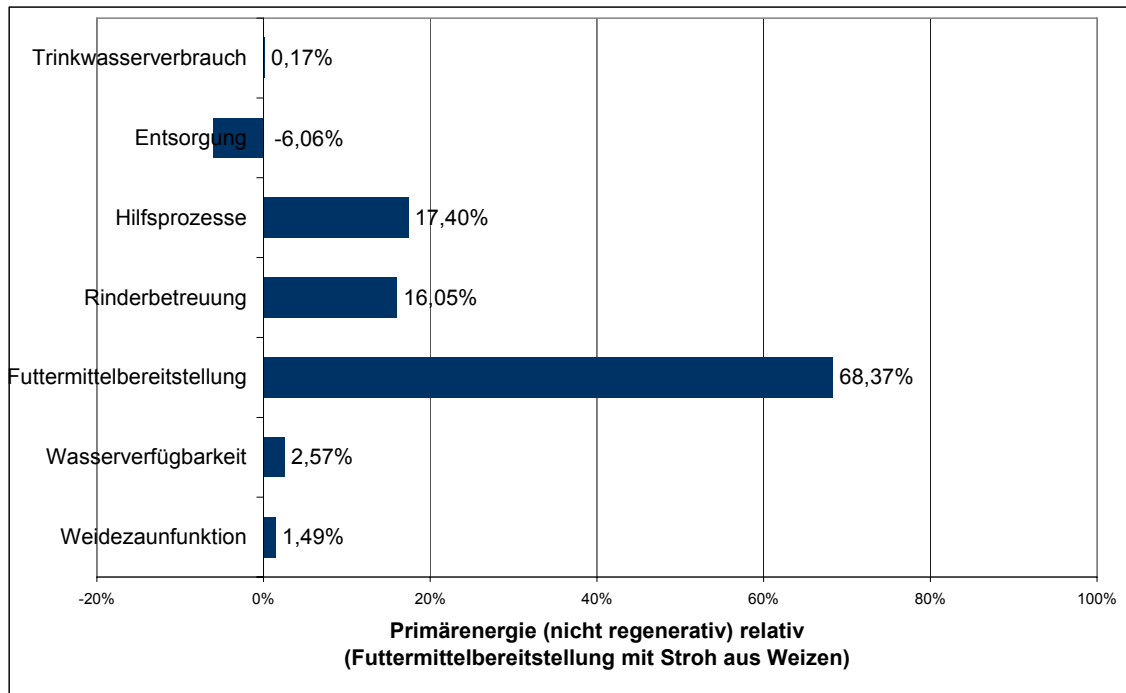
Die Abbildung 34 stellt deutlich heraus, an welcher Stelle des Produktionsprozesses Energie aus fossilen Ressourcen genutzt wird.

Innerhalb der Futtermittelbereitstellung entfallen 35 % auf die „Strohproduktion aus Winterweizen“, hauptsächlich aufgrund der Treibstoff- und Mineraldüngerproduktion innerhalb dieses Vorkettenprozesses. Zu 23 % trägt die Treibstoffherstellung für die Stroh- und Heubereitstellung in der Agrar GmbH zu Buche und 9 % entfallen auf die Erzeugung der PP-Folie für die Ballenpressung.

Auch in der Rinderbetreuung fallen die Fahrten aufgrund der Treibstoffherstellung aus Erdöl mit fast 16 % ins Gewicht.

Auf die Herstellung des Betriebsstroms in den Hilfsprozessen entfallen 15 %, weil dieser in erster Linie aus fossilen Ressourcen wie Kohle stammt.

Durch die letztendliche Verbrennung der PP-Folien und des Holzes kann an fossilen Ressourcen hauptsächlich zur Wärmeengewinnung gespart werden, so dass sich hier in der Entsorgung negative Beträge ergeben.



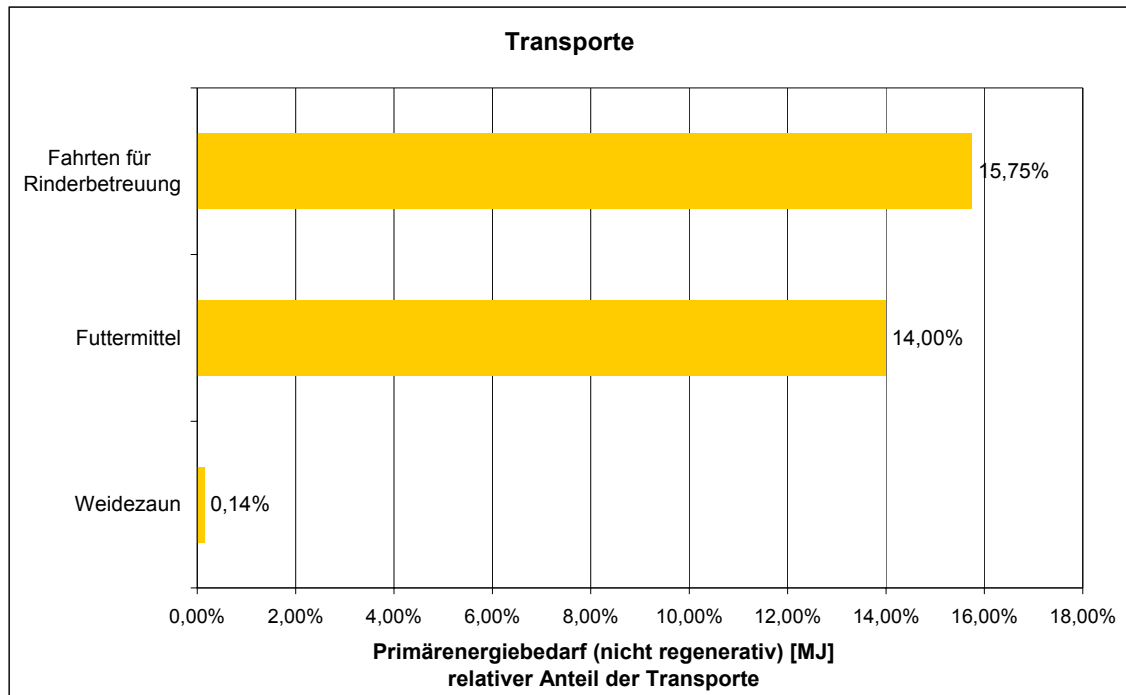
**Abbildung 34: Verbrauch an nicht regenerativen Energien, relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen")**

Weil der Transportdiesel ausschließlich aus nicht regenerativen Ressourcen erzeugt wird, sollen abschließend in Abbildung 35 noch einmal die Transporte betrachtet werden.

Insgesamt entfallen fast 30 % des Verbrauchs an fossiler Energie auf die Transporte im Zusammenhang mit der Rindfleischerzeugung, davon 15,7 % bei Fahrten für die Rinderbetreuung und 14 % auf die Futtermittelbereitstellung.

Auch hier sind die Transporte für die Weidezaunfunktion nicht relevant.





**Abbildung 35: Verbrauch an nicht regenerativen Energien, relativer Anteil der Transporte**

## 8 Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsabschätzung

Diese Ökobilanz hat das Ziel, die Umweltauswirkungen der Rindfleischproduktion in der extensiven Ganzjahresbeweidung vorrangig bezüglich der technischen Aufwendungen zu quantifizieren und auszuwerten. Sie soll eine Grundlage für weitere Diskussionen darstellen und Optimierungspotenziale in der Konzeption derzeitiger Modellprojekte aufzeigen.

Dazu sollen im Folgenden die Beiträge der einzelnen Produktionsprozesse zu diesen Auswirkungen, aufsteigend nach ihrer Bedeutsamkeit geordnet, diskutiert und anschließend stichpunktartig Vorschläge zur Optimierung gemacht werden.

### 8.1 Zusammenfassende Auswertung nach Produktionsschritten

#### **Trinkwasserverbrauch:**

Der Trinkwasserverbrauch trägt in jeder Kategorie  $< 0,6$  % zur Gesamtwirkung bei.

#### **Weidezaunfunktion herstellen:**

Dieser Prozess trägt über die Wirkkategorien maximal 5 % zur Gesamtwirkung bei, in erster Linie durch den Holztransport von Ungarn und die Edelstahlproduktion. Die Tatsache, dass dieser Prozess so wenig zur Gesamtwirkung und auch zum Verbrauch nicht regenerativer Energien beiträgt, ist vorrangig der Langlebigkeit und Qualität der Materialien zuzurechnen. Weil der hohe Verbrauch der regenerativen Energien aus der im Holz gespeicherten Sonnenenergie kommt, ist sie vernachlässigbar.

#### **Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten:**

Der Prozess trägt je nach Wirkkategorie zwischen 2,6 % und 8 % zur gesamten Wirkung bei. Das ODP (7 %) und GWP (8 %) dieses Prozesses kommt aus der Stromproduktion (Funktion der Tiefbrunnenpumpe/ Verbrauch für Herstellung der Wasserrohre), insgesamt ist der Beitrag aber eher gering. Die Erzeugung aller anderen Materialien, wie z.B. der Viehtränken und der Brunnenpumpen, können ebenfalls aufgrund ihrer Langlebigkeit außer Acht gelassen werden.

**Feststoffentsorgung:**

Dieser Prozess liefert nur bezüglich des GWP einen positiven Beitrag von 12 %, weil durch die Verbrennung von Kunststoffen und Holz in der MVA klimawirksame Gase entstehen. In allen anderen Wirkkategorien führen wegen dieser Verbrennung Gutschriften für Wärmeenergie und Strom jeweils zu einem negativen Gesamtbetrag. Gutschriften entstehen, weil durch die Verbrennung andere (vorwiegend nicht regenerierbare Ressourcen) für die Strom- und Wärmeerzeugung eingespart werden können.

**Rinderbetreuung:**

Mit 1 %-16 % trägt dieser Produktionsprozess zur möglichen Gesamtwirkung innerhalb der einzelnen Wirkkategorien bei. Diese resultieren ausnahmslos aus der Dieselherstellung für die Fahrten. Die Produktion der Fanganlagen hat durch ihre Langlebigkeit, die Ohrmarken- und Spritzenherstellung aufgrund der geringen Materialmengen keinen Einfluss.

**Hilfsprozesse:**

Die relativen Werte liegen je nach Wirkkategorie zwischen 5 %-60 %. Innerhalb des Produktionsprozesses schlägt die Stromherstellung zu Buche, besonders stark bzgl. der potenziellen Treibhaus- (47 %) und ozonabbauenden (59 %) Wirkung. Die Herstellung des Propangases steht bezüglich aller Wirkkategorien weit hinter der Stromerzeugung zurück (z.B. Anteil am GWP 6 %).

**Futtermittelbereitstellung:**

Dieser Prozess trägt in jeder Wirkkategorie einen relativ hohen Anteil an der Gesamtwirkung. Der aggregierte Datensatz „Strohproduktion aus Winterweizen“ insgesamt und hier besonders die Herstellung des Mineraldüngers sowie alle Prozesse, die durch das Einbringen in den Boden ablaufen, haben einen großen Anteil an der potenziellen Umweltwirkung. Dies gilt besonders bezüglich des Eutrophierungs- und Versauerungspotenzials, aber auch beim Verbrauch der nicht regenerierbaren Energien.

Neben der Stroherzeugung spielen in erster Linie die Produktion der Polypropylen-Folie für die Ballenpressung und die Herstellung des Treibstoffs insgesamt (d.h. bei der Herstellung von Heu bzw. Stroh und bei Transporten zum Lager/ zur Futterstelle) eine große Rolle. Aber auch die Lecksteinerzeugung ist mit 16 % am EP beteiligt.

## 8.2 Abgeleitete Optimierungspotenziale

Aufgrund dieser Analyse können für die relevanten Produktionsprozesse folgende Optimierungspotenziale identifiziert werden:

### **Futtermittelproduktion:**

- Generell ist eine Reduktion der Stroh- und Heuballenproduktion zielführend.  
Dies ist möglich, wenn
  - nur die minimal nach Tierschutzaufgaben geforderte Menge an Heu und Stroh zur Verfügung gestellt,
  - die bevorratete Menge an Heu und Stroh reduziert und/ oder
  - der Viehbesatz reduziert wird, so dass sich die Rinder länger aus der Biomasse der Fläche ernähren können.
- Verwendung von Stroh aus ökologischem Weizenanbau  
Dadurch können keine potenziellen Umweltwirkungen aus der Mineraldüngererzeugung mehr entstehen.
- Reduktion der Lecksteinmenge  
Dies ist möglich, in dem die Lecksteine witterungsgeschützt bzw. gut sichtbar aufgestellt werden.

### **Transporte und Fahrten:**

- generelle Reduktion der Fahrten für die Futtermittelverteilung (wird schon durch Reduktion der Heu- und Strohproduktion erreicht) und Rinderbetreuung (wenn möglich)
- Geländewagen mit geringerem Treibstoffverbrauch wählen
- Biodiesel als alternativen Kraftstoff nutzen

### **Betriebsstrom, Strom für Tiefbrunnenpumpe und Netzgeräte:**

- Stromanbieter wechseln (weniger Strom aus nicht regenerativen Ressourcen, mehr Nutzung regenerativer Ressourcen wie Sonne, Wind, Wasser und Biomasse)
- Stromeinsparungspotenziale nutzen durch sinnvollen Einsatz energiesparender Elektrogeräte (Energiesparlampen, ausschaltbare Steckdosenleisten, etc.)

### 8.3 Schlussfolgerung

Die in der vorliegenden Ökobilanz betrachteten technischen Aufwendungen in der extensiven ganzjährigen Beweidung von Rindern haben nur einen geringen Anteil an den gesamten Treibhausgas-Emissionen in der Rinderhaltung, wenn die Erkenntnisse der Studien aus Kapitel 2 „Klimawirkungen der Themenfelder Ernährung, Landwirtschaft und Rindfleischproduktion“ in Bezug auf die direkten Emissionen aus der überwiegenden Stallhaltung auf die extensive Ganzjahresbeweidung übertragen werden würden.

Es ist aber wichtig, die Klimawirkungen in der Ganzjahresbeweidung realistisch und wissenschaftlich abgesichert zu betrachten. Dies ist nach derzeitigem Forschungsstand nicht möglich, weil sich die Forschungsergebnisse aus der konventionellen wie ökologischen Stallhaltung gerade bezüglich der direkten Emissionen nicht auf die Weidehaltung übertragen lassen und weil die Erfassung dieser Parameter im Freiland diesbezüglich mit großen Schwierigkeiten behaftet ist.

In Zukunft ist eine Ausrichtung der Forschung auf die direkten Emissionen dieser speziellen Form der Rinderhaltung im Freiland, der extensiven Ganzjahresbeweidung, wünschenswert, um eine umfassendere Einordnung dieser Haltungsform zu ermöglichen.

In Bezug auf die weitere Forschung ist es auch besonders wichtig, den Beitrag der extensiven Ganzjahresbeweidung zum Arten- und Biotopschutz und zur Erhaltung offener Landschaften zu würdigen und zu bewerten.

## 9 Diskussion: Stoffwechselphysiologische Prozesse des Rindes in extensiver Ganzjahresbeweidung

In der vorliegenden Ökobilanz wurde gezeigt, welche Umweltauswirkungen sich aus den technischen Aufwendungen der verschiedenen Prozesse der Rindfleischerzeugung in dieser Haltungsform ergeben.

Nun ist die Rinderhaltung aber deshalb in die öffentliche Diskussion geraten, weil die direkten Emissionen, also aus der Verdauung und dem Wirtschaftsdüngermanagement, in besonderem Maße zum Treibhauseffekt beitragen [HIRSCHFELD et al. 2008].

Wissenschaftliche Untersuchungen in der konventionellen wie in der ökologischen Rinderhaltung belegen dies. Diese Emissionen sind verschiedenen Schwankungen unterworfen. Eine nicht unerhebliche Rolle spielen Faktoren, die sich aus der Physiologie und der Haltungsform ergeben.

Dazu gehören z.B.:

- Rasse, Körpergewicht, Geschlecht, Alter bzw. Lebensphase
- Futtermenge und -zusammensetzung
- Milch- oder Fleischleistung
- Umgang mit den anfallenden Ausscheidungen

Bisher wurden Forschungsarbeiten angefertigt, welche die Gegebenheiten und Umweltauswirkungen verschiedener Stallhaltungsformen und unterschiedlicher Formen des Wirtschaftsdüngermanagements untersuchten. Die Ergebnisse sind in umfassenden Katalogen wie z.B. der KTBL-Betriebsplanung [KTBL 2008] zusammengefasst.

Für extensive Verfahren, im Speziellen der ganzjährigen Beweidung im Naturschutz- und Landschaftspflegekontext, gibt es bisher keine eigenständige Forschung.

Das liegt einerseits daran, dass die konventionelle wie auch die ökologische Stallhaltung die heute üblichen Bewirtschaftungsformen sind. Andererseits gestalten sich Untersuchungen bezüglich der Emissionen aus Verdauung und Ausscheidung unter anderen als diesen „Laborbedingungen“ äußerst schwierig. So ist es nur möglich, die vorhandenen Daten auch für die extensive Beweidung anzuwenden oder die Thematik völlig aus der Ökobilanz auszuklammern. Ersteres würde aber die Bilanz in vielen Punkten verfälschen, weil ja bekannt ist, dass o. g. Parameter entscheidend auf die Höhe und Art der Emissionen einwirken.

Um der Problematik Rechnung zu tragen, soll in vorliegendem Kapitel stichwortartig zusammengetragen werden,

- welche Größen für die vollständige Erhebung der Emissionen bzw. Berechnung der Umweltauswirkungen aus dem Rindsstoffwechsel benötigt werden,
- in welcher Form Fragen und Probleme bei der Erhebung auftauchen und
- ob und welche vorhandenen Daten bzgl. extensiver Haltungsformen angewendet werden können.

Es handelt sich hierbei um keine vollständige Auflistung sondern lediglich um den Versuch, die wichtigsten erforderlichen Parameter zu benennen und Probleme zu identifizieren, die mit der Erhebung verbundenen sind. Dabei wird von den Gegebenheiten in der Agrar GmbH ausgegangen.

Allgemein betrachtet müssen für eine vollständige Ökobilanz der Kohlenstoff- und ebenso der Stickstoffkreislauf geschlossen werden, denn die C- und N-Verbindungen sind bezüglich der Umweltwirkungen die entscheidenden Größen. Es ist wichtig, herauszufinden, auf welchen Wegen und in welcher Menge C/ N in den Rinderstoffwechsel gelangt, wieder verlässt und welcher Anteil in den Körper selbst eingebaut wird [DEIMLING 2009].

Wie lassen sich die Heu-, Stroh- und Weidegrasmenge, die Rinder in der extensiven Ganzjahresbeweidung übers Jahr verteilt benötigen und tatsächlich fressen, ermitteln?

Wie lässt sich das Futterangebot auf den Weideflächen quantitativ und qualitativ bestimmen?

Wie ist der Anteil an Kohlenstoff und Stickstoff, der jeweils in Körpermasse, Abwärme, Ausatmungsgase, Verdauungsgase und die Ausscheidungen geht, zu beziffern?

Antworten auf diese Fragen zu finden, wäre die zentrale Aufgabe, um die Emissionen aus der Fleischrindhaltung auf extensiven ganzjährigen Standweiden für eine Ökobilanz zu ermitteln.

Das aktuelle Kapitel setzt sich mit dieser Thematik auseinander und möchte diesbezüglich weitere Forschung anregen.

## **9.1 Inputseitig relevante Parameter**

### **9.1.1 Ermittlung der tatsächlichen Nährstoff- und Energieaufnahme**

Die Ermittlung der tatsächlichen Nährstoffaufnahme eines Rindes ist nicht möglich. Die aufgenommene Energie- oder Nährstoffmenge ist wichtig für die Leistung des Tieres, die im Falle eines Rindes Grundumsatz, Bewegung, Wärme, Wachstum und Milch- bzw. Fleischproduktion sein können. Ein Tier kann aber z.B. ebenso Fettmasse abbauen wie Energie über die Nahrung aufnehmen, um sich zu bewegen, zu wachsen oder Milch zu produzieren. Um die Menge der aufgenommenen Energie näherungsweise zu be-

rechnen, wird behelfsweise der Futterbedarf und die Futterzusammensetzung ermittelt [BOGUHN 2009].

### **9.1.2 Ermittlung des Futterbedarfs**

Zur Ermittlung des Futterbedarfs muss die Rinderanzahl, geordnet nach Alterskategorie und Geschlecht, erhoben und der Futter- bzw. Energiebedarf des Rindes in den verschiedenen Phasen seines Lebens bilanziert werden. Es gibt dazu Folgendes anzumerken:

#### **Rinderanzahl geordnet nach Alterskategorie und Geschlecht (Kalb, Jungrind, Färse, Mutterkuh -trockenstehend/ -laktierend, etc.):**

Daraus lassen sich exakte Daten für den Futter- bzw. Energiebedarf ermitteln. Wichtig sind die Angaben pro Monat eines Jahres, weil in den Sommermonaten nur Weidegras gefressen wird, in den Wintermonaten je nach Witterung nur Heu und Stroh, oder auch zusätzlich Weidegras. Es bietet sich an, diese Angaben der Betriebsstatistik zu entnehmen.

#### **Futter-/ Energiebedarf des Rindes in kg/ Trockenmasse (TM)/ Tag in den verschiedenen Phasen seines Lebens:**

Dieser weicht beträchtlich von jenem in überwiegender Stallhaltung ab, weil in der ganzjährigen Beweidung andere Rinderrassen eingesetzt werden. Laut Dr. Heckenberger von der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) in Sachsen-Anhalt gibt es aber eine kürzlich erschienene Veröffentlichung der DLG e.V., in der geeignete Daten zu finden sind. Der Titel dieser Veröffentlichung lautet „Empfehlungen zur Fütterung von Mutterkühen und deren Nachzucht“ [HECKENBERGER 2009].

### **9.1.3 Ermittlung der Futterzusammensetzung**

In der extensiven Beweidung setzt sich die Nahrung der Rinder abhängig von der Jahreszeit aus Heu, Stroh und Weidegras zusammen. Für die Berechnung der Umweltwirkungen ist es wichtig, über diese Anteile an der Nahrung, dem Trockenmassegehalt dieser Nahrungsanteile und dem Stickstoff- bzw. Kohlenstoffanteil in der Trockenmasse die tatsächliche Menge an C und N herauszufinden. Hierzu gibt es folgende Anmerkungen:

#### **Trockenmasse- und Energiegehalt des Weidegrases und des Heus. Dieser ist abhängig von:**

- der natürlichen Ertragsfähigkeit des Bodens.  
Diese Werte müssen aus den Bodenwertzahlen der Biotopkartierung und den Flächenbezeichnungen der Weide- und Mähflächen des Betriebes errechnet und gemitt-



telt werden Die Ertragszahlen der Flächen der Agrar GmbH Crawinkel liegen zwischen 15-35 Doppelzentner/ ha und Jahr [REISINGER 2009].

- der Art der Düngung und Häufigkeit der Mahd/Jahr.  
In der extensiv wirtschaftenden Agrar GmbH werden die Mähflächen nicht gedüngt bzw. beweidet und nur 1 Mal pro Jahr nach der Hauptblüte gemäht.

**Trockenmasse- und Energiegehalt des Strohs:**

Es gelten ähnliche Abhängigkeiten wie zum Aspekt „Trockenmasse- und Energiegehalt des Weidegrases und des Heus“, beschrieben wurden.

Als Grundlage für die Berechnung müssten die Bodenwertzahlen des Nachbarbetriebs herangezogen werden, da die Agrar GmbH ihr Stroh aus konventionellem Winterweizenanbau des benachbarten Betriebes bezieht. Entsprechende Werte könnten dem KTBL-Katalog [KTBL 2008] entnommen werden.

**Stroh-, Heu-, Weidegrasanteil an der Nahrung des Rindes:**

Dieser ist abhängig von der Jahreszeit. Während der Vegetationsperiode (ca. April bis Oktober) fressen die Rinder ausschließlich den natürlichen Pflanzenaufwuchs der Weiden. Ab Oktober wird abhängig von der Witterung zusätzlich Heu gefüttert und Stroh als Liegefläche angeboten. Das Stroh wird teilweise gefressen, der genaue Anteil ist aber nicht zu ermitteln und abhängig vom übrigen Futterangebot. Bei geschlossener Schnee- oder Eisdecke wird nur Heu und Stroh gefressen, da Rinder nicht im Schnee scharren, um evtl. noch vorhandene Nahrungsressourcen freizulegen.

Bei der Ermittlung bereitet die Anwesenheit der Pferde auf der gleichen Fläche Schwierigkeiten. Für diese müssten die Anteile ebenso berechnet werden [BLEY 2008].

**Kohlenstoff- und Stickstoffanteil im Weidegras, Heu und Stroh:**

Die Tabelle 7 stellt den Trockenmasseanteil an der Futterart und die C- bzw. N-Anteile an der Trockenmasse dar. Sie wurde nach Angaben von Dr. Steingäß am Institut für Tierernährung der Uni Hohenheim [STEINGAß 2009] erstellt:

**Tabelle 7: Trockenmasse-, Kohlenstoff, Stickstoffanteil der Nahrung**

| <b>Futter</b> | <b>Trockenmasse in %</b> | <b>davon C in %</b> | <b>davon N in %</b> |
|---------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Stroh         | 86 %                     | 45 %                | 0,6 %               |
| Heu           | 86 %                     | 45 %                | 1,5 %               |
| Weidegras     | 10-30 (Ø 15)%            | ?                   | ?                   |

Ob es bezüglich dieser Daten Schwankungen gibt und von welchen Faktoren diese abhängen, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

## 9.2 Outputseitig relevante Parameter

Um die outputseitigen Parameter vollständig zu erfassen, sind die Ermittlung des Kohlenstoff- und Stickstoffanteils in der Lebend- bzw. Schlachtmasse des Rindes und besonders die Erhebung aller direkten Emissionen aus der Rinderhaltung wichtig.

### 9.2.1 Ermittlung des C- und N- Anteils in der Lebend-/ Schlachtmasse des Rindes

Für die Bestimmung der Elementanteile im lebenden oder im Schlachtkörper sind einerseits Angaben über die prozentualen Anteile der Organe an der Tiermasse und andererseits die Elementanteile in den jeweiligen Gewebearten erheblich.

#### **Anteil an Fett-, Muskel-, Organ-, Knochengewebe in der Lebend-/ Schlachtmasse:**

Es gibt diesbezüglich Unterschiede, die sich aus der Wahl der Rinderasse (Robust- und leichtere Rinderrassen sind leichter) und der Haltungsform ergeben (viel Bewegung, andere Futterzusammensetzung, etc.). Lt. BOGUHN [BOGUHN 2009] wurden entsprechende Parameter für Milchkühe am Institut für Tierernährung des Friedrich-Löffler-Instituts in Braunschweig erhoben. In wieweit diese auf Fleischrinderrassen in der extensiven Ganzjahresbeweidung Anwendung finden können, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

#### **C- und N- Einbindung in die Gewebearten des Rindes:**

Die Einbindung von C und N in die Gewebearten ist immer gleich (z.B. enthält Protein immer 16 % Stickstoff). Die Unterschiede in der absoluten Menge an C und N im Rinderkörper ergeben sich nur aus dem Prozentanteil der verschiedenen Gewebe im Körper und der absoluten Tiermasse [BOGUHN 2009].

### 9.2.2 Ermittlung der direkten Emissionen

Die Ermittlung der direkten Emissionen in der extensiven Ganzjahresbeweidung mit Rindern ist nahezu unmöglich. Die folgende Auflistung soll in Kürze die Art der Probleme festhalten, die sich bei der Erfassung ergeben.

#### **Methan-Emissionen aus der Verdauung des Rindes:**

Die Methan-Emissionen aus der Verdauung sind abhängig u. a. von Rasse, Gewicht, Alter und der Aktivität des Rindes bzw. in besonders starkem Maße von der Nahrungszusammensetzung. Lt. BOGUHN von der Uni Hohenheim vom Institut für Tierernährung an der Universität Hohenheim kann aus bisherigen Untersuchungen in der konventionellen wie auch ökologischen Stallhaltung die Lehre gezogen werden, dass der Methanausstoß sich mit anwachsendem Raufutteranteil erhöht. Der Grund dafür ist eine erhöhte Aktivität der methanogenen Mikroorganismen in der Pansenflora des wieder-

käuenden Rindes [BOGUHN 2009]. Lt. Dr. Eurich-Menden von der KTBL Darmstadt kann bei überwiegender Grasfütterung bei Färsen und Mastbullen ein ungefährender Wert von 60 kg Methan/ GVE und Jahr und für laktierende Kühe von 98,5 kg Methan/ GVE und Jahr angenommen werden. Diese Messungen wurden in der Respirationsskammer ermittelt [EURICH 2009].

#### **Die Atmung des Rindes:**

Diese ist abhängig von der Leistung des Tieres, die sich aus Grundumsatz, Bewegung, Wärme, Wachstum und Milch- bzw. Fleischproduktion zusammensetzen kann. Eine hohe Leistung bringt auch eine erhöhte Stoffwechsellätigkeit mit sich. Lt. BOGUHN vermindert sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmungsluft eines Rindes, das in extensiver Ganzjahresbeweidung gehalten wird [BOGUHN 2009].

#### **Die Ausscheidungsmenge (Exkrementa bzw. Urin):**

Weder die Menge an Exkrementen noch an Urin pro Zeiteinheit lassen sich in der Weidewirtschaft ermitteln. Sie können nicht wie in der Stallhaltung „kontrolliert“ abgeben und gelagert werden. Diesbezügliche Schätzungen sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Die Menge schwankt in Abhängigkeit von der Futtermenge und -zusammensetzung, der aufgenommenen Flüssigkeitsmenge und der Leistung des Rindes [BOGUHN 2009].

#### **Die Zusammensetzung von Urin/ Exkrementen (bzw. deren Emissionen):**

Die Zusammensetzung der Ausscheidungen eines Rindes in der extensiven Ganzjahresbeweidung ist bislang unklar und aus den oben genannten Gründen äußerst schwierig zu ermitteln. Lt. HECKENBERGER wird an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau gerade versucht, die Stickstoffmenge im Urin über den Harnstoffanteil desselbigen zu erfassen [HECKENBERGER 2009]. Ein ebenso großes Problem stellt die Erhebung der klimawirksamen Emissionen aus dem Urin und den Exkrementen in Boden, Wasser und Luft dar. Diese Anteile sowie auch jener, der direkt wieder in Biomasse eingebunden wird, sind u. a. abhängig von der Witterung und Jahreszeit, der Bodenart und der biologischer Aktivität [BOGUHN 2009].

#### **Gesamtmenge und Zusammensetzung des im Nachbarbetrieb genutzten Wirtschaftsdüngers aus der Agrar GmbH:**

Das auf den Weideflächen entstehende Gemisch an Urin, Exkrementen und Stroh konzentriert sich an den Futterplätzen. Es wird teilweise im Nachbarbetrieb, welcher auch das Stroh für die Agrar GmbH herstellt, als Wirtschaftsdünger genutzt. Der Rest verbleibt auf den Weideflächen. Weder die Menge noch die Zusammensetzung dieses Wirtschaftsdüngers lassen sich ermitteln. Dies ist aber notwendig, um die direkten Emissionen aus der Rinderhaltung in der Agrar GmbH genau zu bewerten.

### 9.3 Abschließende Betrachtung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Klimawirkungen, die aus den technischen Aufwendungen in der extensiven ganzjährigen Beweidung von Rindern resultieren, eher unbedeutend sind.

Eine Berechnung und Bewertung der direkten Emissionen aus dieser Haltungsform wäre für die Ökobilanz notwendig, sie ist aber derzeit aufgrund fehlender Basisdaten aus extensiven Beweidungssystemen nicht möglich. Daten aus anderen Haltungsformen wie der Stallhaltung lassen sich aus Gründen, die in Kapitel 2 und 9 thematisiert und diskutiert wurden, nicht übertragen. Ihre Anwendung wäre mit großen Unsicherheiten und hohem Fehlerpotenzial behaftet. Weitere Forschung ist diesbezüglich wichtig und wünschenswert.

Die Methode der Ökobilanz ist inzwischen in Bezug auf die Quantifizierung und Bewertung landwirtschaftlicher Produkte im Allgemeinen ausgereift. Dennoch greift sie im Falle der extensiven Ganzjahresbeweidung zu kurz, weil wesentliche Aspekte und Grundsätze derzeit nicht abgebildet und beurteilt werden können. Aktuell ist sie kein Instrument, mit dem die Umweltwirkungen aus der Landnutzung auf die Biodiversität und die Bodenqualität abgeschätzt oder bspw. die tatsächliche ökosystemare Dienstleistung der Rinderbeweidung in Modellbetrieben wie der Agrar GmbH Crawinkel bewertet werden kann.

Grundsätzlich ist es ratsam, das THG-Konfliktpotenzial aus der Haltung von Wiederkäuern, insbesondere von Rindern, differenzierter und reflektierter als bislang üblich zu betrachten.

Auf extensiven Grünlandstandorten ist die Ganzjahresbeweidung mit Wiederkäuern, insbesondere mit robusten Rinderrassen eine sinnvolle und oft alternativlose Nutzung. Somit stehen extensive Fleischproduktionsverfahren über Grünland auch nicht in Konkurrenz zur direkt möglichen Lebensmittelversorgung, wie es bei der tierischen Futtermittelproduktion über Ackerflächen der Fall ist.

Die extensive Ganzjahresbeweidung gewährleistet eine kostenextensive Offenhaltung und Pflege von Kulturlandschaften und fördert den Erhalt einer einmaligen Arten- und Biotopvielfalt.

So gesehen ist die Nahrungsmittelproduktion über die Rinderhaltung aus extensiven Grünlandssystemen trotz systemisch bedingter Produktion von Lachgas und Methan ökologisch sinnvoll und notwendig. Aus diesem Grund ist sie umweltpolitisch positiv zu bewerten und sollte in stärkerem Maße als bisher üblich gefördert werden.

# Anhang A: Sachbilanzdaten

## A.1 Weidezaunfunktion herstellen

### Herstellung der Zaunmaterialien

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.1. Weidezaunfunktion herstellen</b><br/> <b>1.1.1. Herstellung der Zaunmaterialien</b></p> | <p>gekoppelte Einzelflächen:<br/>                 82<br/>                 16973635,24<br/>                 1697,36<br/>                 195163,33<br/>                 195,16<br/>                 Neuseeland</p> | <p>Stück<br/>                 m²<br/>                 Hektar<br/>                 Meter<br/>                 Kilometer</p> | <p>ArcGIS-Rechnung:<br/>                 Orthofotos von TLL; Shapes<br/>                 (beweidete) Flächen von<br/>                 Torsten Brandt (IMA Agrar GmbH)</p> |
| <p>Rechnungsweg</p>   | <p>1. Input ganze Lebensdauer<br/>                 nach versch. Materialart<br/>                 2. geteilt durch Jahre Lebensdauer<br/>                 3. dann x Allokation für GVE Rinder</p>                  | <p>0,65</p>  | <p>weil Weidezaun für alle<br/>                 Tierarten im Betrieb</p>  |
| <p><b>Thema</b></p>   | <p><b>Frage</b></p>   | <p><b>Antwort</b></p>  | <p><b>Erläuterungen</b></p>   |
| <p>1. Holzpfostenherstellung:</p>   | <p>Abstände der Pfosten:<br/>                 gesamte Pfosten in 20 J<br/>                 plus 5% erneuerter Pfähle wg. Unfällen:</p>  | <p>9<br/>                 21685<br/> <b>22769</b></p>  | <p>Bley: Schätzung 8-10 (9)Meter<br/>                 gerechnet<br/>                 nach Erfahrungswert Bley gerechnet</p>   |
| <p>Holzart:</p>   | <p>Robinienholz (Ungarn, junge<br/>                 Rundpfähle)</p>   | <p>20</p>  | <p>Niere/Bley</p>   |
| <p>Lebensdauer:</p>   | <p>20</p>   | <p>Jahre</p>   | <p>Niere Erfahrungswert</p>   |
| <p>Gewicht:</p>   | <p>7</p>  | <p>Kilogramm</p>   | <p>gewogen</p>  |
| <p>Material:</p>  | <p>neu</p>  | <p></p>  | <p><a href="http://www.dunaker.hu/de/akazien_pfaehle.htm">www.dunaker.hu/de/akazien_pfaehle.htm</a></p>   |
| <p>Produktionsbedingungen:</p>  | <p>FSC</p>  | <p></p>  | <p></p>   |
| <p>Bearbeitung:</p>   | <p>k. Imprägnierung, natürliche<br/>                 Haltbarkeit, Entindung,<br/>                 Anspitzen durch Sägen</p>   | <p></p>  | <p></p>   |
| <p>Lieferant:</p>   | <p>Heiko Niere</p>  | <p></p>  | <p></p>   |
| <p>Hersteller:</p>  | <p>Dunaker Kft</p>  | <p></p>  | <p>7570 Barcs, Köztársaság u. 7-9,<br/>                 UNGARN</p>  |
| <p>Transporte</p>   | <p>Produktion in Barcs/Ungarn</p>   | <p></p>  | <p><a href="http://www.dunaker.hu/de/akazien_pfaehle.htm">www.dunaker.hu/de/akazien_pfaehle.htm</a></p>   |
| <p>einfache Strecke Barcs-Erfurt:</p>   | <p>1030</p>   | <p>Kilometer</p>   | <p>Routenplaner (viamichelin):<br/>                 Barcs (HU) - Crawinkel (D)</p>  |
| <p>Treibstoffverbrauch LKW beladen gesamt (5179,96 kg):</p>   | <p>22769</p>  | <p>Liter</p>   | <p>GaBi-Datenbank</p>   |
| <p>Gesamtbedarf Holzpfosten</p>   | <p>159383,386</p>   | <p>Stück</p>   | <p>gerechnet</p>  |
| <p>Gesamtgewicht Holzpfosten (20 Jahre)</p>   | <p>7969,169</p>   | <p>Kilogramm</p>   | <p>gerechnet</p>  |
| <p>Gesamtgewicht Holzpfosten, 1 Jahr</p>  | <p><b>5179,960</b></p>  | <p>Kilogramm</p>   | <p>gerechnet</p>  |
| <p><b>Gesamtgewicht Holzpfosten, 1 Jahr, Allok. 85 %</b></p>  | <p></p>   | <p></p>  | <p></p>   |

## Herstellung der Zaunmaterialien

|  |  |                                     |           |   |           |  |
|--|--|-------------------------------------|-----------|---|-----------|--|
| 2. Elektrodrahtherstellung                                     | Drahtebenen horizontal:  | 2                                   | Stück     | Bley/Niere  |           |  |
|  | gesamter Materialbedarf :  | 390326,66                           | Meter     | gerechnet   |           |  |
|  | Materialanteil 1(verzinkter Stahl):                                  | 95                                  | Prozent   | Niere: Grappal-Verfahren<br>(extrem leitfähig, rostfrei, zugfest) |           |  |
|  | Materialanteil 2(Aluminium):   | 5                                   | Prozent   |   |           |  |
|  | Lebensdauer:   | 30                                  | Jahre     | Niere   |           |  |
|  | Lieferant:   | Heiko Niere                         |           |   |           |  |
|  | Hersteller/ Bestellnummer:   | Gallagher                           |           |   |           |  |
|  | Länge pro Rolle:   | 625                                 | Meter     | Niere, Gallagherkatalog   |           |  |
|  | Gewicht pro Rolle:   | 25                                  | Kilogramm | Niere, Gallagherkatalog   |           |  |
|  | Gewicht pro Meter:   | 40                                  | Gramm     | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtbedarf Elektrodraht:   | 390326,66                           | Meter     | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtgewicht Elektrodraht (30 Jahre):                               | 15613,066                           | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon verzinkter Stahl (30 Jahre):                                   | 14832,413                           | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon Aluminium (30 Jahre):  | 780,653                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtgewicht Elektrodraht (1 Jahr):                                 | 520,436                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon verzinkter Stahl (1 Jahr):                                     | 494,414                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon Aluminium (1 Jahr):  | 26,022                              | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtgewicht Elektrodraht (1 Jahr, Allok. 65%):                     | 338,283                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon verzinkter Stahl (1 Jahr, Allok. 65%):                         | 321,369                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | davon Aluminium (1 Jahr, Allok. 65%):                                | 16,914                              | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
| 3. Nagel-Isolatorenherstellung<br>(an jedem normalen Pfosten)  | Anzahl pro Pfosten:  | 2                                   | Stück     | Bley/Niere  |           |  |
|  | Anzahl gesamt:   | 45538                               | Stück     | gerechnet   |           |  |
|  | Materialart:   | Polyethylen                         |           | Niere: besonders UV-beständiger PE                                |           |  |
|  | Polyethylengewicht pro Stück:  | 15                                  | Gramm     | gewogen   |           |  |
|  | Lebensdauer:   | 20                                  | Jahre     | Niere: abh. von Lebensdauer Pfosten                               |           |  |
|  | Lieferant:   | Heiko Niere                         |           |   |           |  |
|  | Hersteller/ Bestellnummer:   | Gallagher                           |           |   |           |  |
|  | Anzahl gesamt:   | 45538                               | Stück     | Niere   |           |  |
|  | Gesamtgewicht PE für Nagelisolatoren (20 Jahre)                      | 683,072                             | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtgewicht PE für Nagelisolatoren (1 Jahr)                        | 34,154                              | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | Gesamtgewicht PE für Nagelisolatoren (1 Jahr, Allok. 65%)            | 22,200                              | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
|  | 4. Zug- (Eck-) Isolatoren<br>(an Eckpfosten/<br>am Ende des Drahtes) | Anzahl pro Tor:                     | 4         | Stück   | Niere     |  |
|  |  | Anzahl pro gekoppelte Einzelfläche: | 8         | Stück   | gerechnet |  |
| Gesamtbedarf Zugisolatoren:                                    |  | 656                                 | Stück     | gerechnet   |           |  |
| Materialart:   |  | Porzellan                           |           | Niere   |           |  |
| Porzellangewicht pro Stück:                                    |  | 102                                 | Gramm     | gewogen   |           |  |
| Lebensdauer:   |  | 20                                  | Jahre     | Niere   |           |  |
| Lieferant:   |  | Heiko Niere                         |           |   |           |  |
| Hersteller/ Bestellnummer:                                     |  | Gallagher                           |           |   |           |  |
| Gesamtbedarf Zugisolatoren:                                    |  | 656                                 | Stück     | Niere   |           |  |
| Gesamtgewicht Porzellan für Zugisolatoren (20 Jahre)           |  | 66,912                              | Kilogramm | gerechnet   |           |  |
| Gesamtgewicht Porzellan für Zugisolatoren (1 Jahr)             | 3,346  | Kilogramm                           | gerechnet |   |           |  |
| Gesamtgewicht Porzellan für Zugisolatoren (1 Jahr, Allok. 65%) | 2,175  | Kilogramm                           | gerechnet |   |           |  |

### Herstellung der Zaunmaterialien

|  |   |             |           |  |
|--|---|-------------|-----------|--|
| 5. Torgriffe<br>(Durchgangsüberleitung)                                      | Anzahl pro Tor:                               | 2           | Stück     | Niere  |
|  | Anzahl pro gekoppelte Einzelfläche:           | 4           | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtbedarf Torgriffe:                       | 328         | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht pro Stück:                      | 153         | Gramm     | gewogen  |
|  | Materialartgewicht 1(Polyethylen):            | 43          | Gramm     | gewogen, Niere: Spezial-PE wie 3.                  |
|  | Materialartgewicht 2(Nirosta@Stahl):          | 110         | Gramm     | gewogen V2A Stahl (Werkstr. 11.4301 - X5CrNi18-10) |
|  | Lebensdauer:                                  | 4           | Jahre     | Niere  |
|  | Lieferant:                                    | Heiko Niere |           |  |
|  | Hersteller/ Bestellnummer:                    | Gallagher   |           | Niere  |
|  | Gesamtbedarf Torgriffe:                       | 328         | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht Torgriffe (4 Jahre):            | 50.184      | Kilogramm | gerechnet  |
|  | davon Polyethylen (4 Jahre):                  | 14.104      | Kilogramm | gerechnet  |
|  | davon Nirosta@Stahl (4 Jahre):                | 36.080      | Kilogramm | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht Torgriffe (1 Jahr):             | 12.546      | Kilogramm | gerechnet  |
| davon Polyethylen (1 Jahr):  | 3.526   | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon Nirosta@Stahl (1 Jahr):  | 9.020   | Kilogramm   | gerechnet |  |
| Gesamtgewicht Torgriffe (1 Jahr, Allok. 65%):                                | 8.155   | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon Polyethylen (1 Jahr, Allok. 65%):                                      | 2.292   | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon Nirosta@Stahl (1 Jahr, Allok. 65%):                                    | 5.863   | Kilogramm   | gerechnet |  |
| 6. Torgriff-Isolatoren<br>(für Holzpfosten)<br>(als Gegenstück zum Torgriff) | Anzahl pro Tor:                               | 2           | Stück     | Niere  |
|  | Anzahl pro gekoppelte Einzelfläche:           | 4           | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtbedarf Torgriff-Isolatoren:             | 328         | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht pro Stück:                      | 59          | Gramm     | gewogen  |
|  | Materialartgewicht 1(Polyethylen):            | 12          | Gramm     | gewogen, Niere: Spezial-PE wie 3.                  |
|  | Materialartgewicht 2(verzinkter stahl):       | 47          | Gramm     | gewogen  |
|  | Lebensdauer:                                  | 10          | Jahre     | Niere  |
|  | Lieferant:                                    | Heiko Niere |           |  |
|  | Hersteller/ Bestellnummer:                    | Gallagher   |           | Niere  |
|  | Gesamtbedarf Torgriff-Isolatoren:             | 328         | Stück     | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht Torgriff-Isolatoren (10 Jahre): | 19.35       | Kilogramm | gerechnet  |
|  | davon Polyethylen (10 Jahre):                 | 3.94        | Kilogramm | gerechnet  |
|  | davon verzinkter Stahl (10 Jahre):            | 15.42       | Kilogramm | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht Torgriff-Isolatoren (1 Jahr):   | 1.94        | Kilogramm | gerechnet  |
| davon Polyethylen (1 Jahr):  | 0.39  | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon verzinkter Stahl (1 Jahr):   | 1.54  | Kilogramm   | gerechnet |  |
| Gesamtgew. Torgriff-Isolatoren(1 Jahr, Allok. 65%):                          | 1.26  | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon Polyethylen (1 Jahr, Allok. 65%):                                      | 0.26  | Kilogramm   | gerechnet |  |
| davon verzinkter Stahl (1 Jahr, Allok. 65%):                                 | 1   | Kilogramm   | gerechnet |  |

## Herstellung der Zaunmaterialien

|   |   |                  |                  |                   |                                  |
|---|---|------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|
| 7. Krampen<br>(Befestigung der<br>Nagelisolatoren<br>an Pfosten)  | Anzahl pro Holzpfosten:   | 4                |                  | Stück             | Niere                            |
|   | Gesamtbedarf Krampen:   | 91076            |                  | Stück             | gerechnet                        |
|   | Materialart:  | verzinkter Stahl |                  |                   | Niere                            |
|   | Gewicht verzinkter Stahl pro Stück:   | 7,5              |                  | Gramm             | gewogen                          |
|   | Lebensdauer:  | 20               |                  | Jahre             | Niere                            |
|   | Lieferant:  | Heiko Niere      |                  |                   |                                  |
|   | Hersteller/ Bestellnummer:  | Gallagher        |                  |                   | Niere                            |
|   | Gesamtbedarf Krampen:   | 91076            |                  | Stück             | gerechnet                        |
|   | Gesamtgewicht verzinkter Stahl f. Krampen (20 Jahre)                            | 683,072          |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | Gesamtgewicht verzinkter Stahl f. Krampen (1 Jahr)                              | 34,154           |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
| 8. rotierender Drahtspanner<br>(hält Elektrodraht über<br>große Distanzen gespannt)                       | <b>Gesamtgewicht verzinkter Stahl f. Krampen</b><br><b>(1 Jahr, Allok. 65%)</b> | <b>22.200</b>    |                  | <b>Kilogramm</b>  | gerechnet                        |
|   | Frequenz alle ?? Meter der Zaunlänge  | 250              |                  | Meter             | Niere/Bley                       |
|   | Gesamtbedarf Drahtspanner:  | 780,65           |                  | Stück             | gerechnet                        |
|   | Gesamtgewicht pro Stück:  | 90               |                  | Gramm             | gewogen                          |
|   | Materialartgewicht 1(Aluminium -->Drahtspanner):                                | 80               |                  | Gramm             | gewogen, Niere/Gallagher-Katalog |
|   | Materialartgewicht 2(verzinkter stahl -->Bügel):                                | 10               |                  | Gramm             | gewogen, Niere/Gallagher-Katalog |
|   | Lebensdauer:  | 20               |                  | Jahre             | Niere                            |
|   | Lieferant:  | Heiko Niere      |                  |                   |                                  |
|   | Hersteller/ Bestellnummer:  | Gallagher        |                  |                   | Niere                            |
|   | Gesamtbedarf Drahtspanner:  | 780,65           |                  | Stück             | gerechnet                        |
| 9. Temperaturlausgleichsfeder<br>(hält Elektrodraht bei<br>Temperaturschwankungen/<br>Wilddruck gespannt) | Gesamtgewicht Drahtspanner (20 Jahre):  | 70,259           |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | davon Aluminium (20 Jahre):   | 62,452           |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | davon verzinkter Stahl (20 Jahre):  | 7,807            |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | Gesamtgewicht Drahtspanner (1 Jahr):  | 3,513            |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | davon Aluminium (1 Jahr):   | 3,123            |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | davon verzinkter Stahl (1 Jahr):  | 0,390            |                  | Kilogramm         | gerechnet                        |
|   | <b>Gesamtgew. Drahtspanner (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                            | <b>2,283</b>     |                  | <b>Kilogramm</b>  | gerechnet                        |
|   | <b>davon Aluminium (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                                    | <b>2,030</b>     |                  | <b>Kilogramm</b>  | gerechnet                        |
|   | <b>davon verzinkter Stahl (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                             | <b>0,254</b>     |                  | <b>Kilogramm</b>  | gerechnet                        |
|   | Frequenz alle ?? Meter der Zaunlänge  | 300              |                  | Meter             | Niere/Bley                       |
| Gesamtbedarf Temperaturlausgleichsfeder:  | 650,54  |                  | Stück            | gerechnet         |                                  |
| Materialart:  | Nirosta@Stahl   |                  |                  | Gallagher-Katalog |                                  |
| Gewicht Nirosta@Stahl pro Stück:  | 515   |                  | Gramm            | gewogen           |                                  |
| Lebensdauer:  | 20  |                  | Jahre            | Niere             |                                  |
| Lieferant:  | Heiko Niere   |                  |                  |                   |                                  |
| Hersteller/ Bestellnummer:  | Gallagher   |                  |                  | Niere             |                                  |
| Gesamtbedarf Temperaturlausgleichsfeder:  | 650,54  |                  | Stück            | gerechnet         |                                  |
| Gesamtgewicht Nirosta@Stahl f. Temp. feder (20 Jahre)   | 335,030   |                  | Kilogramm        | gerechnet         |                                  |
| Gesamtgewicht Nirosta@Stahl f. Temp. feder (1 Jahr)   | 16,752  |                  | Kilogramm        | gerechnet         |                                  |
| <b>Gesamtgewicht Nirosta@Stahl f. Temp. feder</b><br><b>(1 Jahr, Allok. 65%)</b>                          | <b>10,888</b>   |                  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet         |                                  |



## Herstellung der Zaunmaterialien

|   |  |                  |                  |   |
|---|--|------------------|------------------|---|
| 10. Elektrozaun-Warnschild  | Gesamtbedarf Warnschild  | 300              | Stück            | Niere: an öffentlichen Straßen/wenn stark frequentiert durch Menschen<br>Niere: keine genauere Angabe möglich |
|   | Materialart:   | Zinkblech        |                  |   |
|   | Gewicht Zinkblech pro Stück:                                       | 65               | Gramm            | gewogen   |
|   | Lebensdauer:   | 20               | Jahre            | Niere   |
|   | Lieferant:   | Heiko Niere      |                  |   |
|   | Hersteller/ Bestellnummer:   | Gallagher        |                  | Niere   |
|   | Gesamtbedarf Warnschild  | 300              | Stück            |   |
|   | Gesamtgewicht Zinkblech für Warnschild (20 Jahre)                  | 19,5             | Kilogramm        | gerechnet   |
|   | Gesamtgewicht Zinkblech für Warnschild (1 Jahr)                    | 0,98             | Kilogramm        | gerechnet   |
|   | <b>Gesamtgewicht Zinkblech für Warnschild (1 Jahr, Allok. 65%)</b> | <b>0,63</b>      | <b>Kilogramm</b> | gerechnet   |
| 11. Netzgerät "Patura P 8000" herstellen<br>Dipl. Ing. Günter Herkert | Gesamtbedarf Netzgerät Patura:                                     | 1                | Stück            | Standort: Hofeinfahrt   |
|   | Gesamtgewicht pro Stück:   | 6,300            | Kilogramm        | Fa. Patura (Herr Herkert):  |
|   | Materialartgewicht 1 (Polycarbonat -> Gehäuse):                    | 1,500            | Kilogramm        | Materialarten in Produktion   |
|   | Materialartgewicht 2 (Elektronik-Platinen):                        | 1,400            | Kilogramm        | nachgefragt, Materialmengen   |
|   | Materialartgewicht 3 (Kupfer -> Kabel, Transform. 15%):            | 0,680            | Kilogramm        | wurden dort gewogen   |
|   | Materialartgewicht 4 (Eisen -> Transform. 85%):                    | 2,720            | Kilogramm        |   |
|   | Lebensdauer:   | 20               | Jahre            | Herkert   |
|   | Lieferant/Hersteller/ Bestellnummer:                               | Patura           |                  |   |
|   | <b>Gesamtbedarf</b>  | <b>1</b>         | <b>Stück</b>     |   |
|   | Gesamtgewicht Netzgerät (20 Jahre):                                | 6,300            | Kilogramm        | gerechnet   |
|   | davon Polycarbonat (20 Jahre):                                     | 1,500            | Kilogramm        | gerechnet   |
| davon Elektronik-Platinen (20 Jahre):                                 | 1,400  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Kupfer (20 Jahre):  | 0,680  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Eisen (20 Jahre):   | 2,720  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| Gesamtgewicht Netzgerät (1 Jahr):                                     | 0,315  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Polycarbonat (1 Jahr):  | 0,075  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Elektronik-Platinen (1 Jahr):                                   | 0,070  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Kupfer (1 Jahr):  | 0,034  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| davon Eisen (1 Jahr):   | 0,136  | Kilogramm        | gerechnet        |   |
| <b>Gesamtgewicht Netzgerät (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                  | <b>0,205</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet        |   |
| <b>davon Polycarbonat (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                       | <b>0,049</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet        |   |
| <b>davon Elektronik-Platinen (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                | <b>0,046</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet        |   |
| <b>davon Kupfer (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                             | <b>0,022</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet        |   |
| <b>davon Eisen (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                              | <b>0,088</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet        |   |

## Herstellung der Zaunmaterialien

|  |   |                  |   |  |
|--|---|------------------|---|--|
| 12. Netzgerät Gallagher "MX 5000" herstellen<br>Standorte:<br>-Frankenhain (Mühle): 1<br>-Rohr: 1<br>-Schmiedefeld: 2<br>-Stützerbach: 2 | Gesamtbedarf Netzgerät Gallagher "MX 5000":           | 6                | Stück   | Bley                                     |
|  | Gesamtgewicht pro Stück:                              | 6,300            | Kilogramm                                     | Niere (Gallagher): Rechnung mit          |
|  | Materialartgewicht 1 (Polycarbonat ->Gehäuse):        | 1,500            | Kilogramm                                     | Materialart-menge des Netzgerät          |
|  | Materialartgewicht 2 (Elektronik-Platinen):           | 1,400            | Kilogramm                                     | Patura P8000, weil mit Gallagher         |
|  | Materialartgewicht 3 (Kupfer->Kabel, Transform. 15%): | 0,680            | Kilogramm                                     | MX5000 vergleichbar (Anfrage             |
|  | Materialartgewicht 4 (Eisen->Transform. 85%):         | 2,720            | Kilogramm                                     | bei Gallagher (Neuseeland) zu aufwändig) |
|  | Lebensdauer:  | 20               | Jahre   | Niere                                    |
|  | Lieferant/Hersteller/ Bestellnummer:                  | Niere/Gallagher  |   | Niere                                    |
|  | Gesamtbedarf  | 6                | Stück   |  |
|  | Gesamtgewicht Netzgerät (20 Jahre):                   | 37,800           | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Polycarbonat (20 Jahre):                        | 9,000            | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Elektronik-Platinen (20 Jahre):                 | 8,400            | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Kupfer (20 Jahre):                              | 4,080            | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Eisen (20 Jahre):                               | 16,320           | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | Gesamtgewicht Netzgerät (1 Jahr):                     | 1,890            | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
| davon Polycarbonat (1 Jahr):   | 0,450   | Kilogramm        | gerechnet                                     |  |
| davon Elektronik-Platinen (1 Jahr):  | 0,420   | Kilogramm        | gerechnet                                     |  |
| davon Kupfer (1 Jahr):   | 0,204   | Kilogramm        | gerechnet                                     |  |
| davon Eisen (1 Jahr):  | 0,816   | Kilogramm        | gerechnet                                     |  |
| <b>Gesamtgewicht Netzgerät (1 Jahr, Allok. 65%):</b>   | <b>1,229</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |
| <b>davon Polycarbonat (1 Jahr, Allok. 65%):</b>  | <b>0,293</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |
| <b>davon Elektronik-Platinen (1 Jahr, Allok. 65%):</b>   | <b>0,273</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |
| <b>davon Kupfer (1 Jahr, Allok. 65%):</b>  | <b>0,133</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |
| <b>davon Eisen (1 Jahr, Allok. 65%):</b>   | <b>0,530</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |
| Kabelbedarf pro Weidefläche  | 112   | Meter            | Niere: 6m/Tor; 2 Tore/ Fläche<br>+100m/Fläche |  |
| 13. Untergrundkabel herstellen   | gekoppelte Einzelflächen im Betrieb:                  | 82               | Stück   | siehe oben (Rechnungsinfos)              |
|  | Gesamter Kabelbedarf im Betrieb:                      | 9184             | Meter   | gerechnet                                |
|  | Gesamtgewicht pro Meter:                              | 71               | Gramm   | gewogen                                  |
|  | Materialartgewicht 1 (Polyethylen->Umhüllung):        | 32               | Gramm   | gewogen                                  |
|  | Materialartgewicht 2 (verzinkter Stahl->Leiter):      | 39               | Gramm   | gewogen                                  |
|  | Lebensdauer:  | 20               | Jahre   | Niere                                    |
|  | Lieferant/Hersteller/ Bestellnummer:                  | Niere/Gallagher  |   | Niere                                    |
|  | Gesamtgewicht Kabel (20 Jahre):                       | 652,064          | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Polyethylen (20 Jahre):                         | 293,888          | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon verzinkter Stahl (20 Jahre):                    | 358,176          | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | Gesamtgewicht Kabel (1 Jahr):                         | 32,603           | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon Polyethylen (1 Jahr):                           | 14,694           | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | davon verzinkter Stahl (1 Jahr):                      | 17,909           | Kilogramm                                     | gerechnet                                |
|  | <b>Gesamtgew. Kabel (1 Jahr, Allok. 65%):</b>         | <b>21,192</b>    | <b>Kilogramm</b>                              | gerechnet                                |
|  | <b>davon Polyethylen (1 Jahr, Allok. 65%):</b>        | <b>9,551</b>     | <b>Kilogramm</b>                              | gerechnet                                |
| <b>davon verzinkter Stahl (1 Jahr, Allok. 65%):</b>  | <b>11,641</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                                     |  |

Herstellung der Zaunmaterialien

|   |  |                  |                        |  |  |  |  |  |                     |                |
|---|--|------------------|------------------------|--|--|--|--|--|---------------------|----------------|
| 14. Erdungsstäbe herstellen   | Anzahl pro Netzgerät:  | 7                | Stück                  |  |  |  |  |  |                     |                |
|   | Gesamtanzahl Betrieb für Erdungsstab a. (kantig)                     | 24               | Stück                  |  |  |  |  | a. Niere: 1,5m lang, kantig, verz. Stahl                   |                     |                |
|   | Gesamtanzahl Betrieb für Erdungsstab b. (rund)                       | 25               | Stück                  |  |  |  |  | b. Niere: 2 m lang, rund, verz. Stahl                      |                     |                |
|   | Materialart a./b.:   | verzinkter Stahl |                        |  |  |  |  | Niere/Katalog  |                     |                |
|   | Gewicht verzinkter Stahl pro Stück a.                                | 4                | Kilogramm              |  |  |  |  | gewogen  |                     |                |
|   | Gewicht verzinkter Stahl pro Stück b.                                | 2                | Kilogramm              |  |  |  |  | Niere  |                     |                |
|   | Lebensdauer:   | 20               | Jahre                  |  |  |  |  |  |                     |                |
|   | Lieferant/Hersteller/Bestellnummer:                                  | Niere/Gallagher  |                        |  |  |  |  |  |                     |                |
|   | Gesamtgewicht verzinkter Stahl a und b. (20 Jahre)                   | 146              | Kilogramm              |  |  |  |  | gerechnet  |                     |                |
|   | Gesamtgewicht verzinkter Stahl a und b. (1 Jahr)                     | 7,3              | Kilogramm              |  |  |  |  | gerechnet  |                     |                |
| 15. Blitzschutzgerät herstellen (Blitzschutzgerät super/Gallagher Blitzschutz)                                  | <b>Gesamtgewicht verzinkter Stahl a. und b. (1 Jahr, Allok. 65%)</b> | <b>4,75</b>      | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  | gerechnet  |                     |                |
|   | Anzahl Blitzschutzgeräte gesamter Betrieb:                           | 7                | Stück                  |  |  |  |  | pro Netzgerät einen Blitzschutz                            |                     |                |
|   | Materialart:   | Kunststoff       |                        |  |  |  |  | Gallagher-Katalog  |                     |                |
|   | Gewicht pro Blitzschutz  | 40               | Gramm                  |  |  |  |  | Schätzung  |                     |                |
|   | Gesamtgewicht Blitzschutz:   | 0,28             | Kilogramm              |  |  |  |  | gerechnet, nicht relevanter Prozess                        |                     |                |
| 16. Erdungsklemmen  | Anzahl für Gesamtbetrieb   | 25               | Stück                  |  |  |  |  | nicht relevant (geringe Anzahl/ Gewicht, hohe Lebensdauer) |                     |                |
|   | a. Seeroutenplaner, GaBi<br>b. Seeroutenplaner, GaBi                 | 11355<br>555     | Seemeilen<br>Kilometer |  |  |  |  |  |                     |                |
| 17. Transporte Zaunbaumaterial von Produktionsstätte (NZ) nach Crawinkel (D)                                    | a. Seeroutenplaner, GaBi   | 11355            | Seemeilen              |  |  |  |  |  |                     |                |
|   | b. LKW-Transport Rotterdam (NL)-Crawinkel (D)                        | 555              | Kilometer              |  |  |  |  |  |                     |                |
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Herstellung Zaunmaterialien" für 1 Jahr und nur für Rinder:</b> | <b>Gesamtgewicht Holzpfosten</b>                                     | <b>5179,960</b>  | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Entsorg. MVA</b> |                |
|   | <b>Gesamtgewicht verzinkter Stahl</b>                                | <b>361,210</b>   | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Aluminium</b>                                       | <b>18,944</b>    | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Polyethylen</b>                                     | <b>34,299</b>    | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>MVA</b>          |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Polycarbonat</b>                                    | <b>0,341</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>MVA</b>          |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Nirosta®Stahl</b>                                   | <b>16,751</b>    | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Eisen</b>   | <b>0,619</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Kupfer</b>  | <b>0,155</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Elektronik-Platinen</b>                             | <b>0,319</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>??</b>           |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Treibstoff (Diesel)</b>                             | <b>?</b>         | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  |                     |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Porzellan</b>                                       | <b>2,175</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Deponie</b>      |                |
|   | <b>Gesamtgewicht Zinkblech</b>                                       | <b>0,634</b>     | <b>Kilogramm</b>       |  |  |  |  |  | <b>Recycling</b>    |                |
|   |  |                  |                        |  |  |  |  |  |                     | <b>361,844</b> |

**GaBi DB**

DE: Rundholz, Kiefer m., Rinde (70%, Holzleuchtler 44%, Wassergehalt) ELCD/PE  
 DE: Stahlblech verzinkt, RE  
 Zinkstaub Material, Extrudieren DE: Aluminium Masse Mix  
 DE: Aluminium Druckgasbauteil PE (b), DE: Draht (0,6mm) PE (b), DE: Strom Mix ELCD/PE-GaBi, DE: Thermische Energie aus Erdgas PE  
 DE: PE Schichten, Stahlblech (unspezifisch) PE (b), DE: Strom Mix, ELCD/PE-GaBi, RES: Polyethylen high density  
 Granulat  
 PE-HD) ELCD/PlasticsEurope  
 DE: Polycarbonat Spritzgießbauteil (unspezifisch) PE (b), RES: Polycarbonat Granulat (PC) ELCD/PlasticsEurope, DE: Strom Mix, ELCD/PE-GaBi  
 DE: Edelstahl Kaltband PE  
 DE: Gussstahl Bauteile (Schraube) PE (b), DE: Strom Mix, ELCD/PE-GaBi, DE: Thermische Energie aus Erdgas, PE  
 DE: Kupfer Draht (0,6mm) PE (b), DE: Kupfer Mix, 99,999%  
 aus Elektrolyse) PE, DE: Strom Mix, ELCD/PE-GaBi, DE: Thermische Energie aus Erdgas PE  
 Berggerät Platinen  
 GLO, LKW-Zug/Stein/Zug > 34 - 40 t+55 / 27 INU, Euro 3 ELCD/PE-GaBi (b)  
 RES: Keramik (Elektronik, Abschätzung 50% SiO2, 50% Al2O3)  
 DE: Stahlblech verzinkt PE

**Strom liefern für Zaunbetrieb**

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.1. Weidezaunfunkt. herstellen</b><br/> <b>1.1.2. Strom liefern für Zaunbetrieb</b></p> | <p>GaBi<br/>                 DE: Strom Mix_ELCD/PE-GaBi</p> | <p>Energieunternehmen:<br/>                 An wievielen Netzgeräten muss Stromverbrauch für gesamten Zaunbetrieb ermittelt werden?</p>   | <p>e-on<br/>                 eigentlich an allen 7 Geräten</p>   | <p>Kundenservice, Postf. 100762, 07707 Jena, Tel: 0180/2696961<br/>                 aber Geräte d.-g. zur Zeit nicht messbar, weil zuviel Schnee, deshalb nur Messung a./b./c.--&gt;Messung von c. wird auf d./e. übertragen<br/>                 f./g. ist identisch mit Rechnung der Stromverbrauchsstelle 1<br/>                 (Wert aus "Hilfsprozesse" übernommen)</p>  |
| <p>Rechnungsweg</p>   |   | <p>1. Stromverbrauch je Netzgerät in 24 h<br/>                 2. Stromverbrauch je Netzgerät in 1 Jahr<br/>                 3. Addition Stromverbrauch der Geräte<br/>                 3. dann x Allokation für GVE Rinder</p>   | <p>0,65</p>  | <p>Faktor</p>  |
| <p><b>Thema</b><br/>                 1. Strom liefern für Zaunbetrieb</p>   | <p><b>Frage</b></p>   | <p>Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Welches Netzgerät? Wo lokalisiert?<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät a. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät a. in 1 Jahr:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät b. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät b. in 1 Jahr:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät c. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät c. in 1 Jahr:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät d. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät d. in der Zeit vom 1.5.-15.10. (168 Tg):<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät e. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgerät e. in der Zeit vom 1.5.-15.10. (168 Tg):<br/>                 Stromverbrauch Netzgeräte f./g. in 24 h:<br/>                 Stromverbrauch Netzgeräte f./g. in 1 Jahr:</p> | <p><b>Antwort</b><br/>                 a. Netzgerät "Patura P8000"<br/>                 Hofeingang der Agrar GmbH Crawinkel<br/>                 b. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Frankenhain (Mühle)<br/>                 c. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Rohr<br/>                 d. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Stützenbach1<br/>                 e. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Stützenbach2<br/>                 f. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Schmiedefeld1<br/>                 g. Netzgerät "Gallagher PowerPlus MX5000"<br/>                 Schmiedefeld2<br/>                 0,970<br/>                 354,050<br/>                 0,573<br/>                 209,145<br/>                 0,624<br/>                 227,760<br/>                 0,624<br/>                 104,832<br/>                 0,624<br/>                 104,832<br/>                 0,460<br/>                 168,000<br/>                 3,875<br/>                 1168,619<br/>                 759,602</p> | <p><b>Erläuterungen</b><br/>                 für Netzgeräte c./d./e. wird nur einmal der Stromverbrauch von c. abgelesen und dann auf d./e. übertragen, weil die anderen Netzg. z.Zt. nicht in Betrieb sind (Gebiete liegen im Thüringer Wald --&gt;zu hoher Schnee)<br/>                 Netzgeräte f./g. können jetzt nicht gemessen werden, sind nur vom 1.5. bis 15. 10. eines Jahres an. Wert aus Stromrechnung nehmen, weil Verbrauchsstelle nur Netzgeräte misst.<br/>                 abgelesen anhand Stromkostenmessgerät gerechnet<br/>                 abgelesen anhand Stromkostenmessgerät gerechnet<br/>                 abgelesen anhand Stromkostenmessgerät gerechnet<br/>                 Stromverbrauch von c. auf d. übertragen, dort z.Zt. k.Messung möglich<br/>                 Netzgerät ist nur in der beschrieb. Zeit angestellt<br/>                 Stromverbrauch von c. auf e. übertragen, dort z.Zt. k.Messung möglich<br/>                 Netzgerät ist nur in der beschrieb. Zeit angestellt<br/>                 Stromverbrauch f. + g. identisch mit Betrag aus Stromrechnung der Verbrauchsstelle 1, weil Netzgeräte dort einzige Stromabnehmer<br/>                 errechnet<br/>                 errechnet<br/>                 errechnet</p> |
|   |   | <p><b>Stromverbrauch alle Geräte</b><br/>                 Stromverbrauch alle Geräte in 1 Jahr<br/> <b>Stromverbrauch alle Geräte</b><br/> <b>(1 Jahr, Allokation GVE: 65% Rind)</b></p>  |  |  |



## Anlage des Weidezauns

|   | Zeitbedarf für b. in % des gesamten Zaunbaus:<br>Zeitbedarf für b. (absolut, 20 Jahre): | 90<br>1405,18   | Prozent<br>Stunden | Erfahrungswert Blei<br>gerechnet             |
|---|---|---|--------------------|--|
| b. Pfosten in Boden rammen  | benötigte Maschinen:  |   |                    | Blei   |
|   | Treibstoffverbrauch des Traktors/<br>für b. (absolut, 20 Jahre):                        | Traktor mit Rammnambau<br>(Antrieb über Hydraulik)<br>14051,758 | Liter              | gerechnet                                    |
|   | Motorölverbrauch des Traktors/<br>für b. (absolut, 20 Jahre):                           | 140,518   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | Hydraulikölverbrauch des Traktors/<br>für b. (absolut, 20 Jahre):                       | 17,565  | Liter              | gerechnet                                    |
| c. Handarbeit:  | Zeitbedarf für c. in % des gesamten Zaunbaus:   | 5   | Prozent            | Erfahrungswert Blei                          |
| -Krampe/Isolatoren<br>-abringen   | Zeitbedarf für c. (absolut, 20 Jahre):  | 78,07   | Stunden            | gerechnet                                    |
| -Elektrodraht ziehen und<br>spannen   | benötigte Maschinen:  | Traktor mit Hänger  |                    | Blei   |
| -Erdkabel verlegen<br>-anschliefen  | Treibstoffverbrauch des Traktors/<br>für c. (absolut, 20 Jahre):                        | 780,653   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | Motorölverbrauch des Traktors/<br>für c. (absolut, 20 Jahre):                           | 7,807   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | Hydraulikölverbrauch des Traktors/<br>für c. (absolut, 20 Jahre):                       | 0,976   | Liter              | gerechnet                                    |
|   |   |   |                    |  |
|   |   |   |                    |  |
| Gesamtwicht nach Materialart<br>für Prozess:<br>"Anlage des Weidezauns"<br>für 1 Jahr und nur für Kinder: | Summe Treibstoffverbrauch<br>für 1 Jahr   | 15613,064   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | mit Allokation 65%  | 780,653   | Liter              | gerechnet                                    |
|   |   | 507,425   | Liter              | gerechnet                                    |
|   |   |   |                    | DE: Diesel für Weidezaun<br>ab Raffinerie PF |
|   | Summe Motorölverbrauch<br>für 1 Jahr  | 156,131   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | mit Allokation 65%  | 7,807   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | 5,074   | Liter   | gerechnet          |  |
|   |   |   |                    |  |
|   | Summe Hydraulikölverbrauch<br>für 1 Jahr  | 19,516  | Liter              | gerechnet                                    |
|   | mit Allokation 65%  | 0,976   | Liter              | gerechnet                                    |
|   |   | 0,634   | Liter              | gerechnet                                    |
|   | Schmiermittelverbrauch gesamt   | 5,709   |                    | DE: Schmierstoffe ab Raffinerie              |

## A.2 Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten

### Herstellung der Materialien

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten</b><br/> <b>1.2.1. Wasserverteilung auf Viehtränken (Wasserleitung)</b><br/> <b>1.2.1.1. Herstellung der Materialien</b></p> | <p>GaBi:<br/>                 BER: Polyethylen Rohr (PE-HD) PlasticsEurope,<br/>                 DE: Messing PE</p>   |  |  |
| <p><b>Prozessinformationen</b></p>   | <p>Lebensdauer der Wasserleitung:<br/>                 Länge Wasserleitung Gesamtbetrieb:<br/>                 Viehtränken, die durch Wasserleitung verbunden werden müssen</p>   | <p>20<br/>                 11000<br/>                 25</p>   | <p>Wilfried Gebser<br/>                 (Mitarbeiter der Agrar GmbH,<br/>                 zuständig für Wasserversorgung der Tiere)</p>  |
| <p><b>Rechnungsweg</b></p>   | <p>1. Input ganze Lebensdauer nach versch. Materialart<br/>                 2. geteilt durch Jahre Lebensdauer<br/>                 3. dann x Allokation für GVE Rinder</p>   | <p><b>Faktor</b><br/>                 0,65</p>   | <p>weil die Viehtränken von allen Tieren/Tierarten genutzt werden</p>  |
| <p><b>Thema</b><br/>                 1. Wasserleitungskabel auf Rolle herstellen (32mm Außendurchmesser)</p>   | <p><b>Frage</b><br/>                 Bedarf Wasserleitungskabel<br/>                 Gesamtbetrieb:<br/>                 Gewicht pro 2,1 Meter Wasserleitungskabel:<br/>                 Gewicht pro Meter:<br/>                 Lieferant/Hersteller:<br/>                 Lebensdauer:<br/>                 Materialart:<br/>                 Gesamtgewicht Polyethylen (20 Jahre):<br/>                 Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr):<br/>                 Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr, Allokation 65%):</p> | <p><b>Antwort</b><br/>                 11000<br/>                 600<br/>                 285,714<br/>                 Menningen KG Bremen<br/>                 20<br/>                 Polyethylen<br/>                 3142,857<br/>                 157,143<br/>                 102,143</p> | <p><b>Erläuterungen</b><br/>                 Schätzung Gebser<br/>                 gewogen<br/>                 gerechnet<br/>                 Gebser<br/>                 Schätzung Gebser<br/>                 Nachfrage Gebser bei MenningenKG<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet</p> |



## Herstellung der Materialien

|  |  |                    |                  |                                     |
|--|--|--------------------|------------------|-------------------------------------|
| 2. Kupplungen herstellen<br>(alle 100m plus 100 Stück<br>bei Reparaturen)  | Abstand der Kupplungen:                                    | 100                | Meter            | Schätzung Gebser                    |
|  | zusätzlicher Bedarf Gesamtbetrieb:                         | 100                | Stück            | Schätzung Gebser: bei Leckagen etc. |
|  | <b>Bedarf Kupplungen Gesamtbetrieb:</b>                    | <b>210</b>         | <b>Stück</b>     | gerechnet                           |
|  | Lebensdauer:   | 20                 | Jahre            | Schätzung Gebser                    |
|  | Lieferant/ Hersteller:                                     | Menningen KG       |                  | Gebser                              |
|  | <b>Materialart Kupplung a.</b>                             | <b>Messing</b>     |                  | Gebser                              |
|  | <b>Materialart Kupplung b.</b>                             | <b>Polyethylen</b> |                  |                                     |
|  | <b>Gesamtbedarf Kupplung a. (1/3)</b>                      | <b>70</b>          | <b>Stück</b>     | Schätzung Gebser                    |
|  | <b>Gesamtbedarf Kupplung b. (2/3)</b>                      | <b>140</b>         | <b>Stück</b>     | Schätzung Gebser                    |
|  | <b>Stückgewicht Kupplung a:</b>                            | 303                | Gramm            | Gebser: gewogen                     |
|  | <b>Stückgewicht Kupplung b:</b>                            | 172                | Gramm            | Gebser: gewogen                     |
|  | Gesamtgewicht Messing (20 Jahre):                          | 21,21              | Kilogramm        | gerechnet                           |
|  | Gesamtgewicht Polyethylen (20 Jahre):                      | 24,08              | Kilogramm        | gerechnet                           |
|  | Gesamtgewicht Messing (1 Jahr):                            | 1,06               | Kilogramm        | gerechnet                           |
|  | Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr):                        | 1,2                | Kilogramm        | gerechnet                           |
|  | <b>Gesamtgewicht Messing<br/>(1 Jahr, Allok. 65%):</b>     | <b>0,689</b>       | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                           |
|  | <b>Gesamtgewicht Polyethylen<br/>(1 Jahr, Allok. 65%):</b> | <b>0,783</b>       | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                           |
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart<br/>für Prozess: "Herstellung<br/>Material für Wasserverteilung"<br/>(1 Jahr/ alle Rinder)</b> | <b>Gesamtgewicht Polyethylen</b>                           | <b>102,925</b>     | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                           |
|  | <b>Gesamtgewicht Messing</b>                               | <b>0,689</b>       | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                           |



**Verlegen des Wasserleitungssystems**

|   |   |   |  |            |   |
|---|---|---|--|------------|---|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten</b><br/> <b>1.2.1. Wasserverteilung auf Viehtränken (Leitung)</b><br/> <b>1.2.1.2. Verlegen des Wasserleitungssystems</b></p> | <p>GaBi:<br/>                 DE: Schmierstoffe ab Raffinierte PE,<br/>                 DE: Diesel ab Raffinierte PE,</p> | Lebensdauer der Wasserleitung:  | 20   | Jahre      | Wilfried Gebser<br>(Mitarbeiter der Agrar GmbH, zuständig für Wasserversorgung der Tiere) |
|   |   | Länge Wasserleitung Gesamtbetrieb:                                    | 11000  | Meter      |   |
|   |   | Viehtränken, die durch Wasserleitung verbunden werden müssen:         | 25   | Stück      |   |
|   |   | Treibstoffverbrauch Kabelpflug:                                       | 20   | Liter/ MAS | Erfahrungswert Bley   |
|   |   | Treibstoffverbrauch Seilzug/ Unimog:                                  | 15   | Liter/ MAS | Erfahrungswert Bley   |
|   |   | Motorölverbrauch Kabelpflug/Seilzug:                                  | 0,1  | Liter/ MAS | Erfahrungswert Werkstattmeister der Agrar GmbH  |
|   |   | Zeitbedarf pro Kilometer:   | 2  | MAS        | Schätzung Bley  |
|   |   | <b>Zeitbedarf gesamte Maßnahme</b>                                    | <b>22</b>  | <b>MAS</b> | gerechnet   |
|   |   | 1. Verbrauch Treibstoff/Motoröl für a./b. getrennt (ganze Lebenszeit) |  |            |   |
|   |   | 2. Addition a./b. für je: Treibstoffverbrauch/ Motorölverbrauch       |  |            |   |
| 3. geteilt durch Jahre Lebensdauer  |   |   |  |            |   |
| 4. dann x Allokation für GVE Rinder   | 0,65  | Faktor  | weil die Viehtränken von allen Tieren/Tierarten genutzt werden |            |   |
| <b>Rechnungsweg</b>   |   |   |  |            |   |

## Verlegen des Wasserleitungssystems

| Thema   | Frage   | Antwort       | Einheit      | Erläuterungen |
|---|---|---------------|--------------|---------------|
| 1. Verlegen der Leitungen<br>(in 80 cm Tiefe)   | a. Baufahrzeug 1: Kabelpflug                                    |               |              |               |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch a. (20 Jahre)                      | 440,000       | Liter        | gerechnet     |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch a. (1 Jahr)                        | 22,000        | Liter        | gerechnet     |
|   | <b>Gesamter Treibstoffverbrauch a.<br/>(1 Jahr, Allok. 65%)</b> | <b>14,300</b> | <b>Liter</b> | gerechnet     |
|   | Gesamter Motorölverbrauch a. (20 Jahre)                         | 2,200         | Liter        | gerechnet     |
|   | Gesamter Motorölverbrauch a. (1 Jahr)                           | 0,110         | Liter        | gerechnet     |
|   | <b>Gesamter Motorölverbrauch a.<br/>(1 Jahr, Allok. 65%)</b>    | <b>0,072</b>  | <b>Liter</b> | gerechnet     |
|   | b. Baufahrzeug 2: Seilzug/Unimog                                |               |              |               |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch b. (20 Jahre)                      | 330,000       | Liter        | gerechnet     |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch b. (1 Jahr)                        | 16,500        | Liter        | gerechnet     |
| <b>Gesamter Treibstoffverbrauch b.<br/>(1 Jahr, Allok. 65%)</b>   | <b>10,725</b>   | <b>Liter</b>  | gerechnet    |               |
| Gesamter Motorölverbrauch b. (20 Jahre)   | 2,200   | Liter         | gerechnet    |               |
| Gesamter Motorölverbrauch b. (1 Jahr)   | 0,110   | Liter         | gerechnet    |               |
| <b>Gesamter Motorölverbrauch b.<br/>(1 Jahr, Allok. 65%)</b>  | <b>0,072</b>  | <b>Liter</b>  | gerechnet    |               |
| <b>Gesamtgewicht nach<br/>Materialart für Prozess:<br/>"Verlegen der Wasser-<br/>leitung" (1 Jahr/ alle Rinder)</b> | <b>Gesamtgewicht Treibstoff a./b.</b>                           | <b>25,025</b> | <b>Liter</b> | gerechnet     |
|   | <b>Gesamtgewicht Motoröl a./b.</b>                              | <b>0,143</b>  | <b>Liter</b> | gerechnet     |

### Herstellung Material Viehtränken

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten</b><br/> <b>1.2.2. Wasserbereitstellung auf Weide (Viehtränken)</b><br/> <b>1.2.2.1. Herstellung Material Viehtränken</b></p> | <p>GaBi:<br/>                 GLO: Tränke (PE) Extrusionsprofil (unspezifisch) PE [b];<br/>                 DE: Schmierstoffe ab Raffinerie PE;<br/>                 REF: Polyethylen high density Granulat (PE-HD)/ELCD/PlasticsEurope;<br/>                 DE: Strom Mix ELCD/PE-GaBi;<br/>                 GLO: Druckluft 7 bar (hoher Stromverbrauch) PE [b];<br/>                 DE: Thermische Energie aus Erdgas PE</p> |   |   |  |
| <p><b>Prozessinformationen</b></p>  | <p><b>Lebensdauer Viehtränken/Wasserleitung:</b><br/> <b>Anzahl Viehtränken Gesamtbetrieb:</b></p>   | <p>20<br/>                 25</p>   | <p>Wolfgang Gebser (Mitarbeiter der Agrar GmbH, zuständig für Wasserversorgung der Tiere)<br/>                 weil recycelte Gasbehälter</p>   |  |
| <p><b>Rechnungsweg</b></p>  | <p><b>Tränkebecken 2.:</b><br/>                 1. Input ganze Lebensdauer nach Materialart<br/>                 2. geteilt durch Jahre Lebensdauer<br/>                 3. dann x Allokation für GVE Rinder</p>   | <p>nicht relevant<br/><br/>                 0,65</p>  | <p>weil die Viehtränken von allen Tieren/Tierarten genutzt werden</p>   |  |
| <p><b>Thema</b><br/>                 1. Rindertränke mit 2 Tränkestellen "SUEVIA Thermoquell"</p>   | <p><b>Frage</b><br/>                 Hersteller:<br/>                 Lieferant:<br/>                 genaue Bezeichnung:<br/>                 Materialart:<br/>                 Polyethylen<br/>                 Lebensdauer:<br/>                 Gesamtgewicht Polyethylen (20 Jahre)<br/>                 Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr)<br/> <b>Gesamtgewicht Polyethylen (1Jahr, Allok. 65%)</b></p>                   | <p><b>Antwort</b><br/>                 SUEVIA HAIGES GmbH<br/><br/>                 Heiko Niere<br/>                 Modell 640<br/>                 Polyethylen<br/>                 40<br/>                 20<br/>                 1000,000<br/>                 50,000<br/> <b>32,500</b></p> | <p><b>Erläuterungen</b><br/>                 Max-Eyth-Str. 1<br/>                 74366 Kirchheim/Neckar<br/>                 Tel.: +49 7143 971-0<br/><br/>                 Internet<br/>                 Auskunft SUEVIA (telef.)<br/><br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet</p> |  |
| <p><b>2. Tränkebecken (aufgeschnittener Gasbehälter)</b></p>  | <p><b>Materialien:</b><br/>                 recycelt?</p>  | <p>? Stahlblech?, Zinkblech?<br/>                 ja, deshalb nicht mit einrechnen (RS Schmincke)</p>   | <p>nicht relevant</p>   |  |
| <p><b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Herstellung Material für Viehtränken" (1 Jahr/ alle Rinder)</b></p>  | <p><b>Gesamtgewicht Polyethylen</b></p>  | <p><b>32,500</b></p>  | <p>gerechnet</p>  |  |

### Herstellung des Materials für Pumpen

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
| <p>1. Weide bereitstellen<br/>                 1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten<br/>                 1.2.3. Wasser fördern und auffangen (Brunnen-/Pumpensystem)<br/>                 1.2.3.1. Herstellung des Materials für Pumpen</p> |   |  |   |   |
| <p>Prozessinformationen</p>   | <p>Lebensdauer der Tiefbrunnenpumpe (GRUNDFOS SP8A-10):<br/>                     Lebensdauer der Kreiselpumpe (ESPA ASPRI 20-5 SM):<br/>                     Gesamtlänge Pumpenrohre:<br/>                     Anzahl der Tiefbrunnenpumpen (GRUNDFOS SP8A-10) im Gesamtbetrieb:<br/>                     Anzahl der Kreiselpumpen (ESPA ASPRI 20-5 SM) im Gesamtbetrieb:<br/>                     1. Input ganze Lebensdauer nach versch. Materialarten<br/>                     2. geteilt durch Jahre Lebensdauer<br/>                     3. dann x Allokation für GVE Rinder</p> | <p>10<br/>                     k.A.<br/>                     20<br/>                     236<br/>                     3<br/>                     3</p> | <p>Jahre<br/>                     Jahre<br/>                     Jahre<br/>                     Meter<br/>                     Stück<br/>                     Stück</p> | <p>Auskunft Grundfos: 10 Jahre sind vorsichtig geschätzt, da Lebensdauer abhängig von vielen Faktoren (trocken laufen, schmutziges Wasser, etc. )<br/>                     Auskunft Meier (ESPA):<br/>                     Auskunft Gebser<br/>                     Conrad Brunnenbau: well 3 Brunnen (150+40+46 Meter tief)<br/>                     Auskunft Bley/Gebser<br/>                     Auskunft Gebser</p> |
| <p>Rechnungsweg</p>   |   | <p>0,65</p>  | <p>Faktor</p>   | <p>weil die Viehtränken von allen Tieren /Tierarten genutzt werden</p>  |

### Herstellung des Materials für Pumpen

| Thema   | Frage  | Antwort                                | Einheit   | Erläuterungen                        |
|---|--|--|-----------|--------------------------------------|
| 1. Tiefbrunnenpumpen (GRUNDFOS SP8A-10) herstellen            | Hersteller:  | GRUNDFOS GMBH, Niederlassung Stuttgart |           | Riedwiesenstraße 1<br>71229 Leonberg |
|   | Typenschildangaben                                     | Type SP8A-10, Model A, 11700010 9814   |           |                                      |
|   | Gesamtgewicht pro Stück:                               | 19,000                                 | Kilogramm | Auskunft (Grundfos GmbH):            |
|   | Materialartgewicht 1 (Edelstahl):                      | 9,230                                  | Kilogramm | alle Materialarten aufgeführt,       |
|   | Materialartgewicht 2 (Kupfer):                         | 3,515                                  | Kilogramm | Gewichtsangaben beruhen              |
|   | Materialartgewicht 3 (Eisen):                          | 5,750                                  | Kilogramm | auf Schätzungen                      |
|   | Materialartgewicht 4 (NBR->Nitril-Butadien-Kautschuk): | 0,140                                  | Kilogramm |                                      |
|   | Materialartgewicht 5 (synthetische Kohle):             | 0,115                                  | Kilogramm |                                      |
|   | Materialartgewicht 6 (Keramik):                        | 0,250                                  | Kilogramm |                                      |
|   | Lebensdauer:   | 10                                     | Jahre     |                                      |
|   | Gesamtgewicht alle Brunnenpumpen (10 Jahre):           | 57,000                                 | Kilogramm | Gebser/ Grundfos: siehe Prozessinfos |
|   | davon 1 (Edelstahl) (10 Jahre):                        | 27,690                                 | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 2 (Kupfer) (10 Jahre):                           | 10,545                                 | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 3 (Eisen) (10 Jahre):                            | 17,250                                 | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 4 (NBR) (10 Jahre):                              | 0,420                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 5 (synthetische Kohle) (10 Jahre):               | 0,345                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 6 (Keramik) (10 Jahre):                          | 0,750                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | Gesamtgewicht alle Brunnenpumpen (1 Jahr):             | 5,700                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 1 (Edelstahl) (1 Jahr):                          | 2,769                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
|   | davon 2 (Kupfer) (1 Jahr):                             | 1,055                                  | Kilogramm | gerechnet                            |
| davon 3 (Eisen) (1 Jahr):                                     | 1,725  | Kilogramm                              | gerechnet |                                      |
| davon 4 (NBR) (1 Jahr):                                       | 0,042  | Kilogramm                              | gerechnet |                                      |
| davon 5 (synthetische Kohle) (1 Jahr):                        | 0,035  | Kilogramm                              | gerechnet |                                      |
| davon 6 (Keramik) (1 Jahr):                                   | 0,075  | Kilogramm                              | gerechnet |                                      |
| <b>Gesamtgewicht alle Brunnenpumpen (1 Jahr, Allok. 65%):</b> | <b>3,705</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 1 (Edelstahl) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>              | <b>1,800</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 2 (Kupfer) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                 | <b>0,685</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 3 (Eisen) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                  | <b>1,121</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 4 (NBR) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                    | <b>0,027</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 5 (synthetische Kohle) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>     | <b>0,022</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |
| <b>davon 6 (Keramik) (1 Jahr, Allok. 65%):</b>                | <b>0,049</b>   | <b>Kilogramm</b>                       | gerechnet |                                      |

### Herstellung des Materials für Pumpen

|  |   |  |                  |           |  |
|--|---|--|------------------|-----------|--|
| 2. Pumpenrohre herstellen  | Hersteller:   | GWE pumpenboese GmbH   |                  |           | Moorbeerenweg 1, 31228 Peine, Tel.: 05171/ 294-0   |
|  | genaue Bezeichnung des Produktes/ Materialart:        | aus PEHD (High Density Polyethylen) DA (Durchmesser außen): 50mm |                  |           | Beschreibung unter: <a href="http://www.gwe-gruppe.de/dl/downloads/pdf/DE_5.pdf">www.gwe-gruppe.de/dl/downloads/pdf/DE_5.pdf</a>           |
|  | Gewicht pro Meter:                                    | 0,5  | Kilogramm        |           |  |
|  | Lebensdauer:  | 20   | Jahre            |           | Gebser: Pumpenrohre mussten noch nie ersetzt werden  |
|  | Gesamtgewicht Polyethylen (20 Jahre)                  | 118,000  | Kilogramm        |           | gerechnet  |
|  | Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr)                    | 5,900  | Kilogramm        |           | gerechnet  |
|  | <b>Gesamtgewicht Polyethylen (1 Jahr, Allok. 65%)</b> | <b>3,835</b>   | <b>Kilogramm</b> |           | gerechnet  |
|  | Hersteller:   | ESPA Deutschland GmbH  |                  |           | Siemensstraße 28, 63755 Alzenau, 06023/ 9742-0   |
|  | Typenschildangaben                                    | ASPRI 20-5 SM  |                  |           |  |
|  | 3. Kreiselumpen (ESPA ASPRI 20-5 SM) herstellen       | Gesamtgewicht pro Stück:   | 13,800           | Kilogramm |  |
| Materialartgewicht 1:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           | bislang keine Information aus  |
| Materialartgewicht 2:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           | Produktionsstätte in Spanien erhalten,   |
| Materialartgewicht 3:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           | deshalb müssen die Aufwendungen für  |
| Materialartgewicht 4:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           | die 3 Kreiselumpen   |
| Materialartgewicht 5:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           | vernachlässigt werden  |
| Materialartgewicht 6:  |   | k.A.   | Kilogramm        |           |  |
| Lebensdauer:   |   | k.A.   | Jahre            |           |  |
| Gesamtgewicht alle Kreiselumpen (? Jahre):   |   | 41,400   | Kilogramm        |           | errechnet  |
| 4. Auffangbehälter (10m³ = 10000 Liter Inhalt) 3 Stück in der Ohrdruffer Str.                    |   | Hersteller:  | nicht bekannt    |           |  |
|  | Materialien:  | recycelt<br>Plastik  |                  |           | deshalb nicht relevant   |
| Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Herstellung Material für Pumpe" (1 J/J alle Rinder) | Gesamtgewicht Polyethylen                             | 3,835  | Kilogramm        |           | RE: Polyethylen Rohr (PE-HD) FastosEurope  |
|  | Gesamtgewicht Edelstahl                               | 1,800  | Kilogramm        |           | DE: Edelstahl Kaltband PE  |
|  | Gesamtgewicht Kupfer                                  | 0,685  | Kilogramm        |           | DE: Kupfer Draht (0,8mm) PE (b) DE: Kupfer Mix (0,8mm) aus Elektrolyse PE: DE: Strom Mix ELCO/PE-GaBi DE: Thermische Energie aus Erdgas PE |
|  | Gesamtgewicht Eisen                                   | 1,121  | Kilogramm        |           | DE: Erzeugnis Bauteil (Sandguss) PE (f) DE: Strom Mix ELCO/PE-GaBi DE: Thermische Energie aus Erdgas PE                                    |
|  | Gesamtgewicht NBR                                     | 0,027  | Kilogramm        |           | DE: Nitril-Bursten-Kautschuk (NBR) PE  |
|  | Gesamtgewicht synthetische Kohle                      | 0,049  | Kilogramm        |           | nicht relevant und nicht in GaBi-Datenbank   |

|         |  |            |           |
|---------|--|------------|-----------|
| GaBi DB |  | Entsorgung |           |
|         |  |            | MVA       |
|         |  |            | Recycling |
|         |  |            | Recycling |
|         |  |            | Recycling |

## Anlagen des Brunnen-/ Pumpensystems

|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>1. Weide bereitstellen<br/> 1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten<br/> 1.2.3. Wasser fördern und auffangen<br/> (Brunnen-/Pumpensystem)<br/> 1.2.3.2. Anlagen des Brunnen-/ Pumpensystems</p> | <p>Lebensdauer Brunnen:<br/> Treibstoffart:<br/> Treibstoffverbrauch WELLCO DRILL:<br/> Motorölverbrauch WELLCO DRILL:</p> | <p>20<br/> Diesel<br/> 17<br/> 0,01</p>  | <p>Jahre<br/> Liter/ MAS<br/> Liter/ MAS</p>   | <p>Henning Thormann, Projektleitung<br/> Brunnenbau Conrad GmbH<br/> Thamsbrücker Str. 10<br/> D-99947 Merxleben<br/> Tel: +49 (0) 171-6573919</p> |  |
|   | <p>Rechnungsweg</p>  | <p>1. Verbrauch Treibstoff/Motoröl für 1./2./3. getrennt (ganze Lebenszeit)<br/> 3. jeweils geteilt durch Jahre Lebensdauer<br/> 4. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder</p>   | <p>0,65</p>  | <p>Faktor</p>  | <p>weil Viehtränken von allen Tieren/ Tierarten genutzt werden</p>   |
|   | <p>Thema</p>   | <p>Frage</p>   | <p>Antwort</p>   | <p>Einheit</p>   | <p>Erläuterungen</p>   |
|   | <p>1. Anlage des Brunnens auf dem Hof der Agrar GmbH</p>   | <p>Maschinenart:<br/> Einsatzdauer:<br/> Bohrtiefe:<br/> Gesamter Treibstoffverbrauch (20 Jahre):<br/> Gesamter Treibstoffverbrauch (1 Jahr):<br/> Gesamter Treibstoffverbrauch (1 Jahr, Allok. 65%):<br/> Gesamter Motorölverbrauch (20 Jahre):<br/> Gesamter Motorölverbrauch (1 Jahr):<br/> Gesamter Motorölverbrauch (1 Jahr, Allok. 65%):</p> | <p>WELLCO DRILL WD 1000<br/> 40<br/> 150<br/> 680.000<br/> 34.000<br/> 22,100<br/> 0,400<br/> 0,020<br/> 0,013</p> | <p>MAS<br/> Meter<br/> Liter<br/> Liter<br/> Liter<br/> Liter<br/> Liter</p>   | <p>schriftliche Aussage:<br/> Henning Thormann, Projektleitung<br/> Brunnenbau Conrad GmbH<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet</p> |
|   |  |  |  |  |  |

## Anlagen des Brunnen-/ Pumpensystems

|   |  |                      |              |  |   |
|---|--|----------------------|--------------|--|---|
| 2. Anlage des Brunnens in der <b>Ohrdrufer Straße</b> | Maschinenart:  | WELLCO DRILL WD 1000 |              |  | schriftliche Aussage:<br>Henning Thormann, Projektleitung<br>Brunnenbau Conrad GmbH |
|   | Einsatzdauer:  | 20                   | MAS          |  |   |
|   | Bohrtiefe:   | 40                   | Meter        |  |   |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch (20 Jahre):                 | 340.000              | Liter        |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch (1 Jahr):                   | 17.000               | Liter        |  | gerechnet   |
|   | <b>Gesamter Treibstoffverbrauch (1Jahr, Allok. 65%):</b> | <b>11.050</b>        | <b>Liter</b> |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Motorölverbrauch (20 Jahre):                    | 0,200                | Liter        |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Motorölverbrauch (1 Jahr):                      | 0,010                | Liter        |  | gerechnet   |
|   | <b>Gesamter Motorölverbrauch (1Jahr, Allok. 65%):</b>    | <b>0,007</b>         | <b>Liter</b> |  | gerechnet   |
|   | Maschinenart:  | WELLCO DRILL WD 1000 |              |  | schriftliche Aussage:<br>Henning Thormann, Projektleitung<br>Brunnenbau Conrad GmbH |
| 3. Anlage des Brunnens in <b>Frankenhain</b>          | Einsatzdauer:  | 30                   | MAS          |  |   |
|   | Bohrtiefe:   | 46                   | Meter        |  |   |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch (20 Jahre):                 | 510.000              | Liter        |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Treibstoffverbrauch (1 Jahr):                   | 25.500               | Liter        |  | gerechnet   |
|   | <b>Gesamter Treibstoffverbrauch (1Jahr, Allok. 65%):</b> | <b>16,575</b>        | <b>Liter</b> |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Motorölverbrauch (20 Jahre):                    | 0,300                | Liter        |  | gerechnet   |
|   | Gesamter Motorölverbrauch (1 Jahr):                      | 0,015                | Liter        |  | gerechnet   |
|   | <b>Gesamter Motorölverbrauch (1Jahr, Allok. 65%):</b>    | <b>0,010</b>         | <b>Liter</b> |  | gerechnet   |
|   | <b>Gesamtwicht Treibstoff 1./2./3.</b>                   | <b>49,725</b>        | <b>Liter</b> |  | GaBI:<br>DE: Diesel ab Raffinerie PE  |
|   | <b>Gesamtwicht Motoröl 1./2./3.</b>                      | <b>0,029</b>         | <b>Liter</b> |  | GaBI:<br>DE: Schmierstoffe ab Raffinerie PE   |



**Strom liefern für Pumpensystem**

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| <p><b>1. Weide bereitstellen</b><br/> <b>1.2. Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten</b><br/> <b>1.2.3. Wasser fördern und auffangen (Brunnen-/Pumpensystem)</b><br/> <b>1.2.3.3. Strom liefern für Pumpensystem</b></p> | <p>GaBi:<br/> DE: Strom Mix ELCO/IFE-GaBi</p>  |   |  |   |
| <p><b>Prozessinfos</b></p>  | <p><b>Energieunternehmen:</b><br/> <b>An wievielen Pumpen muss Stromverbrauch ermittelt werden?</b><br/> <b>Zuständigkeit im Betrieb:</b></p>  | <p>e-on<br/> 3<br/> Wilfried Gebser</p>   | <p><b>Stück</b></p>  | <p>weitere Infos s. "Erläuterungen"</p>   |
| <p><b>Rechnungsweg</b></p>  | <p>1. Stromverbrauch je Netzgerät in 24 h<br/> 2. Stromverbrauch je Netzgerät in 1 Jahr<br/> 3. Addition Stromverbrauch der Geräte<br/> 4. dann x Allokation für GVE Rinder</p>  | <p>0,65</p>   | <p><b>Faktor</b></p>   | <p>weil die Viehtränken von allen Tieren /Tierarten genutzt werden</p>  |
| <p><b>Thema</b></p>   | <p><b>Frage</b></p>  | <p><b>Antwort</b></p>   | <p><b>Einheit</b></p>  | <p><b>Erläuterungen</b></p>   |
| <p><b>1. Strom liefern für Pumpenbetrieb</b></p>  | <p>Wo ist/sind Pumpe/n lokalisiert?<br/> Wo ist/sind Pumpe/n lokalisiert?<br/> Wo ist/sind Pumpe/n lokalisiert?<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät a.</b> in 24 h:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät a.</b> in 1 Jahr:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät b.</b> in 24 h:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät b.</b> in 1 Jahr:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät c.</b> in 24 h:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb bei <b>Gerät c.</b> in 1 Jahr:<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb aller Wasserpumpen (für 24 h)<br/> Stromverbrauch für Pumpenbetrieb aller Wasserpumpen (für 1 Jahr)<br/> <b>Stromverbrauch für Pumpenbetrieb aller Wasserpumpen (für 1 Jahr, Allok. 65%)</b></p> | <p>a. am Hof<br/> b. Ohrdruffer Straße<br/> c. Frankenhain<br/> 5<br/> 1825<br/> 8<br/> 2920<br/> 8<br/> 2920<br/> 21<br/> 7665<br/> <b>4982,25</b></p> | <p>KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> KWh<br/> <b>KWh</b></p> | <p>Info Gebser<br/> Info Gebser<br/> Info Gebser<br/> hintereinander geschaltet, Pumpe läuft 2 h pro Tag gerechnet<br/> gerechnet<br/> Gebser: 1 Pumpe (2 KWh), Pumpe läuft 4 h pro Tag gerechnet<br/> gerechnet<br/> Gebser: 2 Pumpen (insgesamt 2 KWh) hintereinander geschaltet, Pumpen laufen 4 h pro Tag gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet<br/> gerechnet</p> |

## A.3 Futtermittelbereitstellung

### Strohballen/ -quader herstellen

|  |  |  |            |        |   |
|--|--|--|------------|--------|---|
| <p>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</p> <p>2.1. Strohballen/-quader herstellen</p> <p>alle Transporte von Strohballenherstellung bis Bereitstellung auf der Weide</p> <p>Prozessinformation</p> | Treibstoffart:                                   | Diesel   |            |        |   |
|  | Treibstoffverbrauch Weidemann:                   | 5  | Liter/ MAS | Bley   | Erfahrungswert Bley   |
|  | Treibstoffverbrauch Traktor mit Plattenanhänger: | 10   | Liter/ MAS |        | Erfahrungswert Bley   |
|  | Motorölverbrauch Weidemann/ alle Traktoren:      | 0,1  | Liter/ MAS |        | Motorölwechsel alle 250 MAS-> 25 Liter (hauseig. Werkstatt)   |
|  | Hydraulikölverbrauch Weidemann/ alle Traktoren:  | 0,01   | Liter/ MAS |        | Hydr.-ölwechsel alle 2000 MAS-> 25 Liter (hauseig. Werkstatt) |
|  | Strohballen/Jahr (Gesamtbetrieb):                | 10000  | Stück      |        | Erfahrungswert Bley   |
|  | Strohballen/Jahr (nur Rinder):                   | 6500   | Stück      |        | gerechnet   |
|  | Gewicht ein Strohballen:                         | 250  | Kilogramm  |        | Erfahrungswert Bley   |
|  | Strohballen pro Fuhre:                           | 40   | Stück      |        | Erfahrungswert Bley   |
|  | Rechnungsweg                                     | <p>1. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl für 1./2./3./4. getrennt (1 Jahr)</p> <p>2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder</p> <p>3. Addition Verbrauch Treibstoff/ Motor-/Hydrauliköl für alle Rinder</p> | 0,65       | Faktor |   |

| Thema  | Frage   | Antwort  | Einheit  | Erläuterungen       |                     |
|--|---|--|----------|---------------------|---------------------|
| <p>1. Arbeitsgang: einsammeln+verladen (mit Weidemann)</p>               | Zeitbedarf:   | 0,5  | Stunden  | Erfahrungswert Bley |                     |
|  | (einsammeln+verladen)                                     | 10000 Ballen                                     | 125      | Stunden             | errechnet           |
|  | a. Treibstoffherstellung für Weidemann                    | Dieselverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder)      | 625      | Liter               | errechnet           |
|  |   | Dieselverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)       | 406,250  | Liter               | errechnet           |
|  | b. Motorölherstellung für Weidemann                       | Motorölverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder)     | 12,5     | Liter               | errechnet           |
|  |   | Motorölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)      | 6,125    | Liter               | errechnet           |
|  | c. Hydraulikölherstellung für Weidemann                   | Hydraulikölverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder) | 1,563    | Liter               | errechnet           |
|  |   | Hydraulikölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)  | 1,016    | Liter               | errechnet           |
|  | Zeitbedarf:   | 1 Fuhre (40 Ballen):                             | 3        | Stunden             | Erfahrungswert Bley |
|  | (Transport mit Plattenanhänger bis Lager)                 | 10000 Ballen                                     | 750      | Stunden             | errechnet           |
| <p>2. Arbeitsgang: Transport bis Lager (Traktor mit Plattenanhänger)</p> | a. Treibstoffherstellung für Traktor mit Plattenanhänger  | Dieselverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder)      | 7500     | Liter               | errechnet           |
|  |   | Dieselverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)       | 4875,000 | Liter               | errechnet           |
|  | b. Motorölherstellung für Traktor mit Plattenanhänger     | Motorölverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder)     | 75       | Liter               | errechnet           |
|  |   | Motorölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)      | 48,750   | Liter               | errechnet           |
|  | c. Hydraulikölherstellung für Traktor mit Plattenanhänger | Hydraulikölverbrauch/ 10000 Ballen (alle Rinder) | 9,38     | Liter               | errechnet           |
|  |   | Hydraulikölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)  | 6,094    | Liter               | errechnet           |

### Strohballen/ -quader herstellen

|  |   |  |   |         |                     |                     |
|--|---|--|---|---------|---------------------|---------------------|
| 3. Arbeitsgang:<br>Aufstapeln am Lagerplatz<br>(Weidemann) | Zeitbedarf:<br>(aufstapeln am Lagerplatz) | 1 Fuhre (40 Ballen):                       | 0,5   | Stunden | Erfahrungswert Bley |                     |
|  |   | a. Treibstoffherstellung für Weidemann     | 10000 Ballen                                    | 125     | Stunden             | errechnet           |
|  |   | Dieselverbrauch/ 10000 Ballen              | 625   | Liter   | errechnet           |                     |
|  | b. Motorölerherstellung für Weidemann     | c. Hydraulikölerherstellung für Weidemann  | Dieselverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)      | 406,250 | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Motorölverbrauch/ 10000 Ballen                  | 12,5    | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Motorölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)     | 8,125   | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Hydraulikölverbrauch/ 10000 Ballen              | 1,563   | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Hydraulikölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder) | 1,016   | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | 1 Fuhre (40 Ballen):                            | 0,5     | Stunden             | Erfahrungswert Bley |
|  |   |  | 10000 Ballen                                    | 125     | Stunden             | errechnet           |
|  |   |  | Dieselverbrauch/ 10000 Ballen                   | 625     | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Dieselverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)      | 406,250 | Liter               | errechnet           |
| 4. Arbeitsgang:<br>Ausbringen auf Weide<br>(Weidemann)     | Zeitbedarf:<br>(ausbringen auf Weide)     | a. Treibstoffherstellung für Weidemann     | 10000 Ballen                                    | 125     | Stunden             | errechnet           |
|  |   | Dieselverbrauch/ 10000 Ballen              | 625   | Liter   | errechnet           |                     |
|  |   | Dieselverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder) | 406,250   | Liter   | errechnet           |                     |
|  | b. Motorölerherstellung für Weidemann     | c. Hydraulikölerherstellung für Weidemann  | Motorölverbrauch/ 10000 Ballen                  | 12,5    | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Motorölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)     | 8,125   | Liter               | errechnet           |
|  |   |  | Hydraulikölverbrauch/ 10000 Ballen              | 1,563   | Liter               | errechnet           |
| Hydraulikölverbrauch/ 6500 Ballen (alle Rinder)            | 1,016                                     | Liter                                      | errechnet                                       |         |                     |                     |

|  |  |          |       |
|--|--|----------|-------|
| Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "alle Transporte von Strohballenherstellung bis Weide" (1 J.J alle Rinder) | Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge      | 6093,750 | Liter |
|  | Summe Motoröl alle Rinder, alle Arbeitsgänge     | 73,125   | Liter |
|  | Summe Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge | 9,141    | Liter |

|  |  |          |           |  |
|--|--|----------|-----------|--|
| Aggregiert: ganze Strohballenherstellung | Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge                                      | 6960,417 | Liter     | GaBi: DE: Diesel für Transport   |
|  | Summe Motor-/Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge                          | 92,016   | Liter     | DE: Schmierstoffe ab Raffinerie PE   |
|  | Summe Polypropylengewicht für alle Strohballen/-quader für alle Rinder in 1 Jahr | 1855,485 | Kilogramm | RE: Polypropylen Folie (gereckt) (PP) PlastisEurope (keine Hintergrunddaten für PP-leist/Sand verfügbar) |

### Stroh pressen

|  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| <p><b>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</b><br/> <b>2.1. Strohballen/-quader herstellen</b><br/> <b>2.1.2. Stroh pressen</b></p> | <p><b>S&amp;B:</b><br/>                 für die konventionelle Strohproduktion (Winterweizen) im Nachbarnbetrieb wurde ein aggregierter Datensatz der G&amp;B Datenbank verwendet (GE: Winterweizen Stroh(D6) (PE), beinhalten: Bodenbearbeitung, Düngung, Anbau, Pflanzenschutz, Ernte, Treibstoff/Schmiermittel, Transporte</p>   | <p>Diesel<br/>                 600<br/> <b>133,333</b></p>   | <p>Stück<br/> <b>MAS</b></p>  | <p>mdl. Aussage Bley<br/>                 Erfahrungswert Heinz Bley</p>   |
| <p>Prozessinformation</p>  | <p>Treibstoffart:<br/>                 Leistung Ballen-/Quaderpresse (pro Tag o. 8 Std.):<br/> <b>Zeitbedarf für Pressen von 10000 Ballen/Quader:</b><br/>                 Treibstoffverbrauch Ballen-/Quaderpresse:<br/>                 Motorölverbrauch Ballen-/Quaderpresse (wie Traktor):<br/>                 Hydraulikölverbrauch Ballen-/Quaderpresse (wie Traktor):<br/>                 Strohballen u. -quader/Jahr (Gesamtbetrieb):<br/> <b>Strohballen u. -quader/Jahr (nur Rinder):</b><br/>                 Strohballen/-quader pro Fuhr:<br/>                 1a. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl/ getrennt (1 Jahr=10000Ballen)<br/>                 1b. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder (1 Jahr=6500 Ballen/Quader)</p> | <p>10<br/>                 0,1<br/>                 0,01<br/>                 10000<br/> <b>6500</b><br/>                 40<br/>                 0,65</p> | <p>Liter/ MAS<br/>                 Liter/ MAS<br/>                 Liter/ MAS<br/>                 Stück<br/> <b>Stück</b><br/>                 Stück<br/>                 Faktor</p> | <p>Erfahrungswert Heinz Bley<br/>                 Motorölwechsel alle 250 MAS<br/>                 -&gt; 26 Liter<br/>                 Hydraulikölwechsel alle 2000 MAS<br/>                 -&gt; 26 Liter<br/>                 Erfahrungswert Heinz Bley<br/>                 gerechnet<br/>                 Erfahrungswert Heinz Bley<br/>                 gerechnet</p> |
| <p>Rechnungswege</p>   |   |  |   | <p>weil Strohballen für alle Tierarten</p>  |
| <p><b>Thema</b></p>  | <p><b>Frage</b><br/>                 Dieselverbrauch für 10000 Quader/Ballen:<br/> <b>Dieselvebrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b><br/>                 Motorölverbrauch für 10000 Quader/Ballen:<br/> <b>Motorölverbrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b><br/>                 Hydraulikölverbrauch für 10000 Quader/Ballen:<br/> <b>Hydraulikölverbrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b></p>   | <p>1333,333<br/> <b>866,667</b><br/>                 13,333<br/> <b>8,667</b><br/>                 1,667<br/> <b>1,083</b></p>                             | <p>Liter<br/> <b>Liter</b><br/>                 Liter<br/> <b>Liter</b><br/>                 Liter<br/> <b>Liter</b></p>  | <p><b>Erläuterungen</b><br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet</p>   |
| <p>Prozessinformation</p>  | <p>Strohballen u. -quader/Jahr (Gesamtbetrieb):<br/>                 davon je Anteil Ballen bzw. Quader (je 50%):<br/>                 davon je Anteil mit Netz bzw. Band (je 50%):<br/> <b>Strohballen u. -quader/Jahr (nur Rinder):</b><br/>                 davon je Anteil Ballen bzw. Quader (je 50%):<br/>                 davon je Anteil mit Netz bzw. Band (je 50%):<br/>                 1a. Band-/Netzgewicht für Quader/Ballen getrennt für 10000 Ballen/Quader (1 Jahr)<br/>                 1b. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder (1 Jahr=6500 Ballen)</p>   | <p>10000<br/>                 5000<br/>                 2500<br/> <b>6500</b><br/> <b>3250</b><br/> <b>1625</b><br/>                 0,65</p>              | <p>Stück<br/>                 Stück<br/>                 Stück<br/> <b>Stück</b><br/> <b>Stück</b><br/> <b>Stück</b><br/>                 Faktor</p>                                  | <p>Schätzung Heinz Bley<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet</p>  |
| <p>Rechnungswege</p>   | <p>1c. Addition Netz/ Band für alle Quader+Ballen (Gesamtbetrieb/ nur für alle Rinder)</p>  |  |   |   |

Stroh pressen

|  |   |                             |           |   |
|--|---|-----------------------------|-----------|---|
| 4. PP-Band herstellen  | Strohquader mit Band/ Jahr (Gesamtbetrieb)                | 2500                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohquader mit Band/ Jahr (nur Rinder)                   | 1625                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohballen mit Band/ Jahr (Gesamtbetrieb)                | 2500                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohballen mit Band/ Jahr (nur Rinder)                   | 1625                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Bandlänge für Quader:                                     | 27                          | Meter     | gerechnet<br>Länge Quadermaßes: L:H 2,0:0,7m<br>Umfang: 5,4 m x 5, Umreifung: 27 m  |
|  | Bandlänge für Ballen:                                     | 21,99                       | Meter     | gerechnet<br>Beyr: Ballenmaßes: Ø 1,4 m;<br>Umfang: 4,4 m x 5, Umreifung: 21,99 m   |
|  | Hersteller/Leferant:                                      | Fyron/ Kordeia Handels GmbH |           |   |
|  | genaue Artikelnummer oder Bezeichnung                     | Fyron 160 rot-18kg          |           |   |
|  | Material:   | PP (Polypropylen)           |           |   |
|  | Gewicht pro Bändrolle:                                    | 18                          | Kilogramm |   |
|  | Länge pro Kg Band:  | 117                         | Meter     |   |
|  | Abmessungen Bändrolle:                                    | 2106                        | Meter     | gerechnet   |
|  | Bandgewicht pro 10quader:                                 | 0,231                       | Kilogramm | gerechnet (27m:2106m*18kg)  |
|  | Bandgewicht pro 1Ballen:                                  | 0,188                       | Kilogramm | gerechnet (21,99m:2106m*18kg)   |
| Gesamtgewicht Band alle Quader (2500 Stück):                 | 576,923   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Band alle Ballen (2500 Stück):                 | 469,898   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Band für alle Quader und Ballen (5000 Stück):  | 1046,819  | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Band für alle Quader (nur Rinder, 1625 Stück): | 375,000   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Band für alle Ballen (nur Rinder, 1625 Stück): | 305,433   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Band für alle Quader und Ballen (nur Rinder):  | 680,433   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| 5. PP-Netz herstellen  | Strohquader mit Netz/ Jahr (Gesamtbetrieb)                | 2500                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohquader mit Netz/ Jahr (nur Rinder)                   | 1625                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohballen mit Netz/ Jahr (Gesamtbetrieb)                | 2500                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Strohballen mit Netz/ Jahr (nur Rinder)                   | 1625                        | Stück     | gerechnet   |
|  | Netzlänge für Quader:                                     | 27                          | Meter     | gerechnet<br>Beyr: Quadermaßes: L:H 2,0:0,7m;<br>Umfang: 5,4 m x 5, Umreifung: 27 m |
|  | Netzlänge für Ballen:                                     | 21,99                       | Meter     | gerechnet<br>Beyr: Ballenmaßes: Ø 1,4 m;<br>Umfang: 4,4 m x 5, Umreifung: 21,99 m   |
|  | Hersteller/Leferant:                                      | Fyron/ Kordeia Handels GmbH |           |   |
|  | genaue Artikelnummer oder Bezeichnung                     | Fyron tone G.14             |           |   |
|  | Material:   | PP (Polypropylen)           |           |   |
|  | Gewicht Netz pro m² (bzw. 0,81m Länge bei 1,23m Breite!): | 0,012                       | Kilogramm |   |
|  | Länge des Netzes mit 0,012kg Gewicht:                     | 0,81                        | Meter     |   |
|  | Netzwert pro 10quader:                                    | 0,399                       | Kilogramm | gerechnet (27m : 0,81 m * 0,012 kg)   |
|  | Netzwert pro 1Ballen:                                     | 0,325                       | Kilogramm | gerechnet (21,99m : 0,81 m * 0,012 kg)  |
|  | Gesamtgewicht Netz alle Quader (2500 Stück):              | 966,300                     | Kilogramm | gerechnet   |
| Gesamtgewicht Netz alle Ballen (2500 Stück):                 | 811,473   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Netz für alle Quader und Ballen (5000 Stück):  | 1807,773  | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Netz für alle Quader (nur Rinder, 1625 Stück): | 647,393   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Netz für alle Ballen (nur Rinder, 1625 Stück): | 527,438   | Kilogramm                   | gerechnet |   |
| Gesamtgewicht Netz für alle Quader und Ballen (nur Rinder):  | 1175,093  | Kilogramm                   | gerechnet |   |

Gab DB

|   |   |          |           |
|---|---|----------|-----------|
| Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Stroh pressen" (1 J./ alle Rinder) | Summe Diesel alle Rinder. alle Arbeitsgänge   | 856,667  | Liter     |
|   | Summe Motoröl alle Rinder. alle Arbeitsgänge  | 8,667    | Liter     |
|   | Summe Hydrauliköl alle Rinder. alle Arbeitsgänge  | 1,063    | Liter     |
|   | Summe Polypropylengewicht (Netz/Band) für alle Strohballen/quader für alle Rinder in 1 Jahr | 9,750    | Kilogramm |
|   | Summe Polypropylengewicht (Netz/Band) für alle Rinder in 1 Jahr                             | 1855,485 | Kilogramm |

Netze, Bänder

### Heuballen/ -quader herstellen

|  |  |  |        |       |        |            |      |   |
|--|--|--|--------|-------|--------|------------|------|---|
| <p>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</p> <p>2.2. Heuballen/-quader herstellen</p> <p>alle Transporte von Heuballenherstellung bis Bereitstellung auf der Weide</p> | <p><b>GaBi:</b> (aggregierte Heubereitstellung):<br/>DE: Diesel ab Raffinerie PE,<br/>DE: Diesel für Transport,<br/>DE: Schmierstoffe ab Raffinerie PE für das PP-Band/ Netz:<br/>RER: Polypropylen Folie (geteckt) (PP) PlasticsEurope (keine Hintergrunddaten für Netz/Band verfügbar)</p> | Treibstoffart:                                   | Diesel |       |        |            |      |   |
|  |  | Treibstoffverbrauch Weidemann:                   | 5      |       |        |            | Bley |   |
|  |  | Treibstoffverbrauch Traktor mit Plattenanhänger: | 10     |       |        | Liter/ MAS |      | Erfahrungswert Bley   |
|  |  | Motorölverbrauch Weidemann/ alle Traktoren:      | 0,1    |       |        | Liter/ MAS |      | Motorölwechsel alle 250 MAS-> 25 Liter (hauseig. Werkstatt)   |
|  |  | Hydraulikölverbrauch Weidemann/ alle Traktoren:  | 0,01   |       |        | Liter/ MAS |      | Hydr.-ölwechsel alle 2000 MAS-> 25 Liter (hauseig. Werkstatt) |
|  |  | gesamte Mähfläche im Betrieb:                    | 600    |       |        | Hektar     |      | Bley  |
|  |  | Heuballen/Hektar:                                | 8      |       |        | Stück      |      | Erfahrungswert Bley   |
|  |  | Heuballen/Jahr (Gesamtbetrieb):                  | 4800   |       |        | Stück      |      | Rechnung Heinz Bley gerechnet                                 |
|  |  | Heuballen/Jahr (nur Rinder):                     | 3120   |       |        | Stück      |      |   |
|  |  | Gewicht ein Strohballen:                         | 250    |       |        | Kilogramm  |      | Erfahrungswert Bley weil Strohballen für alle Tierarten       |
| Heuballen pro Fuhr:  | 40   |  |        | Stück |        |            |      |   |
| Rechnungsweg   | 1. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl für 1./2./3./4. getrennt (1 Jahr)   |  |        |       |        |            |      |   |
|  | 2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder  | 0,65   |        |       | Faktor |            |      |   |
|  | 3. Addition Verbrauch Treibstoff/ Motor-/Hydrauliköl f. alle Rinder  |  |        |       |        |            |      |   |

| Thema   | Frage   | Antwort   | Einheit                     | Erläuterungen                    |                                     |
|---|---|---|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Arbeitsgang: einsammeln+verladen (mit Weidemann) | Zeitbedarf:   | 1 Fuhr (40 Ballen):<br>4800 Ballen  | 0,5<br>Stunden              | Erfahrungswert Bley<br>errechnet |                                     |
|   | a. Treibstoffherstellung für Weidemann  | Dieselverbrauch/ 4800 Ballen<br><b>Dieselverbrauch/ 3120 Ballen (alle Rinder)</b>   | 60<br>300<br><b>195.000</b> | Stunden<br>Liter<br>Liter        | errechnet<br>errechnet<br>errechnet |
|   | b. Motorölherstellung für Weidemann   | Motorölverbrauch/ 4800 Ballen<br><b>Motorölverbrauch/ 3120 Ballen (alle Rinder)</b> | 6<br><b>3.900</b>           | Liter<br>Liter                   | errechnet<br>errechnet              |
| c. Hydraulikölherstellung für Weidemann             | Hydraulikölverbrauch/ 4800 Ballen<br><b>Hydraulikölverbrauch/ 3120 Ballen (alle Rinder)</b> | 0,750<br><b>0.488</b>   | Liter<br>Liter              | errechnet<br>errechnet           |                                     |

**Heuballen/ -quader herstellen**

|   |  |   |  |           |                     |           |
|---|--|---|--|-----------|---------------------|-----------|
| <b>2. Arbeitsgang:</b><br>Transport bis Lager<br>(Traktor mit<br>Plattenanhänger)         | <b>Zeitbedarf:</b><br>(Transport mit Plattenanhänger<br>a. Treibstoffherstellung<br>für Traktor mit Plattenanhänger<br>(alle Rinder) | 1 Fuhre (40 Ballen):<br>4800 Ballen   | 3<br>360                                     | Stunden   | Erfahrungswert Bley |           |
|   |  | Dieselvebrauch/ 4800 Ballen   | 3600   | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Dieselvebrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 2340,000                                     | Liter     | errechnet           |           |
|   | b. Motorölherstellung<br>für Traktor mit Plattenanhänger   | Motorölverbrauch/ 4800 Ballen   | 36   | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Motorölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 23,400                                       | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Hydraulikölverbrauch/ 4800 Ballen   | 4,5  | Liter     | errechnet           |           |
|   | c. Hydraulikölherstellung<br>für Traktor mit Plattenanhänger   | Hydraulikölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 2,925  | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | 1 Fuhre (40 Ballen):  | 0,5  | Stunden   | Erfahrungswert Bley |           |
|   |  | 4800 Ballen   | 60   | Stunden   | errechnet           |           |
|   | <b>3. Arbeitsgang:</b><br>Aufstapeln am Lagerplatz<br>(Weidemann)  | <b>Zeitbedarf:</b><br>(aufstapeln am Lagerplatz)<br>a. Treibstoffherstellung für<br>Weidemann | Dieselvebrauch/ 4800 Ballen                  | 300       | Liter               | errechnet |
|   |  |   | Dieselvebrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder) | 195,000   | Liter               | errechnet |
|   |  |   | Motorölverbrauch/ 4800 Ballen                | 6         | Liter               | errechnet |
| b. Motorölherstellung für<br>Weidemann  |  | Motorölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 3,900  | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Hydraulikölherstellung für<br>Weidemann   | 0,750  | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Hydraulikölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 0,488  | Liter     | errechnet           |           |
| <b>Zeitbedarf:</b><br>(ausbringen auf Weide)<br>a. Treibstoffherstellung für<br>Weidemann |  | 1 Fuhre (40 Ballen):  | 0,5  | Stunden   | Erfahrungswert Bley |           |
|   |  | 4800 Ballen   | 60   | Stunden   | errechnet           |           |
|   |  | Dieselvebrauch/ 4800 Ballen   | 300  | Liter     | errechnet           |           |
| b. Motorölherstellung für<br>Weidemann  |  | Dieselvebrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 195,000                                      | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Motorölverbrauch/ 4800 Ballen   | 6  | Liter     | errechnet           |           |
|   |  | Motorölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)  | 3,900  | Liter     | errechnet           |           |
| c. Hydraulikölherstellung für<br>Weidemann  | Hydraulikölverbrauch/ 4800 Ballen  | 0,750   | Liter  | errechnet |                     |           |
|   | Hydraulikölverbrauch/ 3120 Ballen<br>(alle Rinder)   | 0,488   | Liter  | errechnet |                     |           |

|  |  |          |           |
|--|--|----------|-----------|
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart<br/>                 für Prozess: "alle Transporte<br/>                 von Heuballenherstellung bis<br/>                 Weide" (1 J./ alle Rinder)</b> | <b>Summe Diesel alle Rinder,<br/>                 alle Arbeitsgänge</b>                | 2925,000 | Liter     |
|  | Summe Motoröl alle Rinder,<br>alle Arbeitsgänge  | 35,100   | Liter     |
|  | Summe Hydrauliköl alle Rinder,<br>alle Arbeitsgänge                                    | 4,388    | Liter     |
|  | <b>Summe Motor-/ Hydrauliköl</b>   | 39,488   |           |
|  | <b>Summe Diesel alle Rinder,<br/>                 alle Arbeitsgänge</b>                | 8021,000 | Liter     |
|  | Summe Motor-/Hydrauliköl<br>alle Rinder, alle Arbeitsgänge                             | 84,386   | Liter     |
|  | Summe Polypropylengewicht<br>für alle Strohballen/-quader<br>für alle Rinder in 1 Jahr | 890,633  | Kilogramm |



**Weidegras mähen**

|  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|---|---|--|
| <p><b>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</b><br/> <b>2.2. Heuballen/-quader herstellen</b><br/> <b>2.2.1. Weidegras mähen</b></p> | <p><b>GaBi:</b><br/>                 siehe aggregierte Heubereitstellung (Transporte Heu bis Weide)</p>  | <p><b>Treibstoffart:</b><br/>                 Diesel</p>                           | <p><b>4</b></p>   | <p><b>Liter/ Hektar!!</b></p>   |  |
| <p><b>Prozessinformation</b></p>   | <p><b>Treibstoffverbrauch Traktor b. Mähen:</b><br/> <b>Zeitaufwand für Mähen eines Hektars:</b><br/> <b>Motorölverbrauch Traktor:</b></p>   | <p><b>0,5</b><br/> <b>0,1</b></p>  | <p><b>MAS</b><br/> <b>Liter/ MAS</b></p>  | <p>Schätzung Heinz Bley<br/>                 Motorölwechsel alle 250 MAS<br/>                 --&gt; 25 Liter</p>   |  |
| <p><b>Rechnungsweg</b></p>   | <p><b>Hydraulikölverbrauch Traktor:</b><br/> <b>gesamte Mähfläche im Betrieb:</b><br/> <b>Heuballen/Hektar:</b><br/> <b>Heuballen/Jahr (Gesamtbetrieb):</b><br/> <b>Heuballen/Jahr (nur Rinder):</b><br/> <b>1. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl (1 Jahr)</b><br/> <b>2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder</b></p> | <p><b>0,01</b><br/> <b>600</b><br/> <b>8</b><br/> <b>4800</b><br/> <b>3120</b></p> | <p><b>Liter/ MAS</b><br/> <b>Hektar</b><br/> <b>Stück</b><br/> <b>Stück</b><br/> <b>Stück</b></p> | <p>Hydraulikölwechsel alle 2000 MAS<br/>                 --&gt; 25 Liter<br/>                 Bley<br/>                 Schätzung Heinz Bley gerechnet<br/>                 gerechnet</p> |  |
| <p><b>Thema</b></p>  | <p><b>Frage</b></p>  | <p><b>Antwort</b></p>  | <p><b>Einheit</b></p>   | <p><b>Erläuterungen</b></p>   |  |
| <p><b>1. Treibstoffherstellung für Traktor</b></p>   | <p>Dieselverbrauch gesamte Heuballen:<br/> <b>Dieselverbrauch mit Mäher (Heuballen für alle Rinder)</b></p>  | <p>2400,000<br/> <b>1560,000</b></p>   | <p>Liter<br/> <b>Liter</b></p>  | <p>gerechnet<br/>                 gerechnet</p>   |  |
| <p><b>2. Motorölherstellung für Traktor</b></p>  | <p>Motorölverbrauch gesamte Heuballen:<br/> <b>Motorölverbrauch mit Mäher (Heuballen für alle Rinder)</b></p>  | <p>30,000<br/> <b>19,500</b></p>   | <p>Liter<br/> <b>Liter</b></p>  | <p>gerechnet<br/>                 gerechnet</p>   |  |
| <p><b>3. Hydraulikölherstellung für Traktor</b></p>  | <p>Hydraulikölverbrauch gesamte Heuballen:<br/> <b>Hydraulikölverbrauch mit Mäher (Heuballen für alle Rinder)</b></p>  | <p>3,750<br/> <b>2,438</b></p>   | <p>Liter<br/> <b>Liter</b></p>  | <p>gerechnet<br/>                 gerechnet</p>   |  |
| <p><b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Weidegras mähen" (1 J./ alle Rinder)</b></p>  | <p><b>Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br/> <b>Summe Motoröl alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br/> <b>Summe Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br/> <b>Summe Motor-/ Hydrauliköl</b></p>  | <p><b>1560,000</b><br/> <b>19,500</b><br/> <b>2,438</b><br/> <b>21,938</b></p>     | <p><b>Liter</b><br/> <b>Liter</b><br/> <b>Liter</b><br/> <b>Liter</b></p>                         | <p>gerechnet<br/>                 gerechnet<br/>                 gerechnet</p>  |  |



**Heu wenden**

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
| <p><b>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</b><br/> <b>2.2. Heuballen/-quader herstellen</b><br/> <b>2.2.1. Heu wenden</b></p> <p><b>Prozessinformation</b></p> | <p><b>GaBi:</b><br/>                 siehe aggregierte Heubereitstellung (Transporte Heu bis Weide)</p>  |  |  |  |   |
|  | Treibstoffart:   | Diesel   |  |  | Bley  |
|  | Treibstoffverbrauch Traktor beim Wenden:   | 5  | Liter/ Hektar!!  |  | Schätzung Heinz Bley                          |
|  | Zeitaufwand für Heuwenden eines Hektars:   | 0,25   | MAS  |  | Schätzung Heinz Bley                          |
|  | Motorölverbrauch Traktor:  | 0,1  | Liter/ MAS   |  | Motorölwechsel alle 250 MAS --> 25 Liter      |
|  | Hydraulikölverbrauch Traktor:  | 0,01   | Liter/ MAS   |  | Hydraulikölwechsel alle 2000 MAS --> 25 Liter |
|  | gesamte Fläche zum Heuwenden im Betrieb:   | 600  | Hektar   |  | Bley  |
|  | Heuballen/Hektar:  | 8  | Stück  |  | Schätzung Heinz Bley                          |
|  | Heuballen/Jahr (Gesamtbetrieb):  | 4800   | Stück  |  | gerechnet                                     |
|  | Heuballen/Jahr (nur Rinder):   | 3120   | Stück  |  | gerechnet                                     |
| Rechnungsweg   | <p>1. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl (1 Jahr)</p> <p>2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder</p>  | 0,65   | Faktor   |  | weil Strohballen für alle Tierarten           |
| <b>Thema</b>   | <b>Frage</b>   | <b>Antwort</b>   | <b>Einheit</b>   | <b>Erläuterungen</b>                             |   |
| 1. Treibstoffherstellung für Traktor   | Dieselvebrauch gesamte Heuballen:<br><b>Dieselvebrauch mit Wender (Heuballen für alle Rinder)</b>  | 3000,000<br><b>1950,000</b>                                      | Liter<br><b>Liter</b>  | gerechnet<br>gerechnet                           |   |
| 2. Motorölherstellung für Traktor  | Motorölverbrauch gesamte Heuballen:<br><b>Motorölverbrauch mit Wender (Heuballen für alle Rinder)</b>  | 15,000<br><b>9,750</b>   | Liter<br><b>Liter</b>  | gerechnet<br>gerechnet                           |   |
| 3. Hydraulikölherstellung für Traktor  | Hydraulikölverbrauch gesamte Heuballen:<br><b>Hydraulikölverbrauch mit Wender (Heuballen für alle Rinder)</b>  | 1,875<br><b>1,219</b>  | Liter<br><b>Liter</b>  | gerechnet<br>gerechnet                           |   |
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Heu wenden" (1 J./ alle Rinder)</b>  | <b>Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br><b>Summe Motoröl alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br><b>Summe Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge</b><br><b>Summe Motor-/ Hydrauliköl</b> | <b>1950,000</b><br><b>9,750</b><br><b>1,219</b><br><b>10,969</b> | <b>Liter</b><br><b>Liter</b><br><b>Liter</b><br><b>Liter</b> | gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet |   |

## Heu schwaden

|  |  |  |   |                      |  |                                     |   |
|--|--|--|---|----------------------|--|-------------------------------------|---|
| <p>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide</p> <p>2.2. Heuballen/-quader herstellen</p> <p>2.2.3. Heu schwaden</p> <p>Prozessinformation</p> | <p><b>GaBi:</b><br/>siehe aggregierte Heubereitstellung (Transporte Heu bis Weide)</p> | Treibstoffart:                             | Diesel  |                      |  |                                     | Bley  |
|  |  | Treibstoffverbrauch beim Schwaden:         | 3   |                      |  | Liter/ Hektar!!                     | Schätzung Heinz Bley                          |
|  |  | Zeitaufwand für Schwaden eines Hektars:    | 0,167   |                      |  | MAS                                 | Schätzung Heinz Bley                          |
|  |  | Motorölverbrauch Traktor:                  | 0,1   |                      |  | Liter/ MAS                          | Motorölwechsel alle 250 MAS --> 25 Liter      |
|  |  | Hydraulikölverbrauch Traktor:              | 0,01  |                      |  | Liter/ MAS                          | Hydraulikölwechsel alle 2000 MAS --> 25 Liter |
|  |  | gesamte Fläche zum Heuschwaden im Betrieb: | 600   |                      |  | Hektar                              | Bley  |
|  |  | Heuballen/Hektar:                          | 8   |                      |  | Stück                               | Schätzung Heinz Bley                          |
|  |  | Heuballen/Jahr (Gesamtbetrieb):            | 4800  |                      |  | Stück                               | gerechnet                                     |
|  |  | Heuballen/Jahr (nur Rinder):               | 3120  |                      |  | Stück                               | gerechnet                                     |
|  |  | Rechnungsweg                               | 1. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl (1 Jahr) |                      |  |                                     |   |
|  | 2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder  | 0,65                                       |   | Faktor               |  | weil Strohballen für alle Tierarten |   |
| <b>Thema</b>   | <b>Frage</b>   | <b>Antwort</b>                             | <b>Einheit</b>                                      | <b>Erläuterungen</b> |  |                                     |   |
| 1. Treibstoffherstellung für Traktor   | Dieselverbrauch gesamte Heuballen:   | 1800,000                                   | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Dieselverbrauch mit Schwader (Heuballen für alle Rinder)                               | 1170,000                                   | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Motorölverbrauch gesamte Heuballen:  | 10,000                                     | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
| 2. Motorölherstellung für Traktor  | Motorölverbrauch mit Schwader (Heuballen für alle Rinder)                              | 6,500                                      | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Hydraulikölverbrauch gesamte Heuballen:  | 1,250                                      | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
| 3. Hydraulikölherstellung für Traktor  | Hydraulikölverbrauch mit Schwader (Heuballen für alle Rinder)                          | 0,813                                      | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  |  |  |   |                      |  |                                     |   |
| Gesamtwicht nach Materialart für Prozess: "Heu schwaden" (1 J/ alle Rinder)  | Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge  | 1170,000                                   | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Summe Motoröl alle Rinder, alle Arbeitsgänge   | 6,500                                      | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Summe Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge                                       | 0,813                                      | Liter   | gerechnet            |  |                                     |   |
|  | Summe Motor-/ Hydrauliköl  | 7,313                                      |   |                      |  |                                     |   |

### Heu pressen

|  |   |  |   |   |
|--|---|--|---|---|
| <p>2. Futtermittel bereitstellen auf Weide<br/>2.2. Heuballen/-quader herstellen<br/>2.2.4. Heu pressen</p>  | <p>GaBi:<br/>siehe aggregierte Heubereitstellung (Transporte Heu bis Weide)</p>   |  |   |   |
| <p>Prozessinformation</p>  | <p>Treibstoffart:<br/>Leistung Ballen-/Quaderpresse (pro Tag o. 8 Std.):<br/>Zeitbedarf für Pressen von 4800 Ballen/Quader:<br/>Treibstoffverbrauch Ballen-/Quaderpresse:<br/>Motorölverbrauch Ballen-/Quaderpresse (wie Traktor):<br/>Hydraulikölverbrauch Ballen-/Quaderpresse (wie Traktor):<br/>Heuballen u. -quader/Jahr (Gesamtbetrieb):<br/>Heuballen u. -quader/Jahr (nur Rinder):<br/>Heuballen/-quader pro Fuhrer:<br/>1a. Verbrauch Treibstoff/Motor-/Hydrauliköl/ getrennt (1 Jahr=4800Ballen)<br/>1b. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder (1 Jahr=3134,4 Ballen/Quader)</p> | <p>Diesel<br/>600<br/><b>64,00</b><br/>10<br/>0,1<br/>0,01<br/>4800<br/><b>3120</b><br/>40<br/><br/>0,65</p> | <p>Stück<br/><b>MAS</b><br/>Liter/ MAS<br/>Liter/ MAS<br/>Liter/ MAS<br/>Stück<br/><b>Stück</b><br/>Stück<br/><br/>Faktor</p> | <p>Bley<br/>Schätzung Heinz Bley<br/>gerechnet<br/>Schätzung Heinz Bley<br/>Motorölwechsel alle 250 MAS -&gt; 25 Liter<br/>Hydraulikölwechsel alle 2000 MAS -&gt; 25 Liter<br/>gerechnet<br/>Schätzung Heinz Bley<br/>weil Strohballen für alle Tierarten</p> |
| <p>Rechnungswege</p>   |   |  |   |   |
| <p>Thema<br/>1. Treibstoffherstellung für Traktoreinsatz beim Heupressen<br/>2. Motorölherstellung für Traktoreinsatz beim Heupressen<br/>3. Hydraulikölherstellung für Traktoreinsatz beim Heupressen</p> | <p>Frage<br/>Dieselverbrauch für 4800 Quader/Ballen:<br/><b>Dieselloverbrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b><br/>Motorölverbrauch für 4800 Quader/Ballen:<br/><b>Motorölverbrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b><br/>Hydraulikölverbrauch für 4800 Quader/Ballen:<br/><b>Hydraulikölverbrauch für Quader/Ballen aller Rinder/Jahr:</b></p>  | <p>Antwort<br/>640,000<br/><b>416,000</b><br/>8,400<br/><b>4,160</b><br/>0,800<br/><b>0,520</b></p>          | <p>Einheit<br/>Liter<br/><b>Liter</b><br/>Liter<br/><b>Liter</b><br/>Liter<br/><b>Liter</b></p>                               | <p>Erläuterungen<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet</p>  |
| <p>Prozessinformation</p>  | <p>Heuballen u. -quader/Jahr (Gesamtbetrieb):<br/>davon je Anteil Ballen bzw. Quader (je 50%):<br/>davon je Anteil mit Netz bzw. Band (je 50%):<br/>Heuballen u. -quader/Jahr (nur Rinder):<br/>davon je Anteil Ballen bzw. Quader (je 50%):<br/>davon je Anteil mit Netz bzw. Band (je 50%):</p>   | <p>4800<br/>2400<br/>1200<br/><b>3120</b><br/>1560<br/><b>780</b></p>  | <p>Stück<br/>Stück<br/>Stück<br/><b>Stück</b><br/>Stück<br/><b>Stück</b></p>  | <p>Schätzung Heinz Bley<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet<br/>gerechnet</p>   |
| <p>Rechnungswege</p>   | <p>1a. Band-/Netzgewicht für Quader/Ballen getrennt für 4800 Ballen/Quader (1 Jahr)<br/>1b. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder (1 Jahr=3038,4 Ballen)<br/>1c. Addition Netz/ Band für alle Quader+Ballen (Gesamtbetrieb/ nur für alle Rinder)</p>   | <p>0,65</p>  | <p>Faktor</p>   |   |

Heu pressen

|   |   |   |           |  |
|---|---|---|-----------|--|
| 4. PP-Band herstellen   | Heuquader mit Band/ Jahr (Gesamtbetrieb)                                | 1200  | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuquader mit Band/ Jahr (nur Rinder)                                   | 760   | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuballen mit Band/ Jahr (Gesamtbetrieb)                                | 1200  | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuballen mit Band/ Jahr (nur Rinder)                                   | 760   | Stück     | gerechnet  |
|   | Bandlänge für Quader:   | 27  | Meter     | Bye: Quadermaße: Länge/Höhe: 2x0,7m; Umrandung: 2x 0,1m; Ballenmaße: Ø 1,4 m; Umfang: 4,4 m; x 5 Umdrehg.: 21,95 Meter |
|   | Bandlänge für Ballen:   | 21,99                                       | Meter     | Bye: Quadermaße: Länge/Höhe: 2x0,7m; Umrandung: 2x 0,1m; Ballenmaße: Ø 1,4 m; Umfang: 4,4 m; x 5 Umdrehg.: 21,95 Meter |
|   | Hersteller/Lieferant:   | Fyeron/<br>Kordela Handels GmbH             |           | Rosenweg 15, 07359 Kinau   |
|   | genaue Artikelnummer oder Bezeichnung                                   | Fyeron 150 rot-18kg                         |           | Tel.: 036464/ 22312  |
|   | Material:   | PP (Polypropylen)                           |           | abgelesen von Rechnung   |
|   | Gewicht pro Bandrolle:  | 18  | Kilogramm | Aussage:<br>Herr Haupt (Kordela Handels GmbH)  |
|   | Länge pro Kg Band:  | 117   | Meter     |  |
|   | Abmessungen Bandrolle:  | 2106  | Meter     | gerechnet  |
|   | Bandgewicht pro 1Quader:  | 0,231                                       | Kilogramm | gerechnet (27m:2106m*18kg)   |
|   | Bandgewicht pro 1Ballen:  | 0,188                                       | Kilogramm | gerechnet (21,99m:2106m*18kg)  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Quader (1200 Stück):                        | 276,823                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Ballen (1200 Stück):                        | 225,550                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Quader und Ballen (2400 Stück):             | 502,473                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Quader (nur Rinder, 739,6 Stück):           | 180,000                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Ballen (nur Rinder, 739,6 Stück):           | 146,608                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Quader und Ballen (nur Rinder):             | 326,608                                     | Kilogramm | gerechnet  |
| 5. PP-Netz herstellen   | Heuquader mit Netz/ Jahr (Gesamtbetrieb)                                | 1200  | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuquader mit Netz/ Jahr (nur Rinder)                                   | 760   | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuballen mit Netz/ Jahr (Gesamtbetrieb)                                | 1200  | Stück     | gerechnet  |
|   | Heuballen mit Netz/ Jahr (nur Rinder)                                   | 760   | Stück     | gerechnet  |
|   | Netzlänge für Quader:   | 27  | Meter     | Bye: Quadermaße: Länge/Höhe: 2x0,7m; Umrandung: 2x 0,1 m; x 5 Umdrehg.: 27 Meter                                       |
|   | Netzlänge für Ballen:   | 21,99                                       | Meter     | Bye: Ballenmaße: Ø 1,4 m; Umfang: 4,4 m; x 5 Umdrehg.: 21,95 Meter   |
|   | Hersteller/Lieferant:   | Fyeron/<br>Kordela Handels GmbH             |           | Rosenweg 15, 07359 Kinau   |
|   | genaue Artikelnummer oder Bezeichnung                                   | Fyeron Ione G14 3000x123                    |           | Tel.: 036464/ 22312  |
|   | Material:   | PP (Polypropylen)                           |           | abgelesen von Rechnung   |
|   | Gewicht Netz pro m <sup>2</sup> (bzw. 0,81m Länge bei 1,23m Breite):    | 0,012                                       | Kilogramm | Aussage Herr Haupt (Kordela H. GmbH):<br>Collematb. 1,23m*2000m<br>Netz: 12 Gramm bei 0,81m Netzlänge                  |
|   | Länge des Netzes mit 0,012kg Gewicht:                                   | 0,81  | Meter     | gerechnet (27m : 0,81 m = 0,012 kg)  |
|   | Netzwert pro 1Quader:   | 0,399                                       | Kilogramm | gerechnet (21,99m : 0,81 m = 0,012 kg)   |
|   | Netzwert pro 1Ballen:   | 0,323                                       | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Netz für alle Quader (1200 Stück):                        | 478,224                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Netz für alle Ballen (1200 Stück):                        | 389,507                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Netz für alle Quader und Ballen (2400 Stück):             | 867,731                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Netz für alle Quader (nur Rinder, 739,6 Stück):           | 310,846                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Netz für alle Ballen (nur Rinder, 739,6 Stück):           | 253,180                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht Band für alle Quader und Ballen (nur Rinder):             | 964,028                                     | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Gesamtgewicht nach Material für Prozess: Heu pressen (1 J/ alle Rinder) | Summe Diesel alle Rinder, alle Arbeitsgänge | 416,000   | Liter  |
| Summe Motoröl alle Rinder, alle Arbeitsgänge                                      |   | 4,160                                       | Liter     |  |
| Summe Hydrauliköl alle Rinder, alle Arbeitsgänge                                  |   | 0,520                                       | Liter     |  |
| Summe Motor-/ Hydrauliköl   |   | 4,680                                       | Kilogramm |  |
| Summe Polypropylen-gewicht für alle Strohhallen/-quader für alle Rinder in 1 Jahr |   | 890,633                                     | Kilogramm |  |

## Lecksteine herstellen

|   |   |  |           |                          |           |  |
|---|---|--|-----------|--------------------------|-----------|--|
| 2. Futtermittel bereitstellen auf Weide |   |  |           |                          |           |  |
| 2.3. Lecksteine herstellen              |   |  |           |                          |           |  |
| Prozessinformation                      | Hersteller  | esco - european salt company GmbH & Co. KG   |           |                          |           | CORPORATE HEADQUARTERS Landschaftstr. 1, 30159 Hannover  |
|   | Gewicht 1 Leckstein (Salz- oder Mineral-) Verbindungen im Salz-Leckstein: | 10 Natriumchlorid  |           |                          | Kilogramm | pdf-Broschüre Auskunft esco: pdf-Broschüre SOLSEL-Lecksteine im Internet                             |
|   | Anzahl Salz-Lecksteine/Jahr/ (Gesamtbetrieb):                             | 1200   |           |                          | Stück     | Bley   |
|   | Gewicht Salz-Lecksteine/Jahr/ (Gesamtbetrieb):                            | 12000  |           |                          | Kilogramm | gerechnet  |
|   | Verbindungen im Mineral-Leckstein (ohne Kupfer):                          | Natriumchlorid, Ca-Mg-Carbonat, Mn-(II)-oxid, Zn-oxid, Fe-(III)-oxid, Ca-jodat, Co-(II)-Carbonat, Na-selenit |           |                          |           | esco: pdf-Broschüre SOLSEL-Lecksteine, Verbindungsmengen selbst errechnet über Atommasse d. Elemente |
| Rechnungswege                           | Anzahl Mineral-Lecksteine/Jahr/ (Ges.betrieb):                            | 1200   |           |                          | Stück     | Bley   |
|   | Gewicht Mineral-Lecksteine/Jahr/ (Ges.betrieb):                           | 12000  |           |                          | Kilogramm | gerechnet  |
|   | 1. Verbrauch getrennt 1./2.   |  |           |                          |           |  |
|   | 2. jeweils dann x Allokation für GVE Rinder                               | 0,65   |           |                          | Faktor    | Lecksteine stehen allen Tierarten zur Verfügung  |
|   | 3. Addition allok. Gewicht der gleichen Verbindungen im Prozess           |  |           |                          |           |  |
| Thema                                   | Frage   | Antwort  | Einheit   | Erläuterungen            |           |  |
| 1. Salzlecksteine herstellen            | Menge NaCl pro Stück Salz-Leckstein:                                      | 9914,210   | Gramm     | siehe Prozessinformation |           |  |
|   | Gesamtgewicht NaCl für Salzlecksteine (1 Jahr/ ganzer Betrieb):           | 11897,052  | Kilogramm | gerechnet                |           |  |
|   | Gesamtgewicht NaCl für Salzlecksteine (1 Jahr/ nur Rinder):               | 7733,084   | Kilogramm | gerechnet                |           |  |

**Lecksteine herstellen**

|   |  |                  |                          |  |
|---|--|------------------|--------------------------|--|
| 2. Mineral-Lecksteine<br>(ohne Kupfer) herstellen   | Menge NaCl pro Stück Mineral-Leckstein:<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                                 | 8405,790         | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht NaCl für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                                 | 11266,648        | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht NaCl für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>                             | <b>7336,616</b>  | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:                               | 506,090          | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):  | 807,308          | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b> | <b>394,750</b>   | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge MnO <sub>2</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:  | 15,820           | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht MnO <sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                     | 18,984           | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht MnO<sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>                  | <b>12,340</b>    | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge ZnO pro Stück Mineral-Leckstein:   | 12,450           | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht ZnO für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                                  | 14,940           | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht ZnO für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>                              | <b>9,711</b>     | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:                                    | 4,290            | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):       | 5,148            | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>      | <b>3,346</b>     | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge Ca(OH) <sub>2</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:   | 1,540            | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht Ca(OH) <sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                  | 1,848            | Kilogramm                | gerechnet  |
|   | <b>Gesamtwicht Ca(OH)<sub>2</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>               | <b>1,201</b>     | <b>Kilogramm</b>         | <b>gerechnet</b>   |
|   | Menge CoCO <sub>3</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:   | 0,400            | Gramm                    | siehe Prozessinformation                                       |
|   | Gesamtwicht CoCO <sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                    | 0,480            | Kilogramm                | gerechnet  |
| <b>Gesamtwicht CoCO<sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>                    | <b>0,312</b>   | <b>Kilogramm</b> | <b>gerechnet</b>         |  |
| Menge NaSeO <sub>3</sub> pro Stück Mineral-Leckstein:   | 0,440  | Gramm            | siehe Prozessinformation |  |
| Gesamtwicht NaSeO <sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br>(1 Jahr/ ganzer Betrieb):                      | 0,528  | Kilogramm        | gerechnet                |  |
| <b>Gesamtwicht NaSeO<sub>3</sub> für Mineral-Lecksteine<br/>(1 Jahr/ nur Rinder):</b>                   | <b>0,343</b>   | <b>Kilogramm</b> | <b>gerechnet</b>         |  |
| <b>Gesamtwicht nach<br/>Materialart für Prozess:<br/>"Lecksteine herstellen"<br/>(1 J/ alle Rinder)</b> |  |                  |                          |  |
| <b>Summe Natriumchlorid<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                                  | <b>15069,600</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | Abrechnung<br>DF, Nationaler Datensatz PE                      |
| <b>Summe CaMg-Carbonat<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                                   | <b>394,750</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | Abrechnung<br>DF (Polym.)<br>(CaCO <sub>3</sub> getrocknet) PE |
| <b>Summe Mangan-(III)-oxid<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                               | <b>12,340</b>  | <b>Kilogramm</b> |                          | keine Hintergrunddaten<br>verfügbar                            |
| <b>Summe Zinkoxid<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>  | <b>9,711</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | keine Hintergrunddaten<br>verfügbar                            |
| <b>Summe Eisen-(III)-oxid<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                                | <b>3,346</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | keine Hintergrunddaten<br>verfügbar                            |
| <b>Summe Calciumjodat<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                                    | <b>1,201</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | nicht relevant   |
| <b>Summe Cobalt-(II)-Carbonat<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                            | <b>0,312</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | nicht relevant   |
| <b>Summe Natriumsele nit<br/>(1 Jahr, alle Rinder, alle Lecksteine)</b>                                 | <b>0,343</b>   | <b>Kilogramm</b> |                          | nicht relevant   |
|   |  |                  | 15491,803                |  |

GaB-Datenbank

## A.4 Rinderbetreuung

### Fanganlagenfunktion herstellen

|   |                                     |  |                        |         |   |  |
|---|-------------------------------------|--|------------------------|---------|---|--|
| 3. Rinderbetreuung durchführen<br>3.1. Fanganlagenfunktion herstellen | GaBi:<br>DE: Stahlblech verzinkt PE | Anzahl Fanganlagen gesamter Betrieb:   | 3                      | Stück   |   |  |
|   |                                     | Materialart aller Fanganlagenbestandteile:   | 3<br>feuverz.<br>Stahl |         |   |  |
| Rechnungsweg  | woher stammen Gewichtsangaben:      | Lebensdauer Fanganlage:  | 20                     | Jahre   | weil Fanganlage nur für Rind/<br>Pferd. (s. Allokationstabelle) |  |
|   |                                     | Allokation Rind  | 69,3                   | Prozent | Texas-Trading   |  |
|   |                                     | 1. Input ganzer Betrieb (20 Jahre) für a.-h. getrennt  |                        | Katalog |   |  |
|   |                                     | 2. Addition Materialgewicht a.-h.<br>3. geteilt durch Lebensdauer (20 Jahre)<br>4. Allokation nur Rinder | 0,69                   | Faktor  |   |  |

| Thema   | Frage   | Antwort     | Einheit          | Erläuterungen               |
|---|---|-------------|------------------|-----------------------------|
| a. Behandlungsstand (SO4) herstellen                          | Gewicht pro Stück:  | 550         | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:  | 1           | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:  | 3           | Stück            | Bley                        |
| b. 4-er-Satz Anbauteile für Squeeze Chute (AT-CH) herstellen  | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 3 Behandlungsstände (20 J.)</b>        | <b>1650</b> | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
|   | Gewicht pro Stück:  | 4           | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:  | 1           | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:  | 3           | Stück            | Bley                        |
| c. Treibgangpanel mit Veterinärtür 3 Meter (WTT10) herstellen | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 3 Anbauteile Squeeze Chute (20 J.)</b> | <b>12</b>   | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
|   | Gewicht pro Stück:  | 71          | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:  | 2           | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:  | 6           | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 6 Treibgangpaneele (20 J.)</b>         | <b>426</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |



## Fanganlagenfunktion herstellen

|   |  |                 |                  |                             |
|---|--|-----------------|------------------|-----------------------------|
| d. Treibgangrahmen (AF)<br>herstellen   | Gewicht pro Stück:   | 13              | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:   | 2               | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:   | 6               | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 6 Treibgangrahmen (20 J.)</b>             | <b>78</b>       | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
| e. Schiebetüre (AAG)<br>herstellen  | Gewicht pro Stück:   | 54              | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:   | 2               | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:   | 6               | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 6 Schiebetüren (20 J.)</b>                | <b>324</b>      | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
| f. Zaunelement 3m (DP10) herstellen   | Gewicht pro Stück:   | 47              | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:   | 2               | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:   | 6               | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 6 Zaunelemente (20 J.)</b>                | <b>282</b>      | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
| g. 180° Circular Sweep (CS180) herstellen   | Gewicht pro Stück:   | 306             | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:   | 1               | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:   | 3               | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 3 Circular Sweep (20 J.)</b>              | <b>918</b>      | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
| h. Zaunelement 3m (P10) herstellen  | Gewicht pro Stück:   | 41              | Kilogramm        | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl pro Fanganlage:   | 16              | Stück            | Katalogangabe Texas Trading |
|   | Anzahl ganzer Betrieb:   | 48              | Stück            | Bley                        |
|   | <b>Gesamtgewicht feuerverzinkter Stahl für 48 Zaunelemente P10 (20 J.)</b>           | <b>1968</b>     | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Herstellung Fanganlagenfunktion":</b> | <b>Gesamtgewicht Herstellung verzinkter Stahl (alle Fanganlagen, 20 Jahre)</b>       | <b>5658,000</b> | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
|   | <b>Gesamtgewicht Herstellung verzinkter Stahl (alle Fanganlagen, 1 Jahr)</b>         | <b>282,900</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |
|   | <b>Gesamtgew. Herstellg. verzinkter Stahl (alle Fanganlagen, 1 Jahr, nur Rinder)</b> | <b>196,050</b>  | <b>Kilogramm</b> | gerechnet                   |



## Fahrten für Rinderbetreuung durchführen

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>3. Rinderbetreuung durchführen</b><br><b>3.2. Fahrten für Rinderbetreuung durchführen</b><br><b>Prozessinformation</b> | <b>Aufgaben tägl. Rinderbetreuung:</b><br>Gesundheitszustand, Ohrmarken, Strom für Zaun, Zaun intakt, Viehtränken, ausreichend Futter<br><b>Aufgaben jährl. Rinderbetreuung:</b><br>Impfung, Seuchendiagnose, Wurmkur, Ohrmarken<br><b>Zuständigkeit Rinderbetreuung:</b><br>Mitarbeiter Grimm/Klietsch je 50%<br><b>Kilometerstand bei Kauf (Jeep 1):</b><br>46000<br><b>Kilometerstand jetzt (Jeep 1):</b><br>168000<br><b>Autobenutzung für Agrar GmbH (Jeep 1):</b><br>2,5<br><b>gefahrene Kilometer/Jahr (Jeep 1):</b><br>48800<br><b>Treibstoffart (bd. Jeeps):</b><br>Diesel<br><b>Treibstoffverbrauch Jeep 1:</b><br>15 <b>Liter/ 100km</b><br><b>Motorölverbrauch Jeep 1:</b><br>9,5 <b>Liter/ 10 tkm</b><br><b>1. Jahresverbrauch Treibstoff/Motoröl für Jeep von S. Grimm</b><br><b>2. Verdopplung von 1.</b><br><b>3. x Allokation für GVE Rinder</b> | <b>Gesundheitszustand, Ohrmarken, Strom für Zaun, Zaun intakt, Viehtränken, ausreichend Futter</b><br><b>Impfung, Seuchendiagnose, Wurmkur, Ohrmarken</b><br><b>Mitarbeiter Grimm/Klietsch je 50%</b><br><b>46000</b><br><b>168000</b><br><b>2,5</b><br><b>48800</b><br><b>Diesel</b><br><b>15</b><br><b>9,5</b><br><b>2</b><br><b>0,69</b> | <b>Erläuterungen:</b><br>mdl. Auskunft Agrar GmbH: Grimm, Bley<br>mdl. Auskunft Agrar GmbH: Grimm, Bley<br>Heinz Bley<br>mdl. Auskunft Grimm: Kauf im Juni 2006<br>mdl. Auskunft Grimm: im Dezember 2008 errechnet<br>errechnet<br>mdl. Auskunft Grimm<br>Erfahrungswert Grimm<br>Erfahrungswert Grimm<br>alle Werte für Jeep 1 ermittelt und verdoppelt (Jeep 2 auch für andere Arbeiten verwendet ->Verbrauchs-ermittlung ist also nicht möglich)<br>Betreuungsfahrten betreffen nur <b>Rind/Pferd</b> , s.Allokationstabelle |
| <b>Thema</b><br><b>1. Treibstoffherstellung für beide Jeeps</b><br><b>2. Motorölherstellung für beide Jeeps</b>           | <b>Frage</b><br><b>Jahresverbrauch Jeep 1 (Grimm):</b><br><b>Jahresverbrauch beide Jeeps:</b><br><b>Jahresverbrauch beide Jeeps (mit Allokation GVE alle Rinder):</b><br><b>Jahresverbrauch Jeep 1 (Grimm):</b><br><b>Jahresverbrauch beide Jeeps:</b><br><b>Jahresverbrauch beide Jeeps (mit Allokation GVE alle Rinder):</b>  | <b>Antwort</b><br><b>7320,00</b><br><b>14640,00</b><br><b>10145,52</b><br><b>46,36</b><br><b>92,72</b><br><b>64,25</b>  | <b>Erläuterungen</b><br>gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet<br>gerechnet  |
| <b>Gesamtgewicht nach Materialart für Prozess: "Fahrten für Rinderbetreuung durchführen" (1 Jahr, alle Rinder):</b>       | <b>Gesamter Treibstoffverbrauch beide Jeeps (1 Jahr, alle Rinder):</b><br><b>Gesamter Motorölverbrauch beide Jeeps (1 Jahr, alle Rinder):</b>   | <b>10145,520</b><br><b>64,255</b>   | <b>GaBi:</b><br><b>Liter</b><br>DE: Diesel für Transport<br><b>Liter</b><br>DE: Schmierstoffe ab Raffinerie PE  |

### Blutentnahmen durchführen/ Ohrmarken setzen

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| <p>3. Rinderbetreuung durchführen<br/>3.3. Blutentnahmen durchführen</p> | <p>Nicht relevant:<br/>Zellen türkisfarben unterlegt</p>   | <p>GAB1 (GAB1):<br/>DE: Polycylophen-Arenoval (PP) PE<br/>DE: Polycylophen-EPO-M Spritzgussbauteil (PE B1)<br/>DE: Schmierstoffe ab Rahrner PE<br/>DE: Sporn MX ELOD PE-GAB1<br/>GUS: Druckluft (für Pflaster-Stammeneinsatz) (PE B6)</p>   | <p>1759<br/>Stück<br/>GVE<br/>Stück<br/>Faktor</p>   | <p>Erläuterungen:<br/>bei allen Rindern, die während Betrachtungszeitraums im Betrieb waren (egal wie lange) wird BE durchgeführt<br/>Auskunft Tierarzt der Agrar GmbH</p>  |
| <p>1. Materialherstellung für Blutentnahmen</p>                          | <p>Thema<br/>a. Einwegspritze herstellen:<br/>b. Kamüle herstellen:<br/>c. Einweg-Schutzbekleidung (Handschuhe, etc.)</p>                                      | <p>Frage<br/>Materialart:<br/>Hersteller:<br/>Lieferant:<br/>Gewicht 1 Einwegspritze:<br/>Menge PP in Spritzen für BE aller Rinder (GVE) pro Jahr?<br/>Materialart:<br/>Antriebsbezeichnung:<br/>Hersteller:<br/>Gewicht Kamüle:<br/>Menge Material in Kamülen für BE aller Rinder (GVE) pro Jahr?<br/>Materialart:<br/>Antriebsbezeichnung:<br/>Gewicht<br/>Anzahl benötigter Handschuhe (1-jähriger Betrieb)<br/>Menge Material von Handschuhen für Untersuchungen (alle Tiere 1 Jahr)<br/>Menge Handschuhmaterial für Untersuchungen (GVE Rinder/Jahr)</p> | <p>Antwort<br/>Polycylophen (PP)<br/>KABE Labortechnik GmbH<br/>Thüringer Landesamt für Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz (TLLV)<br/>8<br/>14,07<br/>? (PE? Medizinisch?)<br/>Neoplast-Edmarkande<br/>Leimar 165KT weiss<br/>Dispomed Witt OHG<br/>-1<br/>-1,741<br/>wechselnd nach Marke (Mow, PE, Latex)<br/>9<br/>200<br/>1,8<br/>1,17</p> | <p>Erläuterungen<br/>51568 Nürnberg-Eisenroth<br/>Ternstecker Str. 819,<br/>86647 Bad Langensalza<br/>selbst gewogen<br/>gerechnet<br/>Auskunft TLLV Bad Langensalza<br/>Am Spielacker 10 -12,<br/>83571 Geilhausen, Germany<br/>selbst gewogen<br/>gerechnet<br/>selbst in Apotheke verschickte Modelle gewogen<br/>Auskunft Tierarzt der Agrar GmbH<br/>gerechnet<br/>gerechnet</p> |
| <p>3. Rinderbetreuung durchführen<br/>3.4. Ohrmarken setzen</p>          | <p>GAB1 (Ohrmarken):<br/>DE: Polyester-Hartschaum (PLU) Ohrmarken</p>  | <p>Anzahl Rinder gesamter Betrieb:<br/>jährl. Bedarf an neuen Ohrmarkenpaaren:<br/>Material Ohrmarken:<br/>Hersteller/Lieferant</p>   | <p>1759<br/>Stück<br/>Stück<br/>TPU (Thermoplastischer Polyurethan-Elastomer)<br/>BASF Elastogran</p>  | <p>Auskunft Tierarzt der Agrar GmbH für neue Kälber, Verlustausgleich<br/>Auskunft Büchberger (TVLeV Erfurt)<br/>www.elastogran.basf.de/de/content_ghbz/taeleb-197</p>  |
| <p>Thema<br/>1. Material für Ohrmarken herstellen</p>                    | <p>Frage<br/>Gewicht pro Ohrmarken:<br/>Anzahl Ohrmarken pro Rind:<br/>Gewicht pro Ohrmarkenpaar (1 Rind)<br/>Gesamtgewicht für Ohrmarken alle Rinder/Jahr</p> | <p>Antwort<br/>10<br/>2<br/>20<br/>10</p>   | <p>Erläuterungen<br/>gewogen<br/>Auskunft Tierarzt der Agrar GmbH<br/>gerechnet<br/>gerechnet</p>  | <p>Erläuterungen<br/>gewogen<br/>Auskunft Tierarzt der Agrar GmbH<br/>gerechnet<br/>gerechnet</p>   |

### Impfung/ Wurmkur durchführen

| 3. Rinderbetreuung durchführen<br>3.5. Impfung (BHV1) durchführen | Impfungshäufigkeit:<br>2 Mal pro Rind und Jahr  | Kein relevanter Prozess   |
|---|---|---|
| 1. Materialherstellung für Impfung                                | a. Spritze herstellen:<br>(Spritzspitze, kein Einweg, deshalb nicht relevant)                                     |   |
|   | b. Kanüle herstellen:<br>(wiederverwendbare Kanüle für eine Herde, deshalb geringer Verbrauch und nicht relevant) | für wieviele Rinder wird die gleiche Kanüle verwendet?<br>komplette Herde eine Kanüle oder bis unscharf<br>PE.<br>Medizinstahl?<br>nicht ermittelt?   |
|   | c. Impfstoff herstellen:  | Gewicht pro Kanüle?<br>weiches Material wurde verwendet?<br>weiches Mittel wurde verwendet?<br>Hersteller:<br>wieviel Milliliter pro Rind?<br>Verpackung:<br>Glas,<br>Aluverschluss,<br>Gummi |
| 3. Rinderbetreuung durchführen<br>3.6. Wurmkur durchführen        | Wurmkur-Häufigkeit abh. von:<br>- Alter und Geschlecht der Rinder   | Wurmkur wird auf Rücken der Rinder verteilt   |
| 1. Materialherstellung für Wurmkur                                | a. Verpackung der Wurmkur herstellen:<br>(Behälter mit Schlauch und Applikator)                                   | Material:<br>Gewicht pro Applikationseinheit<br>Anzahl der Applikationseinheiten:<br>Gesamtgewicht der Applikationseinheiten für alle Rinder:   |
|   | b. Wirkstoff herstellen:  | Ivermectin in mg/ml<br>Ivermectin gesamt in mg<br>andere Hilfsstoffe  |
| Berechnung der Dosierung für jeweilige Gewichtsklasse:            | 10ml/ 100kg Körpergewicht   | inkl. Mitteltg. Tierarzt der Agrar GmbH   |
| Alter   | Körpergewicht in Kg   | Dosierung in ml pro Rind  |
| bis 3 Monate  | 100   | 10  |
| bis 24 Monate   | 400   | 40  |
| über 24 Monate (weiblich)   | 600   | 60  |
| Bullen über 24 Monate   | 800   | 80  |
| Summe   |   |   |
| Handelsname   | Paramectin pour-on  | Angaben   |
| Wirkstoffname   | Ivermectin  | im  |
| Zusammensetzung   | 5 mg Ivermectin in 1 ml Lösung  | Beipack-  |
| Darreichungsform  | 2,5 Liter Lösung  | zettel  |
| Unternehmer   | IDT Biologica GmbH, Am Pharmapark, 06861 Dessau-Roßlau, 034901-8850   | des<br>Medi-<br>kaments   |
| Hersteller  | Norbrook Laboratories Ltd. Station Works IRL-BT35 6JP Newry   |   |
|   |   | Häufigkeit/<br>Jahr   |
|   |   | 1   |
|   |   | 1   |
|   |   | 2   |
|   |   | 1759  |
|   |   | 427   |
|   |   | 568   |
|   |   | 703   |
|   |   | 61  |
|   |   | 76,93   |
|   |   | Liter<br>gesamt   |
|   |   | 4,27  |
|   |   | 22,72   |
|   |   | 42,18   |
|   |   | 9,76  |
|   |   | 76,93   |

**Pneumoniebehandlung/ Antibiose/ Betäubung durchführen**

|  |   |   |                       |
|--|---|---|-----------------------|
| <p><b>3. Rinderbetreuung durchführen</b><br/><b>3.7. Pneumoniebehandlung durchführen</b></p> | <p><b>Behandlungshäufigkeit mit im Jahr:</b><br/><b>14,5%</b></p>                           | <p><b>nicht relevanter Prozess</b></p>  |                       |
| <p>1. Materialherstellung für Pneumoniebehandlung</p>  | <p>a. Spritze herstellen:</p> <p>b. Kanüle herstellen:</p> <p>c. Medikament herstellen:</p> | <p>Spritzpistole</p> <p>Anzahl Kanülen pro Behandlung: 1</p> <p>welches Material wurde verwendet: PE, Medizinstahl</p> <p>Gewicht pro Kanüle:</p> <p>Menge Material pro Spritze:</p> <p>Herstellungsenergie pro Spritze:</p> <p>welches Mittel wurde verwendet:</p> <p>Hersteller:</p> <p>wieviel Milliliter pro Rind:</p> <p>Verpackung:</p> | <p>nicht relevant</p> |

|  |   |   |                                    |
|--|---|---|------------------------------------|
| <p><b>3. Rinderbetreuung durchführen</b><br/><b>3.8. Antibiose durchführen</b></p> | <p><b>Behandlungshäufigkeit mit im Jahr:</b><br/><b>3,7%</b></p>                              | <p><b>nicht relevanter Prozess</b></p>  |                                    |
| <p>1. Materialherstellung für Antibiotikabehandlung</p>                            | <p>a. Spritze herstellen:</p> <p>b. Kanüle herstellen:</p> <p>c. Antibiotikum herstellen:</p> | <p>Spritzpistole (Mehrweg)</p> <p>Anzahl Kanülen pro Behandlung: 1</p> <p>welches Material wurde verwendet: PE, Medizinstahl</p> <p>Gewicht pro Kanüle:</p> <p>Menge Material pro Spritze:</p> <p>Herstellungsenergie pro Spritze:</p> <p>welches Mittel wurde verwendet:</p> <p>Hersteller:</p> <p>wieviel Milliliter pro Rind:</p> <p>Verpackung:</p> | <p>deshalb wohl nicht relevant</p> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <p><b>3. Rinderbetreuung durchführen</b><br/><b>3.9. Betäubung durchführen</b></p> | <p><b>Behandlungshäufigkeit mit im Jahr:</b><br/><b>0,7% der Rinder</b></p> | <p><b>nicht relevanter Prozess, weil zu selten</b></p> |  |
| <p>1. Material für Betäubungsmittel herstellen</p>                                 |   |  |  |



## A.6 Trinkbares Wasser

|  |  |  |                      |   |                                  |
|--|--|--|----------------------|---|----------------------------------|
| <b>Trinkwasserverbrauch aus Grundwasser</b>                          |  |  |                      |   |                                  |
| <b>Prozessinformationen</b>  |  | An wievielen Pumpen muss Wasserverbrauch ermittelt werden? | 3                    | Stück   | weitere Infos s. "Erläuterungen" |
| <b>Rechnungsweg</b>  |  | Zuständigkeit im Betrieb:                                  | Hr. Gebser           |   |                                  |
|  |  | 1. Wasserverbrauch je Pumpe in 24 h                        |                      |   |                                  |
|  |  | 2. Wasserverbrauch je Pumpe in 1 Jahr                      |                      |   |                                  |
|  |  | 3. Addit. Wasserverbrauch aller Pumpen                     |                      |   |                                  |
|  |  | 4. dann x Allokation für GVE Rinder                        | 0,65                 | Faktor  |                                  |
| <b>Thema</b>   |  |  |                      |   |                                  |
| <b>1. Wasserverbrauch der Tiefbrunnen</b>                            |  |  |                      |   |                                  |
| <b>Frage</b>   |  | <b>Antwort</b>   | <b>Einheit</b>       | <b>Erläuterungen</b>  |                                  |
| Wo sind die Wasserpumpen lokalisiert?                                |  | a. am Hof  |                      |   |                                  |
| Wo sind die Wasserpumpen lokalisiert?                                |  | b. Ohrdruffer Straße                                       |                      |   |                                  |
| Wo sind die Wasserpumpen lokalisiert?                                |  | c. Frankenhain   |                      |   |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät a.</b> in 24 h:                         |  | 3  | m <sup>3</sup>       | Gebser:<br>2 Pumpen (insgesamt 1,5m <sup>3</sup> /h)<br>hintereinander geschaltet,<br>Pumpe läuft 2 h pro Tag |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät a.</b> in 1 Jahr:                       |  | 1095   | m <sup>3</sup>       | gerechnet   |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät b.</b> in 24 h:                         |  | 13   | m <sup>3</sup>       | Gebser:<br>1 Pumpe (im Mittel 3,25m <sup>3</sup> /h),<br>läuft 4 h pro Tag                                    |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät b.</b> in 1 Jahr:                       |  | 4745   | m <sup>3</sup>       | gerechnet   |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät c.</b> in 24 h:                         |  | 10   | m <sup>3</sup>       | Gebser:<br>2 Pumpen (insgesamt 2,5m <sup>3</sup> /h)<br>hintereinander geschaltet,<br>Pumpe läuft 4 h pro Tag |                                  |
| Wasserverbrauch bei <b>Gerät c.</b> in 1 Jahr:                       |  | 3650   | m <sup>3</sup>       | gerechnet   |                                  |
| Wasserverbrauch für alle Wasserpumpen (in 24 h)                      |  | 26   | m <sup>3</sup>       | gerechnet   |                                  |
| Wasserverbrauch für alle Wasserpumpen (in 1 Jahr)                    |  | 9490   | m <sup>3</sup>       | gerechnet   |                                  |
| <b>Wasserverbrauch für alle Wasserpumpen (in 1 Jahr, Allok. 65%)</b> |  | <b>6168,5</b>  | <b>m<sup>3</sup></b> | gerechnet   |                                  |

## A.7 Entsorgung

| 5. Feststoffentsorgung                                | Kategorie  | Anmerkungen                                 | PE/GaBi 4                               | GaBi:   |                                    |
|---|--|---|---|---|------------------------------------|
| Prozessinfos  | Abfall in Inertstoff, Reaktor-, Reststoffdeponie [Siedlungsabfälle]    | beinhaltet Keramik/Porzellan                | PE/ GaBi 4                              | DE: Inertstoffdeponie (Bauschutt) PE  |                                    |
|   | Kunststoff (unspezifisch) [Abfälle zur Verwertung]                     | PE/PP/PC/NBR                                | PE/ GaBi 4                              | DE: Kunststoffverpackungen in MVA PE, Gutschnitt Strom, Gutschnitt thermische Energie |                                    |
|   | Stahl Schrott (St) [Abfälle zur Verwertung]                            | Edelstahl/Eisen/verzinkter Stahl/ Zinkblech | PE/ GaBi 4                              | DE: Recyclingpotenzial Stahlblech verzinkt PE   |                                    |
|   | Holz [Abfälle zur Verwertung]  | nur Holzpfostenverwertung                   | PE/ GaBi 4                              | DE: Holz (naturne) in MVA PE, Gutschnitt Strom, Gutschnitt thermische Energie         |                                    |
|   | Abfall (abgelagert) [Haldengüter]                                      | fällt nicht an                              | PE/ GaBi 4                              |   |                                    |
|   | Kupfer Schrott [Abfälle zur Verwertung]                                | Messing/Kupfer                              | PE/ GaBi 4                              | DE: Recyclingpotenzial Kupferblech PE   |                                    |
|   | Platinensorgung  | wird komplett verbrannt                     | PE/ GaBi 4                              | DE: Platinensorgung (nach RoHS) in MVA PE   |                                    |
|   | Aluminiumschrott   | nur Aluminium                               | PE/ GaBi 4                              | DE: Aluminium MasseMIX PE   |                                    |
|   | <b>Frage</b>   | <b>Antwort</b>                              | <b>Einheit</b>                          | <b>Erläuterungen</b>  |                                    |
|   | a. Abfall in Inertstoff, Reaktor-, Reststoffdeponie [Siedlungsabfälle] | Gesamtgewicht Porzellan                     | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
| b. Kunststoff (unspezifisch) [Abfälle zur Verwertung] | <b>Gesamtgewicht Siedlungsabfälle:</b>                                 | <b>2,175</b>                                | <b>Kilogramm</b>                        | <b>gerechnet</b>  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polyethylen  | 34,299                                      | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polycarbonat   | 0,341                                       | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polyethylen  | 102,925                                     | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Wasserleitung   |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polyethylen  | 32,500                                      | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Viehtränke  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polyethylen  | 3,835                                       | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Tiefbrunnenpumpe  |                                    |
|   | Gesamtgewicht NBR  | 0,027                                       | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Tiefbrunnenpumpe  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polypropylen   | 1855,485                                    | Kilogramm                               | aus 2.1. Strohhallen/-quader herstellen   |                                    |
|   | Gesamtgewicht Polypropylen   | 890,633                                     | Kilogramm                               | aus 2.2. Heuballen/-quader herstellen   |                                    |
|   | Menge PP in Spritzen für BE  | 14,072                                      | Kilogramm                               | aus 3.3. Blutentnahmen durchführen  |                                    |
|   | Gesamtgewicht für Ohrmarken  | 10  | Kilogramm                               | aus 3.4. Ohrmarken setzen   |                                    |
|   | <b>Gesamtgewicht Kunststoff:</b>                                       | <b>2944,118</b>                             | <b>Kilogramm</b>                        | <b>gerechnet</b>  |                                    |
|   | c. Stahl Schrott (St) [Abfälle zur Verwertung]                         | Gesamtgewicht Nirosite@Stahl                | 16,751                                  | Kilogramm   | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen |
|   | Gesamtgewicht Eisen  | 0,619                                       | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
| Gesamtgewicht verzinkter Stahl                        | 361,210  | Kilogramm                                   | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen      |   |                                    |
| Gesamtgewicht Zinkblech                               | 0,634  | Kilogramm                                   | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen      |   |                                    |
| Gesamtgewicht Edelstahl                               | 1,800  | Kilogramm                                   | aus 1.2. Material Tiefbrunnenpumpe      |   |                                    |
| Gesamtgewicht Eisen                                   | 1,121  | Kilogramm                                   | aus 1.2. Material Tiefbrunnenpumpe      |   |                                    |
| Gesamtgewicht verzinkter Stahl                        | 196,050  | Kilogramm                                   | aus 3.1. Fanganlagenfunktion herstellen |   |                                    |
| <b>Gesamtgewicht Stahlschrott:</b>                    | <b>578,185</b>   | <b>Kilogramm</b>                            | <b>gerechnet</b>                        |   |                                    |
| d. Holz [Abfälle zur Verwertung]                      | Gesamtgewicht Holzpfosten  | 5179,960                                    | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
| <b>Gesamtgewicht Holzabfall:</b>                      | <b>5179,960</b>  | <b>Kilogramm</b>                            | <b>gerechnet</b>                        |   |                                    |
| e. Abfall (abgelagert) [Haldengüter]                  |  |   |   | fällt nicht an  |                                    |
| f. Kupfer Schrott [Abfälle zur Verwertung]            | <b>Gesamtgewicht Abfall (abgelagert):</b>                              |   | <b>Kilogramm</b>                        |   |                                    |
|   | Gesamtgewicht Kupfer   | 0,155                                       | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Messing  | 0,689                                       | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Wasserleitung   |                                    |
|   | Gesamtgewicht Kupfer   | 0,685                                       | Kilogramm                               | aus 1.2. Material Tiefbrunnenpumpe  |                                    |
| g. Platinensorgung [Verbrennung]                      | <b>Gesamtgewicht Kupferschrott:</b>                                    | <b>1,529</b>                                | <b>Kilogramm</b>                        | <b>gerechnet</b>  |                                    |
|   | Gesamtgewicht Elektronik-Platinen                                      | 0,319                                       | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
|   | <b>Gesamtgewicht Platinenverbrennung:</b>                              | <b>0,319</b>                                | <b>Kilogramm</b>                        | <b>gerechnet</b>  |                                    |
| h. Aluminium Schrott                                  | Gesamtgewicht Aluminium  | 18,944                                      | Kilogramm                               | aus 1.1.1. Zaunmaterial herstellen  |                                    |
|   | <b>Gesamtgewicht Aluminiumschrott:</b>                                 | <b>18,944</b>                               | <b>Kilogramm</b>                        | <b>gerechnet</b>  |                                    |

## **Anhang B: Beschreibung der Auswertegrößen**

Der Anhang B ist wörtlich aus einer Internetquelle [ÖKOPOT 2009] übernommen, die Reihenfolge wurde dieser Diplomarbeit angepasst.

### **B.1 Primärenergieverbrauch**

Der Primärenergiebedarf kann durch unterschiedliche Arten an Energiequellen gedeckt werden. Der Primärenergiebedarf ist das Quantum an direkt aus der Hydrosphäre, Atmosphäre oder Geosphäre entnommenen Energie oder Energieträger, die noch keiner anthropogenen Umwandlung unterworfen wurde. Bei fossilen Energieträgern und Uran ist dies z.B. die Menge entnommener Ressource ausgedrückt in Energieäquivalent (Energieinhalt der Energierohstoffe). Bei nachwachsenden Energieträgern wird z.B. die energetisch charakterisierte Menge eingesetzter Biomasse beschrieben. Bei Wasserkraft handelt es sich um die Energiemenge, die aus der Änderung der potentiellen Energie (aus der Höhendifferenz) des Wassers gewonnen wird. Als aggregierte Werte werden folgende Primärenergien ausgewiesen:

Der Summenwert „Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar“ angegeben in MJ charakterisiert im Wesentlichen den Einsatz der Energieträger Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Steinkohle und Uran. Erdgas und Erdöl werden sowohl zur Energieerzeugung, als auch stofflich als Bestandteil z.B. von Kunststoffen eingesetzt. Kohle wird im Wesentlichen zur Energieerzeugung genutzt. Uran wird ausschließlich zur Stromgewinnung in Kernkraftwerken eingesetzt.

Der Summenwert „Primärenergieverbrauch erneuerbar“ angegeben in MJ wird in der Regel separat ausgewiesen und umfasst Wind- und Wasserkraft, Solarenergie und Biomasse.

Es ist in jedem Fall wichtig, dass genutzte Endenergie (z.B. 1 kWh Strom) und eingesetzte Primärenergie nicht miteinander verrechnet wird, da sonst der Wirkungsgrad zur Herstellung bzw. Bereitstellung der Endenergie nicht berücksichtigt wird.

Der Energieinhalt der hergestellten Produkte wird als stoffgebundener Energieinhalt ausgewiesen. Er wird durch den unteren Heizwert des Produkts charakterisiert. Es stellt den noch nutzbaren Energieinhalt dar.

### **B.2 Treibhauseffekt (GWP)**

Der Wirkungsmechanismus des Treibhauseffektes kann im kleineren Maßstab, wie der Name schon sagt, in Gewächs- oder Treibhäusern beobachtet werden. Dieser Effekt



findet auch im globalen Maßstab statt. Die eintreffende kurzwellige Sonnenstrahlung trifft auf die Erdoberfläche und wird dort teilweise absorbiert (was zu einer direkten Erwärmung führt) und teilweise als Infrarotstrahlung reflektiert. Der reflektierte Anteil wird in der Troposphäre durch so genannte Treibhausgase absorbiert und richtungsunabhängig wieder abgestrahlt, so dass es teilweise wieder zur Erde zurückgestrahlt wird. Dies führt zu einer weiteren Erwärmung.

Zusätzlich zum natürlichen Treibhauseffekt ist aufgrund menschlicher Aktivitäten ein anthropogener Anteil am Treibhauseffekt zu verzeichnen. Zu den anthropogen freigesetzten Treibhausgasen gehören beispielsweise Kohlendioxid, Methan und FCKWe. Abbildung 36 zeigt die wesentlichen Vorgänge des anthropogenen Treibhauseffekts. Die Bewertung des Treibhauseffekts sollte die mögliche langfristige globale Auswirkung berücksichtigen.

Das Treibhauspotential wird in Kohlendioxid - Äquivalent ( $\text{CO}_2\text{-Äq.}$ ) angegeben. Dies bedeutet, dass alle Emissionen bezüglich ihres potentiellen Treibhauseffekts zu  $\text{CO}_2$  ins Verhältnis gesetzt werden. Da die Verweildauer der Gase in der Atmosphäre in die Berechnung mit einfließen, muss der für die Abschätzung betrachtete Zeithorizont immer mit angegeben werden. Üblich ist ein Bezug auf 100 Jahre.

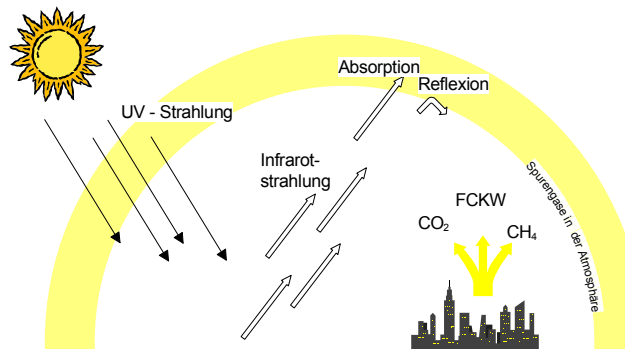


Abbildung 36: Anthropogener Treibhauseffekt

[ÖKOPOT 2009]

### B.3 Eutrophierungspotenzial (EP)

Unter Eutrophierung bzw. Nährstoffeintrag versteht man eine Anreicherung von Nährstoffen an einem bestimmten Standort. Man unterscheidet dabei zwischen aquatischem und terrestrischem Nährstoffeintrag. Beiträge zur Eutrophierung stammen aus Luftschadstoffen, Abwässern und der Düngung in der Landwirtschaft.

Die Folgen für Gewässer sind ein verstärktes Algenwachstum. Dadurch dringt weniger Sonnenlicht in tiefere Schichten vor. Dies führt zu einer verringerten Photosynthese verbunden mit einer niedrigen Sauerstoffproduktion. Auch wird für den Abbau abgestorbener Algen Sauerstoff benötigt. Beide Effekte bewirken eine verringerte Sauerstoffkonzentration im Wasser, was letztendlich zu Fischsterben und einer anaeroben Zersetzung (ohne Sauerstoff) führen kann. Es entsteht dabei unter anderem Schwefelwasserstoff und Methan. Man spricht auch von einem „Umkippen des Gewässers“. Quellen der Eutrophierung sind in Abbildung 37 dargestellt.

Auf eutrophierten Böden kann man bei Pflanzen eine verstärkte Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen sowie eine Schwächung des Festigkeitsgewebes beobachten. Ein zu hoher Nährstoffeintrag führt durch Auswaschungsprozesse zu einem erhöhten Nitratgehalt im Grundwasser. Das Nitrat gelangt so auch ins Trinkwasser.

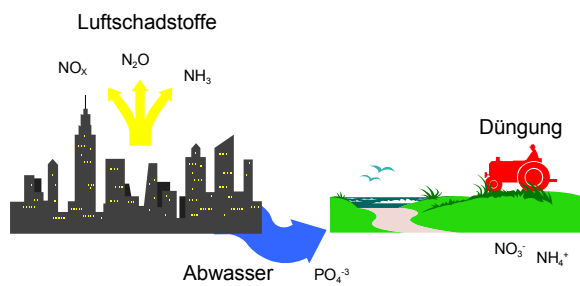


Abbildung 37: Quellen der Eutrophierung

[ÖKOPOT 2009]

Nitrat zumindest in geringen Mengen ist toxikologisch unbedenklich. Problematisch ist jedoch Nitrit als Reaktionsprodukt von Nitrat, welches beim Menschen toxisch wirkt.

Das Eutrophierungspotenzial geht als Phosphat – Äquivalent ( $\text{PO}_4\text{-Äq.}$ ) in die Bilanz ein. Wie beim Versauerungspotenzial ist auch beim Eutrophierungspotenzial zu berücksichtigen, dass die Effekte regional sehr unterschiedlich sind.

## B.4 Versauerungspotenzial (AP)

Die Versauerung von Böden und Gewässern entsteht überwiegend durch die Umwandlung von Luftschadstoffen in Säuren. Daraus resultiert eine Verringerung des pH-Werts von Regenwasser und Nebel von 5,6 auf 4 und darunter. Relevante Beiträge hierzu liefern Schwefeldioxid und Stickoxide mit ihren Säuren ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  und  $\text{HNO}_3$ ). Schäden entstehen an Ökosystemen, wobei an erster Stelle das Waldsterben zu nennen ist. Dabei kann es zu einer direkten Schädigung oder indirekten Schädigung (Nährstoffauswaschung aus den Böden, verstärkte Löslichkeit von Metallen im Boden) kommen. Aber auch bei Bauwerken und Baustoffen nehmen die Schäden zu. Beispiele hierzu sind Metalle und Natursteine, die verstärkter Korrosion oder Zersetzung ausgesetzt sind. Abbildung 38 stellt den wesentlichen Wirkungspfad der Versauerung dar.

Das Versauerungspotential wird in Schwefeldioxid – Äquivalent ( $\text{SO}_2$ -Äq.) angegeben. Es wird die Fähigkeit bestimmter Stoffe,  $\text{H}^+$ -Ionen zu bilden und abzugeben, als Versauerungspotential bezeichnet. Bestimmten Emissionen kann ein Versauerungspotential zugewiesen werden, indem die vorhandenen S-, N- und Halogenatome zur Molmasse der Emission ins Verhältnis gesetzt werden. Bezugssubstanz ist Schwefeldioxid.

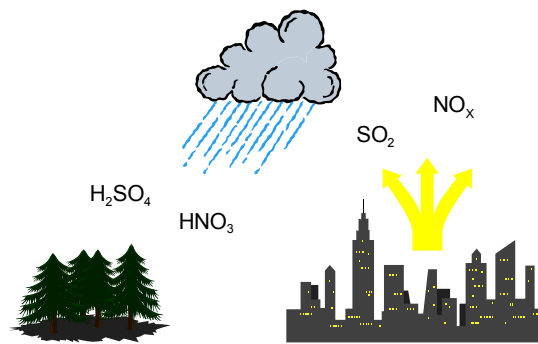


Abbildung 38: Versauerung

[ÖKOPOT 2009]

Bei der Bewertung der Versauerung ist zu berücksichtigen, dass es sich zwar um ein globales Problem handelt, die Effekte regional jedoch unterschiedlich ausfallen können.

## B.5 Photooxidantienbildungspotenzial (POCP)

Im Gegensatz zur Schutzfunktion in der Stratosphäre ist bodennahes Ozon als schädliches Spurengas einzuordnen. Photochemische Ozonbildung in der Troposphäre, auch als Sommersmog bezeichnet, steht im Verdacht, zu Vegetations- und Materialschäden zu führen. Höhere Konzentrationen von Ozon sind humantoxisch. Unter Einwirkung von Sonnenstrahlung entstehen aus Stickstoffdioxid und Kohlenwasserstoffemissionen unter komplexen chemischen Reaktionen aggressive Reaktionsprodukte, wobei das wichtigste Reaktionsprodukt Ozon ist. Stickstoffdioxid allein bewirkt keine hohe Ozonkonzentration.

Kohlenwasserstoffemissionen treten bei unvollständiger Verbrennung, beim Umgang mit Ottokraftstoffen (Lagerung, Umschlag, Tanken etc.) oder beim Umgang mit Lösungsmitteln auf. Hohe Ozonkonzentrationen treten bei hohen Temperaturen, geringer Luftfeuchtigkeit, geringem Luftaustausch sowie hohen Kohlenwasserstoffkonzentrationen auf. Heute geht man davon aus, dass das Vorhandensein von  $\text{NO}$  bzw.  $\text{CO}$  das gebildete Ozon zu  $\text{NO}_2$  bzw.  $\text{CO}_2$  und  $\text{O}_2$  reduziert. Daher kommt es in unmittelbarer Nähe der Emissionsquellen oft nicht zu den höchsten Ozon-Konzentrationen. Diese treten eher in Reinluftgebieten (z.B. Wäldern) auf, in welchen kaum  $\text{NO}$  und  $\text{CO}$  vorhanden ist (Abbildung 39).

Das Photooxidantienpotenzial (POCP) wird in der Ökobilanz als Ethen-Äquivalent ( $C_2H_4$ -Äq.) angegeben. Bei einer Bewertung muss berücksichtigt werden, dass die tatsächlichen Ozonkonzentrationen von der Witterung abhängen. Ebenso muss der lokale Charakter der Ozonbildung integriert werden.

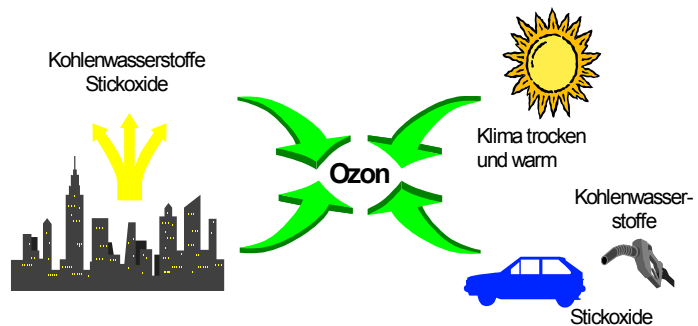


Abbildung 39: Bodennahe Ozonbildung (Sommersmog)

[ÖKOPOT 2009]

## B.6 Ozonabbaupotenzial (ODP)

Ozon entsteht in großen Höhen durch die Bestrahlung von Sauerstoff-Molekülen mit kurzwelligem UV-Licht. Dies führt zur Bildung der so genannten Ozonschicht in der Stratosphäre (15 – 50 km Höhe). Rund 10 % des Ozons gelangt durch Vermischungsvorgänge in die Troposphäre. Trotz seiner geringen Konzentration ist die Wirkung des Ozons wichtig für das Leben auf der Erde. Ozon absorbiert die kurzwellige UV-Strahlung und gibt diese richtungsunabhängig mit größerer Wellenlänge wieder ab. Nur ein Teil der UV-Strahlung gelangt auf die Erde. Durch anthropogene Emissionen kommt es zum Abbau der Ozonschicht. Allgemein bekannt wurde dies durch Berichte über das Ozonloch. Beschränkte sich dies dabei auf die Gebiete der Antarktis, so ist jetzt auch, wenn auch nicht im selben Ausmaß, ein Ozonabbau über den mittleren Breiten (z.B. Europa) erkennbar.

Eine ozonabbauende Wirkung wird im Wesentlichen zwei Stoffgruppen zugeschrieben. Dies sind die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWe) und die Stickoxide ( $NO_x$ ). Abbildung 40 zeigt die wesentlichen Aspekte des Ozonabbaus.

Ein Effekt des Ozonabbaus ist die Erwärmung der Erdoberfläche. Zu berücksichtigen ist insbesondere aber auch die Empfindlichkeit von Mensch, Tier und Pflanzen gegenüber UV-B und UV-A Strahlung. Denkbare Auswirkungen sind z.B. Wuchsveränderungen bzw. Minderung der Ernteerträge (Störung der Photosynthese), Tumorindikationen (Hautkrebs und Augenerkrankungen) und die Abnahme des Meeresplanktons, was erhebliche Auswirkungen auf die Nahrungskette nach sich ziehen würde.

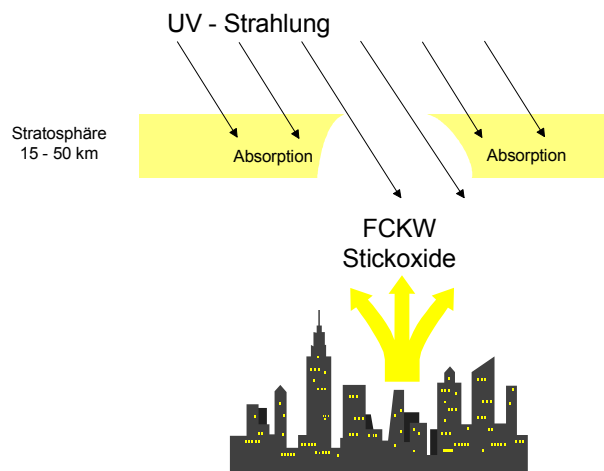


Abbildung 40: Ozonabbau

[ÖKOPOT 2009]

Im Rahmen des klassischen Konzeptes zur Berechnung des Ozonabbaupotentials werden vor allem anthropogen emittierte Halogenkohlenwasserstoffe, die als Katalysatormolekül viele Ozonmoleküle zerstören können, erfasst. Aus den Ergebnissen von Modellrechnungen für unterschiedliche ozonrelevante Stoffe ergeben sich so genannte „Ozonschädigende Potentiale“ (ODP: Ozone Depletion Potential). Dabei wird zunächst ein Szenario mit fester Emissionsmenge eines Referenz-FCKW (R11) durchgerechnet. Als Ergebnis erhält man im Gleichgewicht einen bestimmten Wert der Gesamt ozonreduktion. Für jede Substanz, für die ein Ozonabbaupotential errechnet werden soll, wird das gleiche Szenario betrachtet, wobei R11 durch die gleiche Menge der Substanz ersetzt wird. Als Ergebnis erhält man das Ozonabbaupotential für die jeweilige Substanz, das in R11-Äquivalenten angegeben wird.

Eine Bewertung des Ozonabbaupotentials sollte die langfristigen, globalen und zum Teil irreversiblen Auswirkungen berücksichtigen.

## Anhang C: Nebenrechnungen

### Allokation des Aufwandes auf die Tierarten der Agrar GmbH

| Tierart              | Zusatzbedingungen        | Anzahl        | Anzahl<br>in %<br>der<br>Tierart | Anzahl<br>in %<br>aller<br>Tiere | GVE-<br>Faktor | GVE           | % GVE<br>pro<br>Tierart | % GVE<br>aller<br>Tiere | Wenn Prozess<br>nur für Pferd/ Rind<br>relevant (in %): |
|----------------------|--------------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---|
| Schaf                | 6-12Monate               | 69            | 16,87                            | 2,4                              | 0,05           | 3,5           | 6,76                    | 0,2                     |   |
|                      | Mutter                   | 272           | 66,50                            | 9,6                              | 0,15           | 40,8          | 79,92                   | 2,3                     |   |
|                      | >1Jahr (o. Mutterschafe) | 68            | 16,63                            | 2,4                              | 0,10           | 6,8           | 13,32                   | 0,4                     |   |
| <b>Schafe gesamt</b> |                          | <b>409</b>    | <b>100,00</b>                    | <b>14,5</b>                      |                | <b>51,1</b>   | <b>100,00</b>           | <b>2,9</b>              | nicht relevant  |
| Ziege                | Mutter                   | 182           | 48,40                            | 6,5                              | 0,15           | 27,8          | 48,86                   | 1,6                     |   |
|                      | andere                   | 194           | 51,60                            | 6,9                              | 0,15           | 29,1          | 51,14                   | 1,7                     |   |
| <b>Ziege gesamt</b>  |                          | <b>376</b>    | <b>100,00</b>                    | <b>13,3</b>                      |                | <b>56,9</b>   | <b>100,00</b>           | <b>3,3</b>              | nicht relevant  |
| Pferde               | bis 6 Monate             | 34            | 6,58                             | 1,2                              | 0,50           | 17,0          | 3,40                    | 1,0                     |   |
|                      | 6 Monate-3 Jahre         | 178           | 34,43                            | 6,3                              | 1,00           | 178,0         | 35,60                   | 10,2                    |   |
|                      | über 3 Jahre             | 305           | 58,99                            | 10,8                             | 1,00           | 305,0         | 61,00                   | 17,5                    |   |
| <b>Pferde gesamt</b> |                          | <b>517</b>    | <b>100,00</b>                    | <b>18,3</b>                      |                | <b>500,0</b>  | <b>100,00</b>           | <b>28,8</b>             | <b>30,7</b>   |
| Rinder               | bis 6 Monate             | 284,7         | 18,76                            | 10,1                             | 0,30           | 85,4          | 7,55                    | 4,9                     |   |
|                      | 6-24 Monate              | 469           | 30,90                            | 16,6                             | 0,60           | 281,4         | 24,89                   | 16,2                    |   |
|                      | über 24 Monate           | 764           | 50,34                            | 27,1                             | 1,00           | 764,0         | 67,56                   | 43,9                    |   |
| <b>Rinder gesamt</b> |                          | <b>1517,7</b> | <b>100,00</b>                    | <b>53,8</b>                      |                | <b>1130,8</b> | <b>100,00</b>           | <b>65,0</b>             | <b>69,3</b>   |
| <b>Tiere gesamt</b>  |                          | <b>2819,7</b> |                                  | <b>100,0</b>                     |                | <b>1738,8</b> |                         | <b>100,0</b>            | <b>100,0</b>  |

## Zusammensetzung Lecksteine

**Zusammensetzung Mineral-Lecksteine ohne Kupfer**  
errechnet anhand der pdf-Broschüre Lecksteine von esco

| Name Verbindung            | Summenformel Verbindung | Elemente der Verbindung | Atommasse (M) (gemittelt)  | Faktor (n)  | gesamt (m)                 | Gesamtgewicht der Verbindung pro Mol | Anteil an der Verbindung in Prozent | absoluter Anteil der Elemente an 10kg Leckstein in Gramm | absoluter Anteil der Verbindung an 10kg Leckstein in Gramm |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Natriumchlorid             | NaCl                    | Na<br>Cl                | 22,99<br>35,453            | 1<br>1      | 22,99<br>35,453            | 58,443                               | 39,34<br>60,66                      | 3700,00<br>5705,79                                       | 9405,79  |
| Calcium-Magnesium-Carbonat | CaMg(CO3)2              | Ca<br>Mg<br>C           | 40,08<br>24,305<br>12,011  | 1<br>2<br>2 | 40,08<br>24,305<br>24,022  | 184,401                              | 13,18<br>13,03<br>52,06             | 66,71<br>65,93<br>263,46                                 | 506,09   |
| Mangan-(II)-oxid           | MnO2                    | Mn<br>O                 | 54,938<br>15,999           | 1<br>2      | 54,938<br>31,998           | 86,936                               | 63,19<br>36,81                      | 10,00<br>5,82  | 15,82  |
| Zinkoxid                   | ZnO                     | Zn<br>O                 | 65,38<br>15,999            | 1<br>1      | 65,38<br>15,999            | 81,379                               | 80,34<br>19,66                      | 10,00<br>2,45  | 12,45  |
| Eisen-(III)-oxid           | Fe2O3                   | Fe<br>O                 | 55,847<br>15,999           | 2<br>3      | 111,694<br>47,997          | 159,691                              | 69,94<br>30,06                      | 3,00<br>1,29   | 4,29   |
| Calciumjodat               | Ca(IO3)2                | Ca<br>I<br>O            | 40,08<br>126,9<br>15,999   | 1<br>2<br>6 | 40,08<br>253,8<br>95,994   | 389,874                              | 10,28<br>65,10<br>24,62             | 0,16<br>1,00<br>0,38                                     | 1,54   |
| Kobalt-(II)-Carbonat       | CoCO3                   | Co<br>C<br>O            | 58,933<br>12,011<br>15,999 | 1<br>1<br>3 | 58,933<br>12,011<br>47,997 | 118,941                              | 49,55<br>10,10<br>40,35             | 0,20<br>0,04<br>0,16                                     | 0,40   |
| Natriumselenit             | NaSeO3                  | Na<br>Se<br>O           | 22,99<br>78,966<br>15,999  | 2<br>1<br>3 | 45,98<br>78,966<br>47,997  | 172,943                              | 26,59<br>45,66<br>27,75             | 0,12<br>0,20<br>0,12                                     | 0,44   |
| <b>Summe</b>               |                         |                         |                            |             |                            |                                      |                                     |  | <b>9946,82</b>   |

**Zusammensetzung Salz-Lecksteine**  
errechnet anhand der pdf-Broschüre Lecksteine von esco

| Name Verbindung | Summenformel Verbindung | Elemente der Verbindung | Atommasse (M) (gemittelt) | Faktor (n) | gesamt (m)      | Gesamtgewicht der Verbindung | Anteil an der Verbindung in Prozent | absoluter Anteil der Elemente an 10kg Leckstein in Gramm | absoluter Anteil der Verbindung an 10kg Leckstein in Gramm |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Natriumchlorid  | NaCl                    | Na<br>Cl                | 22,99<br>35,453           | 1<br>1     | 22,99<br>35,453 | 58,443                       | 39,34<br>60,66                      | 3900,00<br>6014,21                                       | 9914,21  |

### Schlachtmasse, Schlachtausbeute

**Lebend-/Schlachtmasse:**

1. Schlachtung 2007:

| Art                  | Anzahl     | Einheit      | Gesamtmasse (kg) |
|----------------------|------------|--------------|------------------|
| Kühe/sonstige Rinder | 164        | Stück        | 82000            |
| Fresser              | 198        | Stück        | 49500            |
| Kälber               | 378        | Stück        | 75600            |
| <b>gesamt</b>        | <b>740</b> | <b>Stück</b> | <b>207100</b>    |

2. Schlachtung 2008:

| Art                  | Anzahl     | Einheit      | Gesamtmasse (kg) |
|----------------------|------------|--------------|------------------|
| Kühe/sonstige Rinder | 170        | Stück        | 85000            |
| Fresser              | 198        | Stück        | 49500            |
| Kälber               | 342        | Stück        | 68400            |
| <b>gesamt</b>        | <b>710</b> | <b>Stück</b> | <b>202900</b>    |

3. Mittelwert aus 1. u. 2.:

| Art                  | Anzahl     | Einheit      | Gesamtmasse (kg) | Gesamtmasse (GVE) |
|----------------------|------------|--------------|------------------|-------------------|
| Kühe/sonstige Rinder | 167        | Stück        | 83500            |                   |
| Fresser              | 198        | Stück        | 49500            |                   |
| Kälber               | 360        | Stück        | 72000            |                   |
| <b>gesamt</b>        | <b>725</b> | <b>Stück</b> | <b>205000</b>    | <b>410</b>        |

4. Rinder Gesamtmasse 2007/2008

| Art            | Anzahl         | Einheit      | GVE-Schlüssel | GVE           | Gewichtsfaktor | Gesamtmasse in kg |
|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| bis 6 Monate   | 284,67         | Stück        | 0,30          | 85,4          |                |                   |
| 6-24 Monate    | 469,00         | Stück        | 0,60          | 281,4         |                |                   |
| über 24 Monate | 764,00         | Stück        | 1,00          | 764,0         |                |                   |
| <b>gesamt</b>  | <b>1517,67</b> | <b>Stück</b> |               | <b>1130,8</b> | <b>500</b>     | <b>565400</b>     |

| (GVE Totalausfall-> entspr. 5%) | (GVE verbleibender Bestand-> entspr. 58,7%) |
|---------------------------------|---|
|                                 |   |
| 56,54                           | 664,28                                      |

|  |        |
|--|--------|
| 5. Anteil 3. an 4. (Anteil gemittelte Lebendmasse zum Schlachten an der Rinder-Gesamtmasse): | 36,3 % |
|--|--------|

| 6. gemittelte Schlachtausbeute (2007/2008) | Anzahl     | Einheit      | Lebendgewicht/ Stück (kg) | Schlachtausbeutefaktor der Lebendmasse | Schlachtausbeute abs. pro Stück (kg) | Schlachtausbeute abs. pro Kategorie (kg) | Schlachtausbeute absolut pro Kategorie | Einheit | Schlachtabfall in GVE |
|--|------------|--------------|---------------------------|--|--------------------------------------|--|--|---------|-----------------------|
| Kälber                                     | 360        | Stück        | 200                       | 0,55                                   | 110                                  | 39600                                    | 79,2                                   | GVE     |                       |
| Fresser                                    | 198        | Stück        | 250                       | 0,55                                   | 137,5                                | 27225                                    | 54,45                                  | GVE     |                       |
| Mutterkühe/sonstige Rinder                 | 167        | Stück        | 500                       | 0,5                                    | 250                                  | 41750                                    | 83,5                                   | GVE     |                       |
| <b>Summe</b>                               | <b>725</b> | <b>Stück</b> |                           |  |                                      | <b>108575</b>                            | 217,15                                 | GVE     | <b>192,8500</b>       |



## Anhang D: Erläuterungen zu den Einzelstudien in Kapitel 2

### Konventionelle Wirtschaftsweise

| Wirtsch.<br>schafts-<br>weise            | Titel<br>der<br>Studie  | THG-Emiss.<br>(kg CO <sub>2</sub> -Äqv./<br>1kg Schlacht-<br>gewicht) | Aus-<br>schlach-<br>tungs-<br>rate  | S y s t e m b e s c h r e i b u n g   |   |  |   |  |  | Berechnung<br>enterisches Methan   | Berechnung anderer Emissionen aus<br>Wirtschaftsdünger/ Futtermitteln/ etc.   | Sonstiges/ Ergebnisse/<br>eigene Bemerkungen |
|--|---|---|---|---|---|--|---|--|--|--|---|--|
|  |   |   |   | geografischer Bezug/<br>Ziel(e) der Studie  | Funktionelle<br>Einheit   | Merkmale<br>der Betrieb/e  | Systemgrenzen   | Haltung/<br>Futter   | Berechnung<br>enterisches Methan   |  |   |  |
| k o n v e n t i o n e l l                | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Bullenmast (Futterbasis: Grassilage) (Quelle: UBA PROBAS DB) | 10,8  | 55%   | Deutschland<br>k.A.   | berechnet für: 1kg Lebendgewicht (LG o. LW) des Jungbullen; Umrechnung auf Schlachtgew. →IÖW  | aus Literatur abgeleitet/ mit Experten abgestimmt  | berücksichtigt: Futtermittel, Heizung/Lüftung/Licht in Ställen, Energie für Transport Futtermittel/Abtransport Mist/Gülle, Aufwand für Nachzucht  | Haltungssystem: k.A.<br>Futterbasis: Grassilage<br>Kälberaufzucht: Kuhmilch/Sojaschrot (vernachlässigt), Grassilage, Weizen, Trockenmilch<br>Mast: Grassilage, Maissilage (Menge 36% von "Futterbasis: Maissilage"), Weizen, Mineralfutter (k. Aufwand)  | k. Angaben   | Emissionen aus Gülle/Festmist:<br>k. Angaben   | Endgewicht:<br>Kalb: 100kg, Mastbulle: k.A.   |  |
|  | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Bullenmast (Futterbasis: Maissilage) (Quelle: UBA PROBAS DB) | 11,8  | 55%   | Deutschland<br>k.A.   | berechnet für: 1kg Lebendgewicht (LG o. LW) des Jungbullen; Umrechnung auf Schlachtgew. →IÖW  | aus Literatur abgeleitet/ mit Experten abgestimmt  | berücksichtigt: Futtermittel, Heizung/Lüftung/Licht in Ställen, Energie für Transport Futtermittel/Abtransport Mist/Gülle, Aufwand für Nachzucht  | Haltungssystem: k.A.<br>Futterbasis: Maissilage<br>Kälberaufzucht: wie oben<br>Mast: Maissilage (geringere Menge als bei "Futterbasis: Maissilage"), Weizen, Mineralfutter (k. Aufwand)  | k. Angaben   | Emissionen aus Gülle/Festmist:<br>k. Angaben   | Endgewicht:<br>Kalb: 100kg, Mastbulle: k.A.   |  |
|  | WILLIAMS et al. (2006) – Ausmast von Milchviehkälbern (Quelle: WILLIAMS 2006)                     | 15,8  | 55%   | England/Wales<br>1. LCA-Modell entwickeln für gartenbaul./ landw. Produktion<br>2. Identifikation der typ. Produktionssysteme<br>3. weitere | berechnet für: 1t Schlachtgewicht (15.800 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.); Umrechnung auf 1kg Schlachtgew. durch IÖW  | untersucht wurde repräsentativer Mix an Prod.-verfahren  | "cradle to gate" (o. Schlachtung/Transport Schlachthof) Kälberaufzucht ist Nebenprodukt der Milchhaltung!<br><b>keine Aussage über:</b><br>-ob Emiss. aus Haltung der Muttertiere eingerechnet o. nicht<br>-Allokation Nebenprodukte über "ökonomischen Wert" (k. genaue Angabe)  | Futtermittelproduktion teils im Betrieb, teils zugekauft, teils Import; Mais-/ Sojafuttermittelproduktion in Übersee (USA, Brasilien, Argentinien, inkl. Futtermitteltransport Bahn, Schiff, Straße), Stroh als Einstreu (Nebenprodukt Getreideproduktion), Sojamehl nach Ölextraktion   | ja<br>-Methan/Lachgas/Ammoniak aus Tier und Stallhaltung berechnet nach Methodik im Nationalen Inventarbericht   | ja<br>(Daten/ erw. Methodik i. Nat. Inventarbericht)<br>-Wirtsch.dünger: CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> (Stall/Lagerung/Ausbring.)<br>-Nitrat (Auswaschg. bei Düngermanagement)<br>-Emissionsfaktoren nach neuen Forschungsergebnissen (WILLIAMS)<br>-konventioneller Dung auf konv. Weide ausgebracht (Kunstdüngerersatz)<br>-Flüssigmistverfahren | Äquiv.-faktoren (IPCC 2001; Zeithorizont 100J.):<br>CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →23, N <sub>2</sub> O→296<br><br>enthalten:<br>-Energiekosten ganzer Betrieb (Diesel, Elektrizität)<br>-Viehtransporte  |  |
|  | berechnet nach LCA FOOD DATABASE (Quelle: LCA FOOD DB)  | 21,1  | 55%   | Dänemark<br>k.A. gefunden   | berechnet für: 1kg Lebendgewicht (1,6kg CO <sub>2</sub> -Äqv.); Umrechnung auf 1kg Schlachtgew. durch IÖW   | spezielle Betriebstypologie; für Rinderprod.: Betriebstyp 23 (sandiger Boden/ Bestand mit "Ammenkühen")  | Beschreibung Produktion in Milchbetrieben (Genaueres s. Literaturquelle):<br>Fleisch von alten Milchkühen und Bullenkälbern (Nebenprodukte der Milchproduktion)<br>Kühe: Holstein-Friesen (6Mon. Weidegang, 8 Mon. konserv. Futter)<br>Färsenaufzucht im Betrieb (Weidegang ≈200Tage/a auf Dauergrünland/ Grenzflächen)<br>Mastbullen aufzucht nur teilweise (Besatzdichtegrenzen)<br>Ställe mit Spaltenboden, Flüssigmistverfahren<br>berücksichtigt (alle f. Betrieb wichtigen Prozesse):<br>Futtermittelproduktion (Bodenbearbeitg., Kulturpflege, Düngung, Pfl.-schutz, Ernte, Transp.); Fütterung; Melken; Elektrizität; Importe<br><b>n. berücksichtigt:</b> Anwendung v. Medik./Pestiziden, Bau/Instandhaltung v. Maschinen/Gebäuden | in der Milchproduktion:<br>Futter hauptsächlich produziert im eigenen Betrieb (Silage und Getreide mit Klee in Fruchtfolge)  | ja<br>(siehe unter Berechnung anderer Emissionen...)   | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> -Emiss. aus Tierhaltung/ Ställen/ Wirtschaftsdüngerlagerung und -entsorgung/ Ernterückständen/ dem Boden<br><br>berechnet mit Standardfaktoren (IPCC 2000, Good Practice Guidance and Uncertainty Managem. in Greenhouse Gas Invent.) auf Basis der Nährstoffmengen und Trockenmasse des Futters                     | Datenbasis:<br>>2000 Jahresabschlüsse aus dän. Landw.-Betrieben, Expertendaten (Landverb., Tierhaltung, Prod.-mengen)<br><b>techn. Prozesse:</b><br>a. Berater (Fütterungs-/ Beweid.-praxis),<br>b. Abt. für Ernähr., Fischerei, Landw. u. Statistik in DK (landesweiter Verbrauch Düngemittel/ Konzentratfütter/ Landverb. für versch. Anbauweisen,...),<br>c. Datenverantwortliche: DIAS (Danish Inst. of Agric. Science), FØI (Danish Research Inst. of Food Economics)<br><b>Bemerkungen (Lange):</b><br>eng verzahnte Prod. von Milchprod./ Rindfleisch/andere Koppelprod., keine detaillierte Beschreibung der Rindfleischproduktion, deshalb hier auch Verwendung von Daten aus Prozess "Farming at dairy Farms" |  |
|  | berechnet nach CASEY und HOLDEN (2006) (Quelle: CASEY & HOLDEN 2006)                              | 23,6  | 55%   | Irland<br>1. Bewertung THG-Emissionen (Mutterkuhhaltung)<br>2. Beurteilung, ob Extensivierung Emiss. reduziert                              | 1. Produktion 1kg LG während 1 Jahres (kg <sup>1</sup> LW yr <sup>1</sup> )<br>2. Gesamtfläche für Produktion in 1 Jahr benötigt (inkl. Fläche für Kraftfutteranbau) (ha <sup>1</sup> yr <sup>1</sup> ) | 5 Betriebe Mutterkuhhaltung konventionell  | "cradle to gate" Emissionen aus:<br>a. Kraftfutterproduktion, -transport, -verarbeitung<br>b. N-Düngerproduktion, -transport, -anwendung<br>c. Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement<br>d. Elektrizität und Dieselnutzung im landw. Betrieb<br><b>keine Bemessung von:</b><br>a. Medik., Insektizide, Maschinen, Gebäude, Straßen<br>b. direkte N <sub>2</sub> O-Emissionen aus Rind (vernachlässigbar)<br>c. CO <sub>2</sub> aus enterischer Fermentation  | Futterproduktion (Diät 1) beinhaltet:<br>- Futtermittel (Gerste, Weizen, Molasse, Raps, Hafer, Soja, Mais)<br>- Transport (Schiff, LKW)<br>- Produktionsprozess  | ja<br>Berechnung mit IPCC-Methodik (nicht Standardwerte); Software RUMNUT; Eingangswerte: CH <sub>4</sub> -Umrechnungsfaktor 0,06 u. Lebendgewicht d. Tiere; getrennte Berechn. Mutterkuh, w/m. Rinder, Mutterkuh berechn. auf Jahrl. Basis, Fleischtiere erst auf Lebenszeit, dann für 1 Jahr; 10% Aufschlag (um Schwankung in Herde mit einzubeziehen)   | <b>einbezogen:</b><br>-Emissionsfaktoren (EF) für CH <sub>4</sub> aus Flüssigmistlagerung<br>-Emissionen aus: Mist auf Weide, Mistlagerung, Flüssigmist-/ N-Dünger-Ausbringung auf Weide, Düngemittel-/ Kraftfutterproduktion (Transport, Energie etc.)  | Äquiv.-faktoren (IPCC 1995; Zeithorizont 100J.):<br>CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →21, N <sub>2</sub> O→310   |  |
|  | WILLIAMS et al. (2006) – aus Mutterkuhhaltung (Szenario) (Quelle: WILLIAMS 2006)                  | 25,5  | 55%   | England/Wales<br>1. LCA-Modell entwickeln für gartenbaul./ landw. Produktion<br>2. Identifikation der typ. Produktionssysteme<br>3. weitere | berechnet für: 1t Schlachtgewicht (25.500 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.); Umrechnung auf 1kg Schlachtgew. durch IÖW  | untersucht wurde repräsentativer Mix an Prod.-verfahren  | "cradle to gate" (o. Schlachtung/Transport Schlachthof) Szenario:<br>Aufzucht von Kälbern ist Produkt aus Mutterkuhhaltung, nicht Nebenprodukt der Milchhaltung! (100% suckler); Allokation Nebenprodukte über "ökonomischen Wert"  | k. Angaben gefunden, die speziell für das Szenario gelten  | ja<br>-Methan/Lachgas/Ammoniak aus Tier und Stallhaltung berechnet nach Methodik im Nationalen Inventarbericht   | ja<br>(Daten/ erw. Methodik i. Nat. Inventarbericht)<br>-Wirtsch.dünger: CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> (Stall/Lagerung/Ausbring.)<br>-Nitrat (Auswaschg. bei Düngermanagement)<br>-Emissionsfaktoren nach neuen Forschungsergebnissen (WILLIAMS)<br>-konventioneller Dung auf konv. Weide ausgebracht (Kunstdüngerersatz)<br>-Flüssigmistverfahren | Äquiv.-faktoren (IPCC 2001; Zeithorizont 100J.):<br>CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →23, N <sub>2</sub> O→296<br>Gew. der Kälber bei Schlachtung: 260-360kg<br>182 Stalltage<br><br><b>Bemerkungen (Lange):</b><br>WILLIAMS et al. gibt (abweichend von der Studie des IÖW) 25,3kg CO <sub>2</sub> -Äqv./kg Rindfleisch an.   |  |
| OGINO et al. (2007) (Quelle: OGINO 2007) | 36,4  | 40%   | Japan<br>-Umweltauswirkg. der jap. Rindfleischproduktion (Mutterkuhhaltung/ Kälberaufzucht)<br>-Vergleich mit jap. Rindermast<br>-2 Szenarien (verkürzter Kalbungsintervall/ erhöhte Kalbanzahl pro Mutterkuh) zur Reduktion der Umweltauswirkungen | Für Basiszyklus: ein mit 8 Monaten verkauftes Fleischkalb   | nach Lit.-angaben/ untersucht wurde das typische Rindfleischproduktionsverfahren in Japan   | beinhaltet:<br>1. Mutterkuhhaltung/Kälberaufzucht (OGINO-Basisprod.-zyklus):<br>-Kuhfärsen (1. Insemination m. 15 M.; Kälberprod. alle 14 M. → 9 M. Trächtigkeit u. 5 M. Stillzeit; Schlachtung m. 113 M.)<br>-Kalb (gl. Anzahl w/m; abgestillt mit 6 M.; verkauft mit 8 M.; 1 Kalb bleibt als Ersatzfärsen)<br>-Wachstumskurven ("Wagyu") f. Berechnung des Nährstoffbedarfs u. der CN-Ausscheidg. mit Dung<br>2. Rindermast nach Verkauf (9.-28. Lebensmonat)<br><b>berücksichtigte Prozesse:</b> Futterprod./transport, Tierhaltung, biol. Aktivität d. Tiere, Wirtschaftsdüngerbehandl. (Kompostierung)<br><b>nicht berücksichtigte Prozesse:</b> Kalltransport zum Viehmarkt, org. Dünger aus kompostiertem Dung, Produktion der Investitionsgüter (z.B. Stall, Frontlader) | Kuh und Kälber:<br>Futterzusammensetzung auf Basis des Nährstoffbedarfs u. Betriebshandbüchern für die Rindfleischproduktion; erford. Nährstoffmenge nach Fütterungsstandards entspr. Gew./ tägl. Gew.-zunahme; zugekauftes Futter (Kraft/ Raufutter), Stallhaltung, kein Weidegang<br><b>berechnete Emissionen aus:</b><br>Futterproduktion (Ammoniak/ Lachgas Boden); Futtermitteltransport, Tierhaltung (Ammoniak); Tierkörper (Methan aus Wiederkäuermagen); Wirtschaftsdünger (Methan, Ammoniak, Lachgas)<br><b>Futtermittel (extrem hoher Anteil an Importen):</b><br>aus USA (100% des Kraft-/ 25% des Raufutters, 100% des Heus) aus China (Reisstroh)  | berechnet aus TM-Aufnahme des Rindes<br>Ergebnis:<br>Das enter. Methan macht 61,2% der gesamten CO <sub>2</sub> -Äqv. aus.<br><br>CO <sub>2</sub> aus Rinderatmung und Kompostierung der Rinderfäkalien werden ausgeglichen/ gegengerechnet durch/ mit CO <sub>2</sub> -Fixierung durch Photosynthese aus der Atmosphäre in die Futterpflanzen | Generelle Daten:<br>Produktion/ Verbrennung foss. Brennstoffe, Futtertransport über Datenbank/ Software JEMAI-LCA, SimaPro 5<br><b>Spezielle Daten:</b><br>aus versch. Literatur; Äquiv.-faktoren (IPCC 2001; Zeithoriz. 100J.):<br>CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →23, N <sub>2</sub> O→296<br><br><b>Anteile am Gesamtbeitrag (Basis: Mutterkuh/ Kalbaufzucht):</b><br>enter. Methan 61,2% (Raufutter), Futterproduktion 18,4%, Futtertransport 8,3%, Abfallbehandlg. (besonders N <sub>2</sub> O) > Futtertransport<br><b>Anteile a. Gesamtbeitrag (Rindermast):</b><br>enterisches Methan 48% (Kraftfutter) |  |   |  |

Ökologische Wirtschaftsweise

| Wirtschafts-weise | Titel der Studie   | THG-Emiss. (kg CO <sub>2</sub> -Äqv./1kg Schlachtgewicht) | Aus-schlachtungs-rate | S y s t e m b e s c h r e i b u n g  |   |   |   |  |  |  | Sonstiges/ Ergebnisse/ eigene Bemerkungen  |
|-------------------|--|---|-----------------------|--|---|---|---|--|--|--|--|
|                   |  |   |                       | geografischer Bezug/ Ziel(e) der Studie  | Funktionelle Einheit  | Merkmale der Betrieb/e  | Systemgrenzen   | Haltung/ Futter  | Berechnung enterisches Methan  | Berechnung anderer Emissionen aus Wirtschaftsdünger/ Futtermitteln/ etc.   |  |
| ökologisch        | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastochse von Milchkuh-öko (Quelle: UBA PROBAS DB)  | 8,2   | 60%                   | Deutschland k.A.   | berechnet für: 1kg Lebendgewicht (LG o. LW) des Jungbullen; Umrechnung auf Schlachtgew. →IÖW  | aus Literatur abgeleitet/ mit Experten abgestimmt               | berücksichtigt Futtermittel, Heizung/Lüftung/Licht in Ställen, Energie für Transport Futtermittel/Abtransport Mist/Gülle, Aufwand für Nachzucht   | Haltungssystem: k.A.<br>Futter: Kälberaufzucht: ökol. Kuhmilch/ Heu/ Futtererbsen/Weizen<br>Jungrind: ökol. Heu/Weizen, Grassilage, Mineralfutter (k. Aufwand)<br>Mast: ökol. Klee-Grassilage, Grassilage, Gras, ökol. Heu/Weizen, Futtererbsen, Mineralfutter (k. Aufwand),   | k. Angaben   | Emissionen aus Gülle/Festmist: k. Angaben  | Endgewicht: Kalb: 100kg, Jungrind: 325kg, Mastochse: 575kg/<br><b>Bemerkungen (Lange):</b><br>Eigene Berechnungen mit CO <sub>2</sub> -Äqv.-Werten aus der Datenquelle (Probab-Datenbank) und der üblichen 55% Schlachtausbeute ergeben 9,0kg CO <sub>2</sub> -Äqv./kg Rindfleisch   |
|                   | berechnet nach ÖKO-Institut (2005) – Mastochse von Mutterkuh-öko (Quelle: UBA PROBAS DB) | 11,9  | 55%                   | Deutschland k.A.   | berechnet für: 1kg Lebendgewicht (LG o. LW) des Jungbullen; Umrechnung auf Schlachtgew. →IÖW  | aus Literatur abgeleitet/ mit Experten abgestimmt               | berücksichtigt Futtermittel, Heizung/Lüftung/Licht in Ställen, Energie für Transport Futtermittel/Abtransport Mist/Gülle, Aufwand für Nachzucht   | Haltungssystem: k.A.<br>Futter: Kälberaufzucht: ökol. Kuhmilch/ Heu/ Futtererbsen/Weizen<br>Jungrind: Gras, ökol. Heu<br>Mast: ökol. (Klee-)Grassilage, ökol. Gras, Heu, Futtererbsen, Weizen, Mineralfutter (k. Aufwand)  | k. Angaben   | Emissionen aus Gülle/Festmist: k. Angaben  | Ressourcenverbrauch: kumul. Energieaufwand (Ges.aufwand an Energieressourcen) größer als bei "Mastochse von Milchkuh"<br>Endgewicht (Kalb: 100kg/ Jungrind: 325kg/ Mastochse: 575kg)<br><b>Bemerkungen (Lange):</b><br>Vorprozessdaten aus der Quelle (Probab-Datenbank) erscheinen nicht schlüssig:<br>a. Datensatz "Tierfuttermix/Jungrind von Milchkuh-öko" in der Mutterkuhhaltung<br>b. Futtermenge 2,6x höher als bei "Tierhaltg./ Jungrind v. Milchkuh-öko" (passt zu "Tierfuttermix/Jungrind von Mutterkuh-öko") |
|                   | WILLIAMS et al. (2006) (Quelle: WILLIAMS 2006)   | 18,2  | 55%                   | England/Wales<br>1. LCA-Modell entwickeln für gartenbaul./ landw. Produktion<br>2. Identifikation der typ. Produktionssysteme<br>3. weitere    | berechnet für: 1t Schlachtgewicht (18.200 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.); Umrechnung auf 1kg Schlachtgew. durch IÖW  | untersucht wurde repräsentativer Mix an Prod.-verfahren         | "cradle to gate" (o. Schlachtung/Transport Schlachthof)<br>-Gründe für schlechtes Abschneiden der ökolog. Produktion gegenüber der konventionellen nicht aufgeführt<br>-geringerer Energieverbrauch (18,1MJ) als bei konservativer Produktion (27,9MJ)<br>-Allokation zu Nebenprodukten über "ökonomischen Wert" (k. genauen Angaben)   | Futter und Streu aus org. Anbau ganze Sojabohnen   | ja<br>-Methan/Lachgas/Ammoniak aus Tier und Stallhaltung berechnet nach Methodik im Nationalen Inventarbericht   | S52:<br>org. Dünger aus: Leguminosen-N (Winterbohnen, 40kg fixiertes N), Gesteinskalkium, Gesteinsphosphor (25%), tunesischer Phosphat   | Äquiv.-faktoren (IPCC 2001; Zeithorizont 100J.): CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →23, N <sub>2</sub> O→296   |
|                   | berechnet nach CASEY und HOLDEN (2006) (Quelle: CASEY & HOLDEN 2006)                     | 20,2  | 55%                   | Irland<br>1. Bewertung THG-Emissionen (Mutterkuhhaltung)<br>2. Beurteilung, ob Extensivierung Emiss. reduziert                                 | 1. Produktion 1kg LG während 1 Jahres (kg-1 LW yr-1)<br>2. Gesamtfläche für Produktion in 1 Jahr benötigt (inkl. Fläche für Kraftfutteranbau) (ha-1 yr-1) | 5 Betriebe Mutterkuhhaltung ökologisch                          | "cradle to gate"<br>Emissionen aus:<br>a. Gersteproduktion, -transport, -verarbeitung (Quetschen)<br>b. N-Düngerproduktion, -transport, -anwendung<br>c. Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement<br>d. Elektrizität- und Dieselnutzung im landw. Betrieb<br><b>keine Bemessung von:</b><br>a. Medik., Insektizide, Maschinen, Gebäude, Straßen<br>b. direkte N <sub>2</sub> O-Emissionen aus Rind (vernachlässigbar)<br>c. CO <sub>2</sub> aus enterischer Fermentation   | Futterproduktion (Diät 4, organisch) beinhaltet:<br>Weideperiode: Gras<br>im Stall zusätzlich:<br>heimisches Kraftfutter (Gerste)<br>eigener Anbau o. aus Region   | ja<br>Berechnung mit IPCC-Methodik (nicht Standardwerte); Software RUMNUT; Eingangswerte: CH <sub>4</sub> -Umrechnungsfaktor 0,06 u. Lebendgewicht d. Tiere; getrennte Berechn. Mutterkuh, w./m. Rinder; Mutterkuh berechn. auf jährl. Basis, Fleischtiere erst auf Lebenszeit, dann für 1 Jahr; 10% Aufschlag (um Schwankung in Herde mit einzubeziehen)                                | einbezogen:<br>-Emissionsfaktoren für CH <sub>4</sub> aus Festmistlagerung,<br>-Emissionen aus: Mist auf Weide, Mistlagerung, Festmist-/ N-Dünger-Ausbringung, Weide, Düngemittel-/ Kraftfutterproduktion (Transport, Energie etc.)  | Äquiv.-faktoren (IPCC 1995; Zeithoriz. 100J.): CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →21, N <sub>2</sub> O→310   |
|                   | CEDERBERG und STADIG (2003) (Quelle: CEDERBERG & STADIG 2003)                            | 22,3  | 52%                   | Schweden<br>-Methodenvergleich -versch. Allokationsmethoden (keine; ökonom.;biolog.)<br>-Systemausdehnung in der Milch- und Rindfl.-produktion | im Milchsystem: 1kg energie-korrigierte Milch<br>im Fleischsystem: 1kg Rindfleisch ohne Knochen   | in beiden Systemen: zertifizierte ökologische Produktion (KRAV) | "cradle to gate"<br>Betrachtung zweier eng verzahnter Systeme:<br>1. Kernsystem (komb. Milch-/Fleischprod.) aus:<br>1 Milchkuh (Holstein) u. 0,37 Ersatzfärsen<br>Prod./Jahr: 7127kg Milch, 72kg Fleisch, 0,7 überzählige Kälber<br>2. erweit. System (nur Fleischprod.) aus:<br>1 Fleischkuh (Lim.), 0,2 Ersatzfärsen, 1 Bulle (Charol.)<br>Prod./Jahr: 303kg Fleisch (aus 0,8 Kälbern, die weitergemästet werden→243kg, geschlachteten Altkühen→45kg und Bullen→15kg) und Koppelprodukte (Leder)<br><br><b>keine Bemessung von:</b> Bau von Maschinen, Gebäuden | Fleischsystem:<br>lange Weideperiode (Mai-Okt.), Stallfütterung mit Klee-/ Grassilage, keine Kraftfütterung, hohe Futterqualität, deshalb gute Wachstumsleistung, Aufzucht über 2 Jahre (je 2 Stall-/ Weideperioden), einfacher Stall mit Tiefstreu, 3x Wechsel der Streu in Stallperiode, Schlachtung mit 20Mon., mittl. Schlachtgewicht (m/ w): 345kg/ 321kg, Annahme Geburtszeitpunkt: 25.Mai, Geburtsgewicht: 50kg | ja:<br>Berechnung der CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O-, NH <sub>3</sub> - Emissionen<br>Methan: aus Rindermagen/ Tiefstreu/Wirtschaftsdüngerlagerung<br>Lachgas: aus Weide/ Wirtschaftsdüngerlagerung<br>Ammoniak: aus Tiefstreu im Stall/ Mistlagerung<br>alle Berechnungen siehe:<br>CEDERBERG u. DARELIUS (2000): LCA of beef - a study of different production forms (Schwedisch) | <b>KRAV-Kriterien:</b><br>max. 5% konv. prod. Futter; 50% des Futters (Tr.masse) auf eigenem Hof produziert; Weideperiode: ≥ 50% des Futters ist Gras; Verzicht auf Mineraldünger/Pestizide<br><b>bei der Methode der Systemausdehnung:</b><br>nur 63% der THG-Emiss. durch Milchprod./ 37% aus Fleischproduktion<br>Äquiv.-faktoren (IPCC 1995; 100J.): CO <sub>2</sub> →1, CH <sub>4</sub> →21, N <sub>2</sub> O→310 |  |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Direkte THG-Emissionen (nur CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2006.....  | 4  |
| Abbildung 2: Verteilung der Treibhausgasemissionen der Haushalte in einem Stadtteil (gemischtes Wohngebiet) .....   | 5  |
| Abbildung 3: Anteile an den Treibhausgas-Emissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2006 [in % und Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalent].....  | 6  |
| Abbildung 4: Direkte Treibhausgas-Emissionen aus der Tierhaltung [in 1000t CO <sub>2</sub> -Äquivalente] unter Vernachlässigung der Futtermittelerzeugung und sonstiger Vorleistungen ..... | 7  |
| Abbildung 5: Direkte Treibhausgas-Emissionen aus der Rinderhaltung im Jahr 2004 [in %].....   | 8  |
| Abbildung 6: Die 4 Phasen einer Ökobilanz .....   | 23 |
| Abbildung 7: Beispiel für ein Produktsystem .....   | 24 |
| Abbildung 8: Produktsystem mit Hauptprozessen für die Bereitstellung von 1kg Rind zur Fleischproduktion.....  | 33 |
| Abbildung 9: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Produktsystems "Produktion Bio-Rindfleisch aus extensiver Ganzjahresbeweidung" .....   | 42 |
| Abbildung 10: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Weidezaunfunktion herstellen" .....   | 43 |
| Abbildung 11: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Wasserverfügbarkeit auf Weide gewährleisten" .....  | 44 |
| Abbildung 12: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Wasserverteilung und -bereitstellung" .....  | 45 |
| Abbildung 13: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Wasser fördern" .....  | 46 |
| Abbildung 14: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Tiefbrunnenpumpensystem".....  | 47 |
| Abbildung 15: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses "Futtermittel bereitstellen" .....   | 48 |
| Abbildung 16: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses "Strohballen/-quader herstellen" .....  | 49 |
| Abbildung 17: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Heubereitstellung“ .....   | 51 |
| Abbildung 18: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Lecksteinherstellung“ .....  | 52 |
| Abbildung 19: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Rinderbetreuung“ ...  | 53 |
| Abbildung 20: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Teilprozesses „Spritzenmaterialproduktion“ .....  | 55 |
| Abbildung 21: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Hilfsprozesse“ (Strom- und Gasproduktion für den allgemeinen betrieblichen Ablauf) .....                                      | 56 |

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 22: GaBi 4 Plan zur Darstellung des Hauptprozesses „Entsorgung der Feststoffe“ .....  | 58  |
| Abbildung 23: Treibhauspotenzial (GWP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. Strohproduktion aus Winterweizen) .....                        | 61  |
| Abbildung 24: Treibhauspotenzial (GWP), relativer Anteil der Transporte .....   | 62  |
| Abbildung 25: Eutrophierungspotenzial (EP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....                  | 63  |
| Abbildung 26: Eutrophierungspotenzial (EP) relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....                  | 64  |
| Abbildung 27: Versauerungspotenzial (AP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....                    | 65  |
| Abbildung 28: Versauerungspotenzial (AP) relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....                    | 66  |
| Abbildung 29: Photochem. Oxidantienbildungspotenzial (POCP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") ..... | 67  |
| Abbildung 30: Photochem. Oxidantienbildungspotenzial (POCP), relativer Anteil der Transporte .....  | 68  |
| Abbildung 31: Ozonabbaupotenzial (ODP) relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....                      | 69  |
| Abbildung 32: Verbrauch an regenerativen Energien relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....           | 70  |
| Abbildung 33: Verbrauch an regenerativen Energien relativ (Futtermittelbereitstellung exkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....           | 71  |
| Abbildung 34: Verbrauch an nicht regenerativen Energien, relativ (Futtermittelbereitstellung inkl. "Strohproduktion aus Winterweizen") .....    | 72  |
| Abbildung 35: Verbrauch an nicht regenerativen Energien, relativer Anteil der Transporte .....  | 73  |
| Abbildung 36: Anthropogener Treibhauseffekt .....   | 129 |
| Abbildung 37: Quellen der Eutrophierung .....   | 130 |
| Abbildung 38: Versauerung .....   | 131 |
| Abbildung 39: Bodennahe Ozonbildung (Sommersmog) .....  | 132 |
| Abbildung 40: Ozonabbau .....   | 133 |

## Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: gesamte THG-Emissionen aus der Rindfleischproduktion in konventionellen und ökologischen Betrieben .....  | 9  |
| Tabelle 2: THG-Emissionen bei der Erzeugung von Rindfleisch in konventionellen und ökologisch wirtschaftenden Betrieben .....                              | 10 |
| Tabelle 3: direkte Emissionen aus Verdauung (nach Nationalem Emissionsbericht von Ulrich Dämmgen) .....  | 12 |
| Tabelle 4: gesamte direkte Emissionen (Lachgas und Methan) der Bullen- bzw. Ochsenmast in der Mutterkuhhaltung .....                                       | 13 |
| Tabelle 5: wichtige Betriebsdaten der Agrar GmbH Crawinkel.....  | 31 |
| Tabelle 6: Absolute Ergebnisse der potenziellen Umweltwirkungen bzw. des Energieverbrauches in den Hauptprozessen der Produktion von 1kg Rindfleisch ..... | 60 |
| Tabelle 7: Trockenmasse-, Kohlenstoff, Stickstoffanteil der Nahrung .....  | 81 |

## Abkürzungsverzeichnis

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| AP                            | Versauerungspotenzial (Acidification Potential)                                       |
| -Äqv.                         | -Äquivalente  |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> | Ethen (früher: Ethylen)   |
| CML                           | Institute of Environmental Sciences, Faculty of Science of Leiden University          |
| CO <sub>2</sub>               | Kohlen(-stoff-)dioxid   |
| D                             | Deutschland   |
| DB                            | Datenbank   |
| DIN                           | Deutsches Institut für Normung e. V.  |
| dz                            | Doppelzentner (100 kg)  |
| EN                            | Europäische Norm (Europäisches Komitee für Normung)                                   |
| EP                            | Eutrophierungspotenzial (Eutrophication Potential)                                    |
| F(C)KW(e)                     | Fluor(-chlor-)kohlenwasserstoff(e)  |
| GaBi                          | Ganzheitliche Bilanzierung (Software und Datenbank von PE International Echterdingen) |
| GV(E)                         | Großvieheinheiten   |
| GWP                           | Treibhauspotenzial (Global Warming Potential)   |
| IAF                           | Institut für angewandte Forschung (Hochschule Rottenburg)                             |
| IÖW                           | Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung   |
| ISO                           | International Organization for Standardization  |
| k.A.                          | keine Angabe(n)   |
| l/ MAS                        | Liter pro Maschinenarbeitsstunde  |
| LCA                           | Life Cycle Assessment   |
| MA                            | Mitarbeiter   |
| MAS                           | Maschinenarbeitsstunde  |

---

|                 |  |
|-----------------|--|
| MJ              | Megajoule (Einheit für Energie)                        |
| NGO             | Nichtregierungsorganisation                            |
| N-P-K-Dünger    | Stickstoff- Phosphor-Kalium-Dünger                     |
| NZ              | Neuseeland   |
| ODP             | Ozonabbaupotenzial (Ozone Depletion Potential)         |
| PC              | Polycarbonat   |
| PE              | Polyethylen, Polyethen                                 |
| PO <sub>4</sub> | Phosphat   |
| POCP            | Photo(chemisches) Oxidantienbildungspotenzial          |
| PP              | Polypropylen   |
| R11             | Referenz-FCKW (zur Ermittlung des Ozonabbaupotenzials) |
| SO <sub>2</sub> | Schwefeldioxid   |
| THG-            | Treibhausgas-  |
| TLL             | Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft             |
| TM              | Trockenmasse   |
| verz.           | verzinkt   |

## Literaturverzeichnis

- AGRAR GmbH            LANGE, H. (2007): Bericht vom 9. GEO-Tag der Artenvielfalt. Im Internet auf der Homepage der Agrar GmbH Crawinkel unter: <http://www.agrar-crawinkel.de/index3.html> (Stand 24.03.2009)
- BIOLAND 2009            BIOLAND BUNDESVERBAND (Hrsg.): Im Blickpunkt: Klimaschutz und Biolandbau in Deutschland. Bioland-Hintergrundpapier. Mainz, 34 S. Im Internet unter: [http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/wissen/Bioland\\_Klimapapier\\_Langfassung.pdf](http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/wissen/Bioland_Klimapapier_Langfassung.pdf) (Stand 23.11.2009)
- BMELV 2009            BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2009): Agrobiodiversität erhalten, Potenziale der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft erschließen und nachhaltig nutzen. Eine Strategie des BMELV für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft. Broschüre des BMELV. Bonn, 84 S.
- BUNZEL et al. 2008      BUNZEL-DRÜKE, M., C. BÖHM, P. FINCK, G. KÄMMER, R. LUICK, E. REISINGER, U. RIECKEN, J. RIEDL, M. SCHARF & O. ZIMBALL (2008): "Wilde Weiden", Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. - Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU), Bad Sassendorf-Lohne, 215 S.
- CASEY & HOLDEN 2006      CASEY, J. W., HOLDEN, N. M. (2006): Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme and Organic Irish Suckler-Beef Units. In: Journal of Environmental Quality, Vol. 35, S. 231-239
- CEDERBERG & STADIG 2003          CEDERBERG, C., STADIG, M. (2003): System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production. In: The International Journal of Life Cycle Assessment, 2003(8): 350–356



- CML 2001 GUINEE, J.B., GORREE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., DE KONING, A., VAN OERS, L., WEGENER SLEESWIJK, A., SUH, S., UDO DE HAES, H.A., DE BRUIJN, H., VAN DUIN, R., HUIJBREGTS, M.A.J. (2001): Life cycle assessment - An Operational Guide to the ISO Standards, Centre of Environmental Science, Leiden University, Leiden (CML), The Netherlands.
- ESCO 2009 ESCO - european salt company GmbH & Co. KG, Hannover: Leckstein-Broschüre. Im Internet unter: [http://www.esco-salt.com/export/sites/esco-salt.com/downloads/Product\\_PDFs/Viehsalz/solsele\\_de.pdf](http://www.esco-salt.com/export/sites/esco-salt.com/downloads/Product_PDFs/Viehsalz/solsele_de.pdf) (Stand 15.01.2009)
- FRITSCHE 2007 FRITSCHE, U. R., EBERLE, U. (2007): Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Arbeitspapier, Öko-Institut e.V. Darmstadt, 16 S., <http://www.oeko.de/oekodoc/328/2007-011-de.pdf> (Stand 25.03.2009)
- GaBi 2006 GaBi 4: Software and Databases for Life-Cycle-Assessment and Life-Cycle-Engineering, LBP University of Stuttgart and PE International GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 2006
- GEO 2007 Homepage: [http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/-tag\\_der\\_artenvielfalt/53953.html?p=3&pageview=&pageview](http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/-tag_der_artenvielfalt/53953.html?p=3&pageview=&pageview), (Stand 25.03.2009)
- HIRSCHFELD et al. 2008 HIRSCHFELD, J., WEISS, J., PREIDL, M., & KORBUN, T. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des IÖW 186/08. Berlin, 187 S.
- ISO 14040 2006 ISO 14040 Umweltmanagement-Ökobilanz-Grundsätze und Rahmenbedingungen, 2006
- ISO 14044 2006 ISO 14044 Umweltmanagement-Ökobilanz-Anforderungen und Anleitungen, 2006
- KTBL 2008 KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2008) (Hrsg.): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09, Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Darmstadt. 21. Auflage, 752 S.
- LCA FOOD DB HALBERG, N., NIELSEN, P.H. (2007): LCA FOOD DATABASE. Prozess-Datenbank des Projektes „Life Cycle Assess-

- ment of Basic Food". Im Internet unter: <http://www.lcafood.dk/processes/agriculture/dairyfarms.html> (Stand 10.10.2009)
- LCA METHODE Beschreibung der LCA-Methodik/ Wirkungsabschätzung. „Nachhaltigkeit im organisch-chemischen Praktikum“: Im Internet unter: [http://www.oc-praktikum.de/de-how\\_contents](http://www.oc-praktikum.de/de-how_contents) (Stand 12.01.2009)
- LUICK 1996 LUICK, R. (1996): Extensive Rinderweiden - Gemeinsame Chancen für Natur, Landschaft und Landwirtschaft. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 2/96, 37-45.
- LUICK 2004 LUICK, R. (2004): Bemerkungen zur Ökonomie extensiver Weidesysteme. In: Akademie f. Natur- und Umweltschutz Bad.-Württ. (Hrsg.), Band 36 „Beweidung mit großen Wild- und Haustieren, 86-105, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- LUICK 2009 LUICK, R. (2009): Verwilderndes Land? Perspektiven von Kulturlandschaften vor dem Hintergrund des agrarstrukturellen Wandels.- In: Die Zukunft der Kulturlandschaft- Entwicklungsräume und Handlungsfelder (Hrsg.: BAYER. AKAD. F. NATURSCH. & LANDSCHAFTSPFL.), Laufener Spezialbeiträge 1/08, 83-103.
- LÜNE 2003 Universität Lüneburg in Kooperation mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Fachtagung „Weidelandschaften und Wildnisgebiete - vom Experiment zur Praxis-“ (September 2003, Lüneburg)
- MILA I CANALS et al. 2007 MILA I CANALS, L., BAUER, C., DEPESTELE, J., FREIERMUTH KNUCHEL, R., GAILLARD, G., MICHELSEN, O., MÜLLER-WENK, R., RYDGREN, B., (2007): Key Elements in a Framework for Land Use Impact Assessment Within LCA. The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 12, No. 1, p. 5-15.
- OGINO 2007 OGINO, A., ORITO, H., SHIMADA, K., HIROOKA, H. (2007): Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. In: Animal Science Journal 78 (4). S. 424-432.

- ÖKOPOT 2009 Beschreibung der Wirkungskategorien: Abschlussbericht des Projektes „ökopot“ (Förderung der Holznutzung durch Analyse und Nutzung der ökologischen Potenziale), Im Internet unter: <http://www.oekopot.de/> (Stand 13.03.2009)
- OPPERMANN & LUICK 2000 OPPERMANN, R. & LUICK, R. (2000): Extensive Beweidung und Naturschutz - Charakterisierung einer dynamischen und naturverträglichen Landnutzung. - Vogel und Luftverkehr 22/2000, 46-54.
- REISINGER & LANGE 2005 REISINGER, E. & LANGE, H. (2005): Großflächige Beweidung - ein Praxisbericht aus dem Thüringer Wald. - Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen. 42. Jhrg., 4/05, 142 – 148.
- RIECKEN 1998 RIECKEN, U., FINCK, P., KLEIN, M. & SCHRÖDER, E. (1998): Schutz und Wiedereinführung dynamischer Prozesse als Konzept des Naturschutzes. - Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz 56: 7-19.
- STATISTISCHES BUNDESAMT 2008 STATISTISCHES BUNDESAMT (2008)(Hrsg.): Umweltnutzung und Wirtschaft , Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2008. 142 S.
- UBA PROBAS DB UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Datenbank PROBAS (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente), Sektor: Landw. und Jagd. Im Internet unter: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/sectoren.php?sid=2&step=2> (Stand 23.10.2009)
- UNEP LCIA Final report of the LCIA Definition study, 24.12.2003“, Im Internet bei der UNEP: [www.unep.org/pc/sustain/lcinitiative/lcia\\_program.htm](http://www.unep.org/pc/sustain/lcinitiative/lcia_program.htm) (Stand 25.03.2009)
- UNEP SETAC Dokumente der UNEP-SETAC-Life-Cycle Initiative: „Life Cycle Impact Assessment definition study: Background document III“
- WIEGMANN et al. 2005 WIEGMANN, K., EBERLE, U., FRITSCHKE, U. R., HÜNECKE, K. (2005): Ernährungswende, Umweltauswirkungen von Ernährung - Stoffstromanalysen und Szenarien. Diskussionspapier Nr. 7, Ökoinstitut Darmstadt, Sept. 2005. Im Internet

- als pdf-Download unter: [http://www.ernaerungswende.de/fr\\_ver.html](http://www.ernaerungswende.de/fr_ver.html) (Stand 10.10.2008)
- WILLIAMS 2006 WILLIAMS, A.G., AUDSLEY, E., SANDERS, D.L. (2006): Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Bedford: Cranfield University and Defra. Im Internet unter: <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&ProjectID=11442&FromSearch=Y&Publisher=1&SearchText=is0205&SortString=ProjectCode&SortOrder=Asc&Paging=10#Description> (Stand 10.09.2009)
- WITTSTOCK et al. 2008 WITTSTOCK, B., T. KOELLNER, R. MÜLLER-WENK, M. BRANDAO, M. MARGNI, B. CIVIT, L. MILA I CANALS (2008): Modeling land use impacts on biodiversity and ecosystem services. The 8th International Conference on EcoBalance, December 10-12, 2008, Tokyo, Japan

## Mitteilungsverzeichnis

|                   |   |
|-------------------|---|
| AGRAR 2008        | Agrar GmbH Crawinkel: persönliche Mitarbeitergespräche in der Zeit vom 15. bis 19.12.2008   |
| AGRAR 2009        | Agrar GmbH Crawinkel: Email von Heinz Bley mit Betriebsdaten, Oktober 2009  |
| BLEY 2008         | Bley, Heinz, Geschäftsführer der Agrar GmbH Crawinkel: persönliche Gespräche, Oktober/Dezember 2008   |
| BLEY 2009         | Bley, Heinz, Geschäftsführer der Agrar GmbH Crawinkel: telefonische Auskunft vom März 2009  |
| BOGUHN 2009       | Boguhn Dr., Jeannette, Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung: telefonische Auskunft vom 23.04.2009  |
| DEIMLING 2009     | Deimling, Sabine, PE International Echterdingen: mündliche Auskunft vom 04.03.2009  |
| EURICH 2009       | Eurich-Menden Dr., Brigitte, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) in Darmstadt: telefonische Auskunft vom 03.03.2009            |
| HECKENBERGER 2009 | Heckenberger Dr., Gerd, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Sachsen-Anhalt (LLFG): telefonische Auskunft vom 06.03. und vom 21.04.2009 |
| HOTHUM 2009       | Hothum, Silke, PE International Echterdingen: mündliche Mitteilung vom 02.03.2009   |
| REISINGER 2009    | Reisinger, Edgar, Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie: telefonische Auskunft vom 06./ 11.03.2009  |
| SCHMINCKE 2008    | Schmincke Dr., Eva, Five Winds International, Tübingen: mündliche Mitteilung vom Oktober 2008   |
| STEINGAß 2009     | Steingäß Dr., Herbert, Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung: telefonische Auskunft vom 04.03.2009  |