

S O C I A L E C O L O G Y W O R K I N G P A P E R 1 5 8

Marie-Theres Wendl

**Ökobilanzierung im Zierpflanzenbau
Treibhausgasemissionen der Produktion von
Zierpflanzen am Beispiel eines traditionellen
Endverkaufsbetriebs in Österreich**

Marie-Theres, Wandl, 2015:

Ökobilanzierung im Zierpflanzenbau. Treibhausgasemissionen der Produktion von Zierpflanzen am Beispiel eines traditionellen Endverkaufsbetriebs in Österreich

Social Ecology Working Paper 158
Vienna, March 2015

ISSN 1726-3816

Institute of Social Ecology
IFF - Faculty for Interdisciplinary Studies (Klagenfurt, Graz, Vienna)
Alpen-Adria-Universität
Schottenfeldgasse 29
A-1070 Vienna

www.aau.at/socec
workingpaper@aau.at

© 2015 by IFF – Social Ecology

Marie-Theres Wendl

Ökobilanzierung im Zierpflanzenbau
Treibhausgasemissionen der Produktion von Zierpflanzen am Beispiel
eines traditionellen Endverkaufsbetriebs in Österreich

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Magistra der Sozial- und
Wirtschaftswissenschaften

Masterstudium Sozial- und Humanökologie

Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
Fakultät für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung

Begutachter: Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Helmut Haberl

Institut für Soziale Ökologie

März 2015

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die direkt oder indirekt zum Erfolg dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie. Meinen Eltern, die immer an mich glauben und mich stets unterstützen, aber mich dennoch seit jeher zur Selbstständigkeit erzogen haben. Meinem Partner und zugleich besten Freund Arno, der immer bei mir ist, selbst wenn er nicht da ist. Meiner Schwester Veronika für die fortwährende Motivation und dem nötigen Maß an Ablenkungen, wenn diese erforderlich war. Ein großer Dank geht an meine treuen Freundinnen Iris Mayrhofer und Ulrike Wieser für ihre immerwährende Unterstützung.

Für die fachliche Betreuung und die Ermutigung dieses Thema zu wählen, möchte ich mich bei meinem Betreuer Helmut Haberl bedanken. Danke auch für die Unterstützung zur Durchführung des Auslandsaufenthaltes und die sehr angenehme Betreuungssituation jenseits kontinentaler Grenzen.

A special thanks goes to Kate Brauman and Graham McDonald for supervising me during my stay in the US. Working with you guys opened new perspectives and helped to write this thesis and the consecutive paper. Thanks for your time and support. Indeed my thanks goes to the whole IonE-team for making me an equal member of their team during my entire stay.

Mein Dank richtet sich auch an Daniela Kaiser und Alois Eckerstofer, die nicht müde wurden die täglichen Erntemengen diverser Schnittblumen zu zählen.

Zu guter Letzt möchte ich mich auch bei dem gesamten SEC-Team bedanken, da ich ohne die hochwertige Betreuung und das Engagement des Lehre-Teams, während des gesamten Masterstudiums, diese Arbeit nicht in dieser Form verwirklichen hätte können.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich

- die eingereichte wissenschaftliche Arbeit selbst ständig verfasst und andere als die angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe,
- die während des Arbeitsvorganges von dritter Seite erfahrene Unterstützung, einschließlich signifikanter Betreuungshinweise, vollständig offengelegt habe,
- die Inhalte, die ich aus Werken Dritter oder eigenen Werken wortwörtlich oder sinngemäß übernommen habe, in geeigneter Form gekennzeichnet und den Ursprung der Information durch möglichst exakte Quellenangaben (z.B. in Fußnoten) ersichtlich gemacht habe,
- die Arbeit bisher weder im Inland noch im Ausland einer Prüfungsbehörde vorgelegt habe und - zur Plagiatskontrolle eine eingereichte digitale Version der Arbeit eingereicht habe, die mit der gedruckten Version übereinstimmt.

Ich bin mir bewusst, dass eine tatsächenswidrige Erklärung rechtliche Folgen haben wird.


(Unterschrift)

Minneapolis, 12. März 2015
(Datum, Ort)

Abstract

The aim of this study is to investigate the ecological consequences of floricultural production. This is achieved by examining the greenhouse gas emissions related to traditional floricultural production in Austria in form of a case study. The nursery which is at the heart of the case study is producing different kinds of cut flowers, potted plants as well as herbs, young plants of vegetables and salad. These products are grown in the nursery and sold directly to the consumer. The methodological approach used in this study is largely based on the method of life cycle assessment and operational ecobalance. The examination period is from 2009 until 2013, spanning a total of 5 years. The results show that the main contribution to the greenhouse gas emission balance at company level is due to the heating of the greenhouses. This factor accounts for approximately 75 percent of the total emissions. Other emissions that were originally expected to have a significant impact such as fertilizers and pesticides are shown to be of minor importance. In comparison to cut flowers produced in the Global South it will be shown that production in Austria causes higher greenhouse gas emissions that stems from the necessity of heating the greenhouses. Floricultural production in the Global South is likely to have other ecological, human and social impacts which are not considered explicitly in the present study. When the company based results are allocated to several different categories of flowers it can be seen that there are some flowers that do not use heated greenhouses and their emissions are therefore significantly reduced. The introduction of different functional units makes it possible to compare the emissions for different kinds of flowers. The functional unit “duration of flowering” is developed and it is shown, that this is a useful approach for the comparison of different kinds of flowers allowing for a meaningful comparison of cut flowers and potted plants. In the present setting, the most potential to reduce the greenhouse gas emissions is to minimize the heating requirements. There are several starting points for a reduction such as better insulation of the greenhouses, different heating systems and a heating supply not based on fossil fuels.

Abstract

Ziel dieser Studie ist es, die ökologischen Konsequenzen des Zierpflanzenbaus aufzuzeigen. Um dieses zu erreichen, wurde eine Analyse jener Treibhausgasemissionen, die mit traditionellem Zierpflanzenbau in Österreich verbunden sind, anhand einer Fallstudie, durchgeführt. Der Fallbetrieb produziert sowohl verschiedene Arten von Schnittblumen und Topfpflanzen, als auch Kräuter und Gemüse- und Salatjungpflanzen. Bei dem Fallbetrieb handelt es sich um einen klassischen Endverkaufsbetrieb. Der methodische Zugang dieser Studie ist auf die Lebenszyklusanalyse und die betrieblichen Ökobilanzierung gestützt. Der Untersuchungszeitraum reicht von 2009 bis 2013 und beträgt damit fünf Jahre. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten Treibhausgasemissionen auf Betriebsebene auf die Beheizung der Gewächshäuser zurückzuführen sind. Dieser Faktor verursacht rund 75 Prozent der gesamten Emissionen. Andere Faktoren, die ursprünglich als signifikant eingestuft wurden, wie Dünger oder Pflanzenschutzmittel, zeigen nur geringen Einfluss. Im Vergleich zu Schnittblumen, die in Ländern des globalen Südens produziert werden, ist die Produktion von Schnittblumen in Österreich mit höheren Emissionen verbunden, da hier die Notwendigkeit besteht, die Gewächshäuser zu heizen. Zierpflanzenproduktion in Ländern des globalen Südens ist allerdings häufig mit anderen ökologischen und sozialen Konsequenzen verbunden, die jedoch nicht ausdrücklich in der Studie untersucht wurden. Durch die Aufteilung der Ergebnisse der betrieblichen Produktion auf verschiedene Kategorien von Zierpflanzen, kann gezeigt werden, dass einige Zierpflanzen kaum beheizte Gewächshäuser benötigen und daher ihre Treibhausgasemissionen signifikant geringer sind. Die Einführung unterschiedlicher funktioneller Einheiten macht es möglich, die verschiedenen Ergebnisse für die verschiedenen Arten von Zierpflanzen zu diskutieren. Die funktionelle Einheit „Tage Blühdauer“ wird entwickelt und es wird gezeigt, dass dieser Zugang u.a. hilfreich für den Vergleich von Schnittblumen und Topfpflanzen ist. Für die Produktion von Zierpflanzen in Österreich bergen Einsparungen bei der Heizenergie das größte Reduktionspotential der Treibhausemissionen. Es gibt diesbezüglich mehrere Ansatzpunkte für Einsparungen, wie zum Beispiel die Isolierung von Gewächshäusern, verschiedene Heizungssysteme und die Wahl eines Heizungstyps, der nicht auf fossile Energieträger basiert.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	11
2	Zierpflanzenbau in Österreich.....	12
3	Der internationale Zierpflanzenmarkt.....	14
4	Ökobilanzen	15
4.1	Terminologie	15
4.2	Lebenszyklusanalyse – LCA	15
4.2.1	Einführung.....	15
4.2.2	Phase der Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen.....	17
4.2.3	Sachbilanz-Phase.....	18
4.2.4	Wirkungsabschätzung	18
4.2.5	Auswertung	19
4.3	Betriebliche Ökobilanzierung.....	19
4.4	Methodischer Ansatz dieser Studie	20
5	Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens	21
6	Treibhauspotential – Global Warming Potential	23
7	Betriebsbeschreibung Fallbetrieb	24
7.1	Lage und Größe.....	24
7.2	Geschichte	25
8	Überblick Datenerhebung	25
8.1	Ernteerhebung	26
8.2	Expertengespräche.....	26
8.3	Flächenerhebung	26
8.4	Erhebung des Gewichts einiger Produktionsmittel	26
8.5	Datenquellen der Emissionsfaktoren	27
9	Emissionsrelevante Faktoren.....	27
9.1	Blumen, Pflanzen und Gemüse.....	27
9.1.1	Sommerschnitt.....	29
9.1.2	Beet- und Balkon	29
9.1.3	Pelargonien	30
9.1.4	Amaryllis.....	30
9.1.5	Azaleen	30
9.1.6	Callas	31
9.1.7	Chrysanthemen	31
9.1.8	Cyclamen	32
9.1.9	Dahlien	32
9.1.10	Freesien und Ranunkeln	32
9.1.11	Fruchtgemüse	32
9.1.12	Frühlingsblüher.....	33
9.1.13	Gemüse und Salat.....	33
9.1.14	Hyazinthen	33
9.1.15	Iris	33
9.1.16	Kräuter	34
9.1.17	Lilien.....	34
9.1.18	Poinsettien	34
9.1.19	Primeln	35
9.1.20	Rosen.....	35

9.1.21	Viola	36
9.2	Wärme	36
9.2.1	Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen.....	36
9.2.2	Allokationen	36
9.2.3	Emissionswerte	39
9.3	Dünger	39
9.3.1	Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen.....	39
9.3.2	Emissionswerte	40
9.4	Pflanzenschutzmittel	42
9.4.1	Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen.....	42
9.4.2	Emissionswerte	43
9.5	Kultursubstrate	43
9.5.1	Substrate extern	43
9.5.2	Substrat aus eigener Erzeugung – Substrat intern.....	45
9.6	Kulturgefäße	45
9.6.1	Emissionswerte	46
9.7	Gewächshausinfrastruktur.....	46
9.7.1	Emissionswerte	49
9.8	Heizöl.....	49
9.8.1	Emissionswerte	50
9.9	Strom	50
9.9.1	Emissionswerte	50
9.10	Kulturschemata.....	51
9.11	Allokation mittels Kulturschemata	52
9.11.1	Pflanzenschutzmittel.....	52
9.11.2	Dünger	52
9.11.3	Heizöl	53
9.11.4	Substrate.....	53
9.11.5	Torf.....	55
9.11.6	Kulturgefäße.....	55
9.11.7	Heizenergie	55
9.11.8	Gewächshausinfrastruktur	55
9.11.9	Elektrische Energie	56
10	Ergebnisse	56
10.1	Ergebnisse auf betrieblicher Ebene	56
10.2	Verteilung der Faktoren auf Ebene der Kategorien	59
10.3	Funktionelle Einheiten.....	61
10.3.1	Hektar Produktionsfläche als Funktionelle Einheit	62
10.3.2	Kilogramm Produkt als funktionelle Einheit.....	62
10.3.3	Stück als funktionelle Einheit	62
10.3.4	Ein Euro Verkaufspreis als funktionelle Einheit.....	63
10.3.5	Blühdauer als funktionelle Einheit.....	63
10.4	Vergleich der Ergebnisse unter Anwendung der verschiedenen funktionellen Einheiten.....	65
11	Diskussion.....	68
11.1	Ernteertrag.....	68
11.2	Heizung	71
11.3	Nicht berücksichtigte Faktoren.....	74

11.3.1	Der Lebensweg vor dem Eintritt in den Betrieb.....	74
11.3.2	Nicht berücksichtigte Faktoren innerhalb der betrieblichen Produktion	76
11.3.3	Der Lebensweg nach der Fertigstellung des Produktes.....	78
11.4	Vergleich der Ergebnisse mit jenen anderer Studien.....	79
11.5	Nord – Süd Vergleich.....	81
12	Conclusio	82
13	Literaturverzeichnis	85
14	Anhang.....	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Anzahl der Betriebe mit überwiegender Produktionsrichtung Blumen und Zierpflanzen (Statistik Austria 2015).....	13
Abbildung 2	Globales Handelsvolumen (United Nations 2015)	14
Abbildung 3	Vereinfachte Darstellung des Lebenswegs eines Produktes eigene Darstellung nach Klöpffer und Grahl (2009)	16
Abbildung 4	Phasen einer LCA (Finkbeiner et al. 2006).....	17
Abbildung 5	Einflussfaktoren der betrieblichen Produktion	20
Abbildung 6	Lebensweg der Zierpflanze	21
Abbildung 7	Skizze eines deutschen Normgewächshauses (Degen und Schrader 2014).....	47
Abbildung 8	Heizölverbrauch im Fallbetrieb 2009 – 2013.....	50
Abbildung 9	Ergebnisse der Produktionsbilanz pro emissionsrelevanten Faktor in kg Co ₂ -Äqu.; logarithmisch skaliert	57
Abbildung 10	Ergebnisse der Produktionsbilanz – Detaildarstellung der emissionsrelevante Faktoren, die zusammen mehr als 20% der gesamten Produktionsbilanz ausmachen	57
Abbildung 11	Ergebnisse der Produktionsbilanz - Detaildarstellung der emissionsrelevante Faktoren, die zusammen weniger als 5% der gesamten Produktionsbilanz ausmachen	58
Abbildung 12	Anteil der emissionsrelevanten Faktorengruppen an der gesamten Produktionsbilanz.....	58
Abbildung 13	Anteil der emissionsrelevanten Faktoren (gruppiert) pro Kategorie.....	59
Abbildung 14	Abweichungen der einzelnen Kategorien im Vergleich zur Produktionsbilanz.....	61
Abbildung 15	Emissionen pro Stück.....	66
Abbildung 16	Emissionen pro Euro Verkaufspreis.....	66
Abbildung 17	Emissionen pro Tag Blühdauer	67
Abbildung 18	Treibhausgasemissionen von Callas und Iris bei Betrachtung in einem Zeitraum von 30 Tagen	68
Abbildung 19	Einfluss des Ernteertrags auf Emissionen von Rosen pro Tag Blühdauer und Stück.....	70
Abbildung 20	Unterschiede in den CO ₂ -Äqu. Emissionen.....	72
Abbildung 21	Lebenszyklus der Kategorien inkl. Untergruppen Voll ausgefüllte Felder bedeuten, dass die Produktionsstufe im Fallbetrieb anfällt, nicht ausgefüllt Felder bedeuten, dass die Produktionsstufe außerhalb des Fallbetriebs stattfindet.	75

Abbildung 22 Einsatz von Pflanzenschutzmittel bei Lazzerini et al. (2014) im Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie	80
Abbildung 23 Einsatz von Dünger bei Lazzerini et al. (2014) im Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie	81

Bilderverzeichnis

Bild 1 Satellitenbildaufnahme des Fallbetriebs	25
Bild 2 Callas	31
Bild 3 Tulpen kurz vor der Ernte	33
Bild 4 Rosmarin – Stecklinge in der Vermehrungsplatte	34
Bild 5 Rosen im Gewächshaus – Jänner 2015	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Treibhauspotential	23
Tabelle 2 Entwicklung der Beet- und Balkonblumen	30
Tabelle 3 k'-Werte der unterschiedlichen Eindeckmaterialien und Heizsysteme.....	37
Tabelle 4 Wärmeverbrauch pro Jahr	38
Tabelle 5 Unterschiede zwischen errechnetem und tatsächlichem Heizwärmeverbrauch	39
Tabelle 6 Menge an Dünger gemessen in Reinnährstoffen	40
Tabelle 7 Übersicht der Emissions-, Verflüchtigungs- und Auswaschungsfaktoren für direkte und indirekte N ₂ O Emissionen	42
Tabelle 8 Menge Substrat extern	44
Tabelle 9 Zusammensetzung der Substrate aus EPAGMA (2012)	44
Tabelle 10 Materialeinsatz Gewächshäuser	47
Tabelle 11 Jährlicher Materialeinsatz der Gewächshäuser	49
Tabelle 12 Anteil an Vermehrungs und Aussaatsubstrat je Kategorie	54
Tabelle 13 Füllmenge je Topfgröße.....	54
Tabelle 14 Lebensdauer Schnittblumen	64
Tabelle 15 Blühdauer von Topfpflanzen	65

Abkürzungsverzeichnis

CO₂ Kohlendioxid

CO₂-Äqu. CO₂-Äquivalent

GWP Global Warming Potential

ha Hektar

hV hypothetischer Verbrauch

K Kalium

kg Kilogramm

kWh Kilowattstunde

LCA Life Cycle Assessment; Lebenszyklusanalyse

LCI Life Cycle Inventory; Sachbilanz-Phase

m² Quadratmeter

m³ Kubikmeter

CH₄ Methan

MW Mittelwert

N Stickstoff

N₂O Distickstoffmonoxid

NO₃ Nitrate

NH₄ Ammonium

NO_x Stickoxide

NH₃ Ammoniak

P Phosphor

p.a. jährlich (per anno)

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change -
Klimarahmenkonvention

z.B. zum Beispiel

1 Einleitung

Welche ökologischen Folgen hat die Produktion von Zierpflanzen? Diese sehr breite Frage formuliert das primäre Erkenntnisinteresse dieser Masterarbeit. Im Konkreten befasst sich die hier vorliegende Studie mit der Produktion von Zierpflanzen unter traditionell kleinräumlichen Produktionsbedingungen in Österreich und analysiert die damit verbundenen Treibhausgasemissionen am Beispiel eines Fallbetriebs.

Im Zuge des Erreichens bzw. Überschreitens der planetarischen Grenzen werden Fragen nach den Umweltauswirkungen unserer Lebens- und Produktionsweisen immer zentraler. Drei von neun dieser planetarischen Grenzen sind zu Beginn des 21. Jahrhunderts bereits überschritten, verursacht durch unsere industrielle Lebensweise. Jene Bereiche bei denen wir die Grenzen zum Teil massiv überschritten haben sind Klimawandel, Biodiversitätsverlust und der globalen Stickstoffzyklus (Rockström et al. 2009). Klimawandel hat sich in den letzten Jahren, sowohl im gesellschaftlichen als auch im politischen Diskurs, als der wohl prominenteste Faktor entwickelt.

In dieser Studie soll vor allem der Faktor Klimawandel betrachtet werden, da landwirtschaftliche Praktiken im Anthropozän (Crutzen 2002) einen erheblichen Teil zum Anstieg von klimarelevanten Gasen beitragen. Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Distickstoffmonoxid (N_2O) sind die Hauptantreiber des anthropogen verursachten Klimawandels. Insgesamt tragen diese drei Gase zu 80% des Anstiegs des globalen Strahlungsantriebs bei, daher werden in dieser Studie stellvertretend diese drei Treibhausgase betrachtet (IPCC 2013).

Wenn man an Landwirtschaft denkt, so kommt einem mit großer Wahrscheinlichkeit nicht als erstes Zierpflanzenbau in den Sinn. Dennoch ist der Zierpflanzenbau eine Form der Landwirtschaft - wenn auch eine intensive, hoch spezialisierte. Der wohl größte Unterschied im Vergleich zu Acker- und Feldgemüsebau liegt in dem Einsatz von Gewächshäusern, der, sowohl global als auch in Österreich, immer wichtiger wird (Stanghellini et al. 2003). Obwohl der Einsatz von Gewächshäusern ökonomisch effizient ist und eine hohe Ressourceneffizienz mit sich bringt, so gehen damit auch ökologisch bedenkliche Faktoren einher. So ist der Anbau in Gewächshäusern mit hohem Pestizideinsatz, großen Mengen an Heizenergie und massiven Abfallaufkommen verbunden (Stanghellini et al. 2003).

Treibhausgasemissionen stellen nur einen kleinen Teil der ökologischen Konsequenzen des Zierpflanzenbaus dar. Andere Konsequenzen wie Versauerung, Biodiversitätsverlust, das Aufkommen regionaler Umweltprobleme und Einflüsse auf die menschliche Gesundheit sind ebenso zu erwähnen, werden allerdings im Rahmen dieser Studie nicht genauer untersucht. Neben diesen Faktoren, dürfen insbesondere bei der Produktion von Schnittblumen in Ländern des globalen Südens, sozial bedenkliche Auswirkungen nicht gänzlich unbeachtet bleiben. Die Schnittblumenindustrie hat sich in den letzten Jahrzehnten zu einem wichtigen Faktor in der Entwicklung einiger Länder (u.a. Kenia, Äthiopien, Kolumbien und Ecuador) ausgebildet und profitiert von weniger strikten staatlichen Bestimmungen und Kontrollen in Bezug auf den Einsatz von Pestiziden, Düngemittel, aber auch in Bezug auf Arbeitszeiten und Arbeitnehmerschutz. Darüber hinaus profitiert diese sehr arbeitszeitintensive Industrie von den niedrigen Löhnen in Ländern des globalen

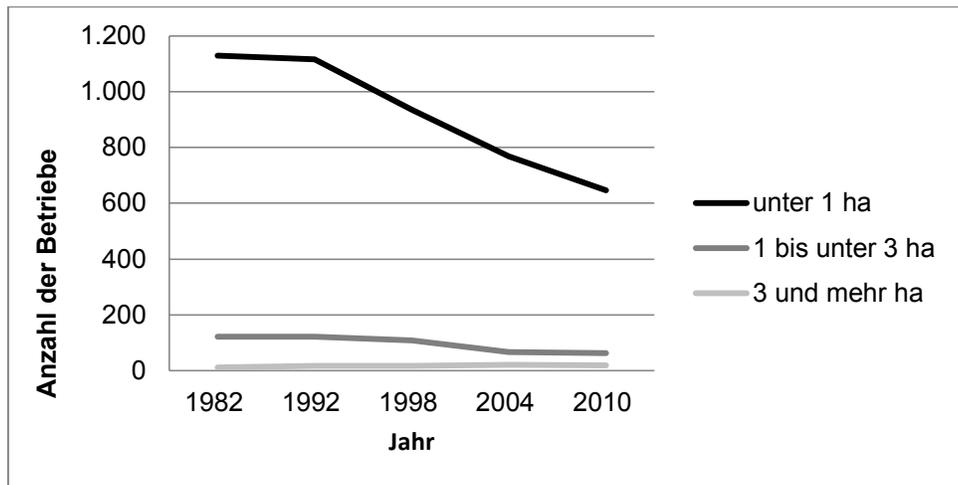
Südens, im Vergleich zu traditionellen Produktionsstandorten wie den Niederlanden oder Italien (Maharaj und Dorren 1995; Riisgaard 2007; Franze und Ciroth 2011; Mekonnen et al. 2012).

Im ersten Kapitel werden die Situation und die Entwicklungen des Zierpflanzenbaus in Österreich beschrieben. Dabei wird auf strukturelle Komponenten und die Produktionsschwerpunkte im Land eingegangen. Anschließend wird der Fokus kurz auf den internationalen Zierpflanzenmarkt gelegt, wobei dabei das Hauptaugenmerk dabei auf der Entwicklung des Schnittblumensektors liegt. Im darauffolgenden Kapitel wird das Konzept der Ökobilanzierung aufgegriffen und deren Varianten der Lebenszyklusanalyse und die betriebliche Ökobilanzierung beschrieben. Den Abschluss dieses Kapitels bildet die Beschreibung des methodischen Ansatzes, der im Zuge dieser Studie gewählt wurde. Im Anschluss daran werden das Ziel und der Untersuchungsrahmen dieser Studie beschreiben, die konkreten Forschungsfragen werden in diesem Kapitel ebenfalls angeführt. Im nächsten Kapitel wird das Modell des Treibhausgaspotentials dargestellt. Darauf folgt die Beschreibung des Fallbetriebs, bevor im Anschluss die Vorgangsweise bei der Datenerhebung und die einzelnen emissionsrelevanten Faktoren vorgestellt werden. Im darauffolgenden Kapitel werden die Ergebnisse dargestellt. Zunächst wird das Ergebnis auf Ebene des gesamten Produktionssystems erläutert. Anschließend werden verschiedene funktionelle Einheiten vorgestellt, die Emissionsbilanz darauf bezogen und die dadurch entstehenden Auswirkungen diskutiert. Im Diskussionsteil in Kapitel 11 werden einflussreiche Faktoren und deren Auswirkungen erörtert und zudem die im Zuge der Studie nicht berücksichtigten Faktoren diskutiert. Die Ergebnisse werden jenen anderer Studien gegenübergestellt und diskutiert. Den Abschluss bildet die Conclusio, in der die Ergebnisse nochmals zusammengefasst und die wichtigsten Einsichten, die aus der Studie gewonnen werden konnten, erläutert werden. Abschließend wird das Potential für weitere Forschung auf diesem Gebiet dargestellt.

2 Zierpflanzenbau in Österreich

In den letzten 30 Jahren ist die Anzahl jener Betriebe in Österreich, welche überwiegend Blumen und Zierpflanzen produzieren, um über 40% zurückgegangen, wie, Abbildung 1 darstellt. Dieser Rückgang betrifft vor allem Betriebe mit einer Betriebsgröße von unter einem ha, die sowohl bezogen auf die Anzahl der Betriebe, als auch auf die bewirtschaftete Fläche die größte Fraktion darstellen. Die durchschnittliche Größe der Betriebe ist seit den 1980er Jahren ebenso rückläufig.

Abbildung 1 Anzahl der Betriebe mit überwiegender Produktionsrichtung Blumen und Zierpflanzen (Statistik Austria 2015)



Bemerkenswert ist, dass der Anteil an Unterglasfläche, unabhängig von der Betriebsgröße, seit Anfang der 1980er Jahre bedeutend zunahm. Im Jahr 2010 lag der Anteil an Unterglasfläche durchschnittlich bei knappen 50%.

Im Jahr 2004 gab es rund 6.000 Arbeitskräfte (inkl. Betriebsführer) im Bereich Blumen- und Zierpflanzenbau. Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre und dem neuerlichen Rückgang der Betriebe, ist anzunehmen, dass sich diese Zahl bis zum heutigen Zeitpunkt nochmals verringert hat.

Wie im gesamten landwirtschaftlichen Bereich hat im Blumen- und Zierpflanzenbau die Beschäftigung von Familienangehörigen eine große Bedeutung (Ministerium für ein lebenswertes Österreich 2014). Im Bereich Zierpflanzenbau waren 2004 rund ein Drittel der Arbeitskräfte entweder Betriebsführer bzw. Betriebsführerinnen oder familieneigene Arbeitskräfte, wobei dieser Anteil jedoch sehr stark von der Größe des Betriebes variiert und bei kleineren Betrieben ein Größerer ist.

Die dominierende Betriebsform in Österreich ist jene des Endverkaufsbetriebs, zu der über 80% der Betriebe zu zählen sind. Unter Endverkaufsbetrieb versteht man einen Betrieb, im Rahmen dessen die selbst produzierte Ware auch direkt in diesem oder zum Teil in diesem an den Endverbraucher bzw., an die Endverbraucherin gelangt. Diese Betriebsform steht im Unterschied zu Produktionsbetrieben, die ihre Produkte über Handelsketten, Erzeugerorganisationen, Großmärkte und den Blumenhandel vertreiben. Letztere Vertriebsformen sind in Österreich von geringerer Bedeutung, wobei diese regional unterschiedlich ist. (Bundesverband der österreichischen Gärtner 2015).

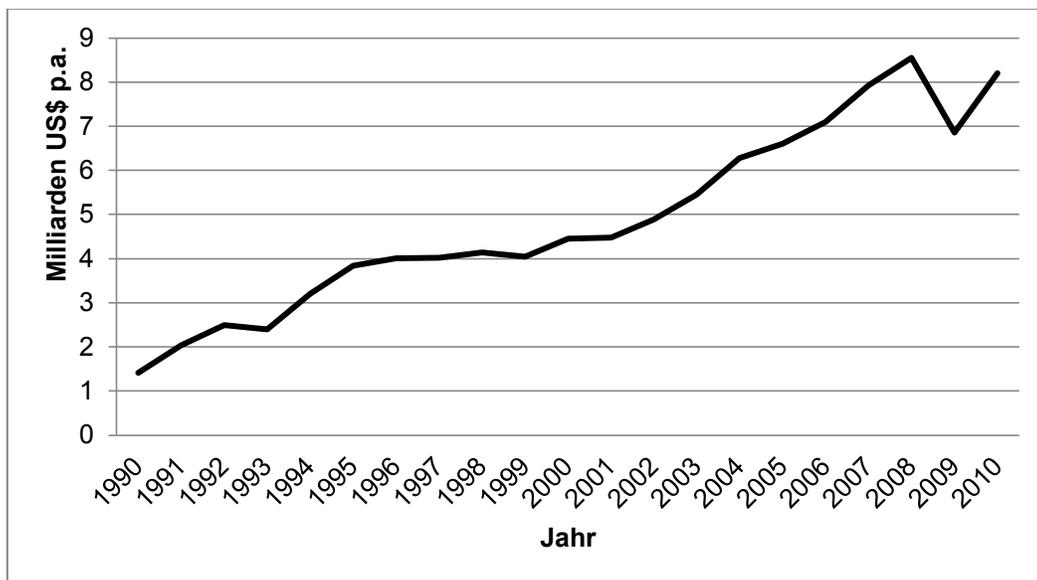
In Österreich werden sowohl Topfpflanzen als auch Schnittblumen produziert, wobei erstere die wichtigere Rolle spielen. Nur wenige Gärtnereien sind auf die großmaßstäbige Produktion von Schnittblumen ausgerichtet. Wenn ein Betrieb Schnittblumen produziert, so geschieht dies meist für den betriebseigenen Bedarf (Bundesverband der österreichischen Gärtner 2015).

Zu den Hauptkulturen im Bereich Topfpflanzen zählen Pelargonien, Begonien, Viole, Primeln, Poinsettien und Topfchrysanthenen. In den letzten Jahren werden zunehmenden Gemüsepflanzen und Kräuter in Gärtnereien angeboten (Bundesverband der österreichischen Gärtner 2015). Ähnlich wie in Deutschland, werden als Schnittblumen vor allem Rosen, Tulpen, Narzissen, Chrysanthenen, Gerbera, Dahlien und Schnittgrün produziert (Bundesverband der österreichischen Gärtner 2015; AIPH 2011).

3 Der internationale Zierpflanzenmarkt

Im Zeitraum von 1990 bis 2008 ist das globale Handelsvolumen frischer Schnittblumen konsistent gewachsen, wie Abbildung 2 zeigt. Die wichtigsten Exporteure frischer Schnittblumen sind die Niederlande, Kolumbien, Ecuador, Kenia, Belgien und Italien. Die Niederlande sind der mit Abstand wichtigste Exporteur und Handelszentrum. Diese Dominanz besteht nicht nur aufgrund der Tatsache, dass in den Niederlanden viele Schnittblumen produziert werden, sondern auch, weil in den Niederlanden die wichtigsten Handelszentren (Aalsmeer, Naaldwijk, Rijnsburg, Venlo, Bleiswijk und Eelde) für Schnittblumen und Zierpflanzen beheimatet sind.

Abbildung 2 Globales Handelsvolumen (United Nations 2015)



Seit den 1980er Jahren, spätestens aber mit Beginn der 1990er Jahre zeigt sich, dass Zierpflanzen, insbesondere Schnittblumen, zunehmend in Ländern des globalen Südens produziert werden, während die Produktion in Ländern des globalen Nordens rückläufig ist, wie am Beispiel Österreich in Kapitel 2 gezeigt wurde. Kolumbien, Ecuador und Kenia zählen seit Mitte der 1990er zu den größten Exporteuren an Schnittblumen. In den letzten Jahren hat sich allen voran Äthiopien als rasant wachsender Erzeuger für Schnittblumen entwickelt.

4 Ökobilanzen

Im nächsten Kapitel wird der Begriff der Ökobilanz beschrieben. Anschließend werden die unterschiedlichen Ausprägungen von Ökobilanzen in Form der Lebenszyklusanalyse und der betrieblichen Ökobilanz dargestellt. Zum Abschluss des Kapitels wird der in dieser Studie angewendete Ansatz erklärt.

4.1 Terminologie

Erstmalig wurde der Begriff Ökobilanz im Zuge einer Packstoffstudie des Schweizer Bundesamtes für Umweltschutz im Jahr 1984 verwendet (Klöpffer und Grahl 2009). Im deutschsprachigen Raum wird der Terminus Ökobilanz nicht einheitlich gebraucht, da er sich sowohl auf eine produktbezogene, als auch auf eine betriebliche Ökobilanz beziehen kann. Im englischen Sprachraum hingegen wird der produktbezogene Ansatz eindeutig als life cycle assessment (LCA) bezeichnet wird. Das deutschsprachige Äquivalent ist der Begriff der Lebenszyklusanalyse, jedoch konnte sich dieser bei offiziellen Normen nicht durchsetzen (Klöpffer und Grahl 2009). Die aktuellen Normen der International Standard Organisation verwenden weiterhin den Begriff Ökobilanz (ISO 2006b). In der hier vorliegenden Arbeit wird jedoch die Abkürzung LCA oder der Begriff Lebenszyklusanalyse verwendet, wenn von einer produktbezogene Ökobilanz gesprochen wird und der betriebliche Ansatz wird als betriebliche Ökobilanzierung bezeichnet, um Verwechslungen vorzubeugen.

4.2 Lebenszyklusanalyse – LCA

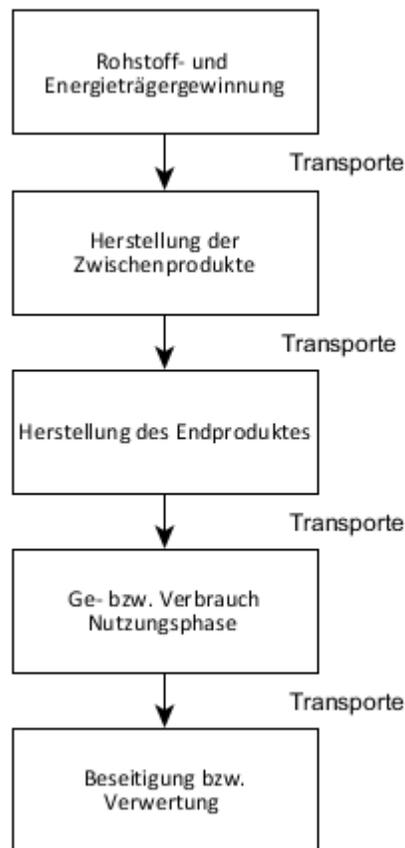
In den folgenden Abschnitten wird zu nächst die Lebenszyklusanalyse detailliert vorgestellt und im Anschluss kurz auf die betriebliche Ökobilanzierung eingegangen. Abschließend wird auf das Verhältnis beider Ansätze eingegangen und der hier verwendete Ansatz vorgestellt, der den Lebenszyklus der Produkte auf die betriebliche Ebene eingrenzt.

4.2.1 Einführung

Die LCA ist eine Methode, mit deren Hilfe die Umweltauswirkungen eines Produktes oder einer Dienstleistung beschrieben werden. Die Methode orientiert sich am Lebenszyklus eines Produktes und stellt die Umweltauswirkungen bezogen auf die einzelnen Abschnitte des Lebenszyklus dar. Die International Standard Organisation definiert seit den 1990er Jahren die Rahmenbedingungen dieser Methode und deren Anwendung. In der aktuellen Version der ISO Standards 14040 und 14044 kommt folgende Definition zur Anwendung (ISO 2006b; ISO 2006a):

„Die Ökobilanz bezieht sich auf die Umweltaspekte und potenziellen Umweltwirkungen (z. B. Nutzung von Ressourcen und die Umweltauswirkungen von Emissionen) im Verlauf des Lebensweges eines Produktes von der Rohstoffgewinnung über Produktion, Anwendung, Abfallbehandlung, Recycling bis zur endgültigen Beseitigung (d. h. „von der Wiege bis zur Bahre“).“

Abbildung 3 Vereinfachte Darstellung des Lebenswegs eines Produktes eigene Darstellung nach Klöpffer und Grahl (2009)

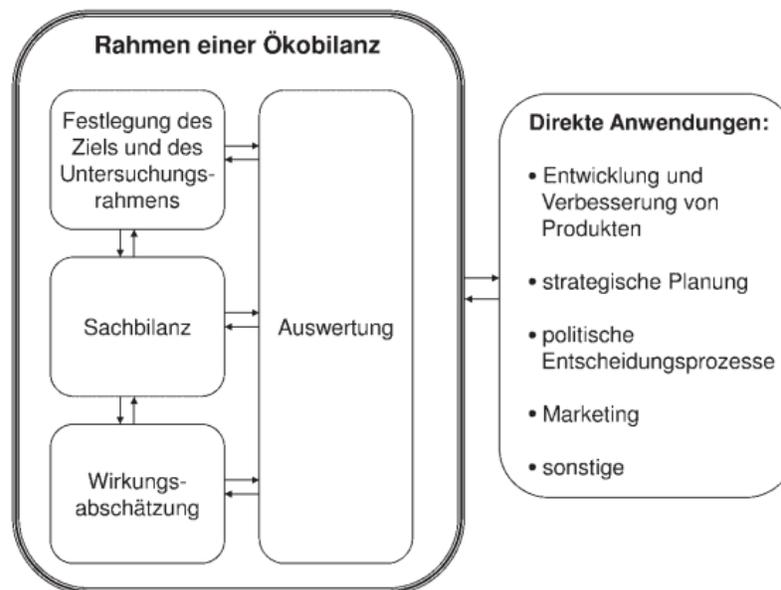


Dabei wird der Lebensweg als Aneinanderreihung einzelner Prozesse verstanden, wie Abbildung 3 zeigt. Diese Sichtweise ermöglicht es, einzelne kritische Punkte in Bezug auf Umweltauswirkungen im Lebensweg eines Produktes zu identifizieren, Optimierungen gezielt auszumachen und anzusetzen. Im Idealfall wird der gesamte Lebensweg eines Produktes „from cradle to grave“ betrachtet. Nur unter Verwendung dieses Prinzips wird sichergestellt, dass sämtliche Umwelteinwirkungen (die mit dieser Methode messbar sind) entlang der verschiedenen Produktions- und Lebensstadien eines Produktes betrachtet werden.

Oft wird jedoch nur eine eingeschränkte Betrachtung vorgenommen. Gerne wird der Ansatz „von der Wiege bis zum Fabrikstor“ („from cradle to gate“) gewählt. Dabei entfallen jene Elemente des Lebenszyklus, die das Produkt nach dem Verlassen bestimmter Betriebsgrenzen durchlebt. Grund für diese Einschränkung ist in vielen Fällen die mangelnde Datenverfügbarkeit bzw. schwierige Datenerhebung. Sobald ein Produkt das Betriebsgebäude verlässt, besteht nicht mehr die Möglichkeit, das weitere Leben eines Produktes genau nachzuvollziehen. Es kann zu enormen Unterschieden in der Nutzung eines Produktes kommen, gleiches gilt für die Entsorgung eines Produktes. So hängen zum Beispiel die tatsächliche Lebensdauer eines Autos sowie der Verbrauch von Treibstoff von der Fahrweise des Fahrers, bzw. der Fahrerin ab. Ebenso verhält es sich mit der Entsorgung.

Für eine vollständige LCA gibt es gemäß ISO vier Phasen, die iterativ durchlaufen werden. Die Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens, die Sachbilanz-Phase, die Wirkungsabschätzung und die Phase der Auswertung (ISO 2006b), wie Abbildung 4 darstellt. Der Bereich der direkten Anwendung fällt nicht in den von ISO standardisierten Bereich der LCA. So wird zum Beispiel die LCA als wissenschaftliche Methode nicht explizit in den ISO Normen erwähnt, dennoch findet die LCA auch in der Wissenschaft ihre Anwendung (u.a. Anton et al. 2005; Cellura et al. 2012; Roy et al. 2009; Russo et al. 2008).

Abbildung 4 Phasen einer LCA (Finkbeiner et al. 2006)



4.2.2 Phase der Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen

In dieser ersten Phase der LCA wird zunächst das Ziel der Studie spezifiziert. Des Weiteren wird geklärt, welche Anwendung die Ökobilanz beabsichtigt, warum die Studie durchgeführt wird und wer die Zielgruppe der Studie darstellt. Mittels einer genauen Definition des Untersuchungsrahmens soll sichergestellt werden, „dass die Breite, Tiefe und die Einzelheiten der Studie widerspruchsfrei und für das vorgegebene Ziel hinreichend sind“ (ISO 2006a). Folgende Punkte sind in ISO 14040 als Bestandteile der Beschreibung des Untersuchungsrahmens vorgesehen:

- das zu untersuchende Produktsystem
- die Funktionen des Produktsystems oder, im Fall vergleichender Studien, der Systeme
- die funktionelle Einheit
- die Systemgrenze
- die Allokationsverfahren
- die ausgewählten Wirkungskategorien und die Methode für die Wirkungsabschätzung und die anschließend anzuwendende Auswertung
- die Anforderungen an die Daten
- die Annahmen

- die Einschränkungen
- die anfänglichen Anforderungen an die Datenqualität
- die Art der Kritischen Prüfung, sofern vorgesehen
- die Art und der Aufbau des für die Studie vorgesehenen Berichtes

4.2.3 Sachbilanz-Phase

Ziel der Sachbilanz-Phase¹ ist es Daten zu erheben, sowie die relevanten In- und Outputflüsse zu quantifizieren und zu berechnen (ISO 2006a). Die Sachbilanz-Phase ist oft die aufwendigste und problematischste Phase der gesamten LCA. Insbesondere die Phase der Datenerhebung darf nicht vernachlässigt werden. Daten können dabei aus unterschiedlichen Quellen stammen, wobei bei einer LCA oft Primärdaten erhoben werden müssen. Als häufig verwendete Datenquellen gelten u.a. die Buchhaltungsunterlagen von Firmen, technische Journale, nationale Statistiken, wissenschaftliche Journale oder Regierungsberichte (Curran 2012).

Wie auch für die anderen Phasen schreibt ISO keine spezifische Methodik vor, vielmehr handelt es sich um ein Rahmenwerk, welches die notwendigen Bestandteile spezifiziert. Die „eine“ Methode zur Erstellung der Sachbilanz wäre auch nicht möglich, da der Inhalt der Analyse die Methodik, zumindest bis zu einem gewissen Grad, determiniert (ISO 2006a).

Ein wichtiger Faktor der Sachbilanz-Phase kann die Allokation von Inputs und Outputs sein, die notwendig wird, sobald mehrere Produkte oder Dienstleistungen innerhalb eines Systems erzeugt werden.

Zur Erstellung der Sachbilanz kann entweder spezielle LCA-Software herangezogen werden - oder es wird auf gängige Tabellenkalkulationsprogramme zurückgegriffen (Klöpffer und Grahl 2009). LCA Software ist jedoch meist nicht kostenlos² beinhaltet aber zumeist eine integrierte Datenbank und weitere Tools, die in der Phase der Wirkungsabschätzung und Auswertung von Nutzen sein können.

4.2.4 Wirkungsabschätzung

Im Zentrum der Wirkungsabschätzung steht die Beurteilung potentieller Umweltauswirkungen. „Im Allgemeinen werden in diesem Schritt Sachbilanzdaten mit spezifischen Wirkungskategorien und Wirkungsindikatoren verknüpft, wobei versucht wird, die hieraus resultierenden potenziellen Wirkungen zu erkennen“ (ISO 2006a). In der aktuellen LCA Literatur werden die Umweltauswirkungen in drei (bzw. vier³) Gruppen unterteilt, den sogenannten Areas of Protection:

- Ressourcennutzung
- Gesundheitliche Folgen
- Ökologische Folgen
- „Vom Menschen geschaffene Umwelt“

¹ Im englischen Sprachraum wird der Begriff „Life Cycle Inventory“ (LCI) verwendet.

² Es gibt jedoch auch kostenlose Programme, wie Open LCA

³ Der 4. Punkt wird in der Literatur nicht immer angeführt

Zu den Wirkungskategorien zählen u.a. Klimawandel, Eutrophierung (aquatisch oder terrestrisch), Lärm, der Abbau der Ozonschicht, ökotoxikologische Effekte und Landnutzung.

„For each LCI result, an indicator value is calculated per midpoint category, characterising the LCI result according to its specific contribution to the common impact. The term 'midpoint' expresses that this point is located on the impact pathway at an intermediate position between the LCI results and the ultimate environmental damage (often referred to as endpoints). As a consequence, an additional step may allocate these midpoint categories to one or more damage categories, the latter representing quality changes in the environment which are the ultimate object of society's concern. A damage indicator is the quantified representation of this damage. In practice, a damage indicator is always a simplified model of a very complex reality giving only an approximation of the quality status of the damaged entity (Jolliet et al. 2004, 395).“

4.2.5 Auswertung

In der Phase der Auswertung werden die Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung zusammengeführt. Dabei werden signifikante Parameter identifiziert, Schlussfolgerungen getroffen, etwaige Einschränkungen dargelegt und Empfehlungen ausgesprochen. Im Zuge dieser Studie wird die Auswertung in den Kapiteln 10 und 11 durchgeführt.

4.3 Betriebliche Ökobilanzierung

Zur Definition von betrieblichen Ökobilanzen führt Böning (1994) aus:

„Betriebliche Ökobilanzen haben die Aufgabe, die durch die Produktion eines Unternehmens verursachten Umwelteinwirkungen transparent zu machen und zu bewerten. Ziel ist, das betriebliche Geschehen auf mögliche Risiken und Schwachstellen systematisch zu überprüfen und Optimierungspotentiale aufzuzeigen (Böning 1994, 25).“

Bereits anhand der Definition der betrieblichen Ökobilanzierung lässt sich die Ähnlichkeit zur Lebenszyklusanalyse erkennen. Ziel beider Methoden ist, Umwelteinwirkungen transparent zu machen und zu identifizieren. Sowohl die LCA als auch der betriebliche Ansatz sollen Schwachstellen aufzeigen, die nach Durchführung der Analyse potentiell verbessert werden können. Vom Grundprinzip sind beide Herangehensweisen sehr ähnlich, zum Großteil sogar ident – Böning (1994) beschreibt die LCA als Pendant der betrieblichen Ökobilanzierung.

Wie bei der Lebenszyklusanalyse kommt in der betrieblichen Ökobilanzierung folgender Ablauf zum Einsatz: Erstellung der Sachbilanz, die Wirkungsanalyse und die Bilanzbewertung. Der primäre Unterschied der beiden Methoden liegt in der unterschiedlichen Definition der Grenzen der Analysen. So werden bei der betrieblichen Ökobilanz der Betrieb und dessen räumliche Grenzen als Systemgrenze herangezogen, während die Grenzen der Lebenszyklusanalyse sich auf den gesamten Lebenszyklus des Produktes beziehen. Die Grenzziehung bei einer LCA in Bezug auf Vorleistungen und Inputparameter ist wesentlich undeutlicher als bei der

betrieblichen Ökobilanzierung. Wobei auch bei betrieblichen Bilanzierungen teilweise versucht wird, Vorleistungsketten zu berücksichtigen (Böning 1994).

In der aktuellen Forschungslandschaft scheint sich jedoch die Lebenszyklusanalyse gegenüber der betrieblichen Ökobilanzierung durchgesetzt zu haben. Wie gering der Unterschied zwischen beiden Methoden eigentlich ist, zeigt sich spätestens, wenn im Zuge einer LCA ein ha Betriebsgröße als funktionelle Einheit zur Anwendung kommt (siehe dazu Kapitel 11.4).

4.4 Methodischer Ansatz dieser Studie

Der hier gewählte Untersuchungsansatz macht sich die Ähnlichkeit beider Methoden zu Nutze und verschneidet die beiden Ansätze in Bezug auf die Definition ihrer Grenzen. Prinzipiell dient die Grenze des Fallbetriebs als Systemgrenze und wird über den Lebenszyklus der Zierpflanze gelegt. Anders formuliert wird nur ein Prozessschritt und zwar jener, der im Fallbetrieb stattfindet, untersucht. Gleichzeitig fällt dadurch nicht der gesamte Fallbetrieb in den Untersuchungsrahmen, sondern nur jener Teil, der der Produktion zuzuordnen ist. Abbildung 5 und Abbildung 6 veranschaulichen dies. Diese Herangehensweise schränkt sowohl den Rahmen der Lebenszyklusanalyse, als auch jenen der betrieblichen Ökobilanz ein. Jedoch wird die hier durchgeführte Untersuchung durch diese Einschränkung überhaupt erst operationalisierbar gemacht. Weder eine gesamte Lebenszyklusanalyse, noch eine gesamte betriebliche Ökobilanz hätten in dieser Form durchgeführt werden können. Im anschließenden Kapitel wird der Untersuchungsrahmen nochmals ausführlich beschrieben.

Abbildung 5 Einflussfaktoren der betrieblichen Produktion

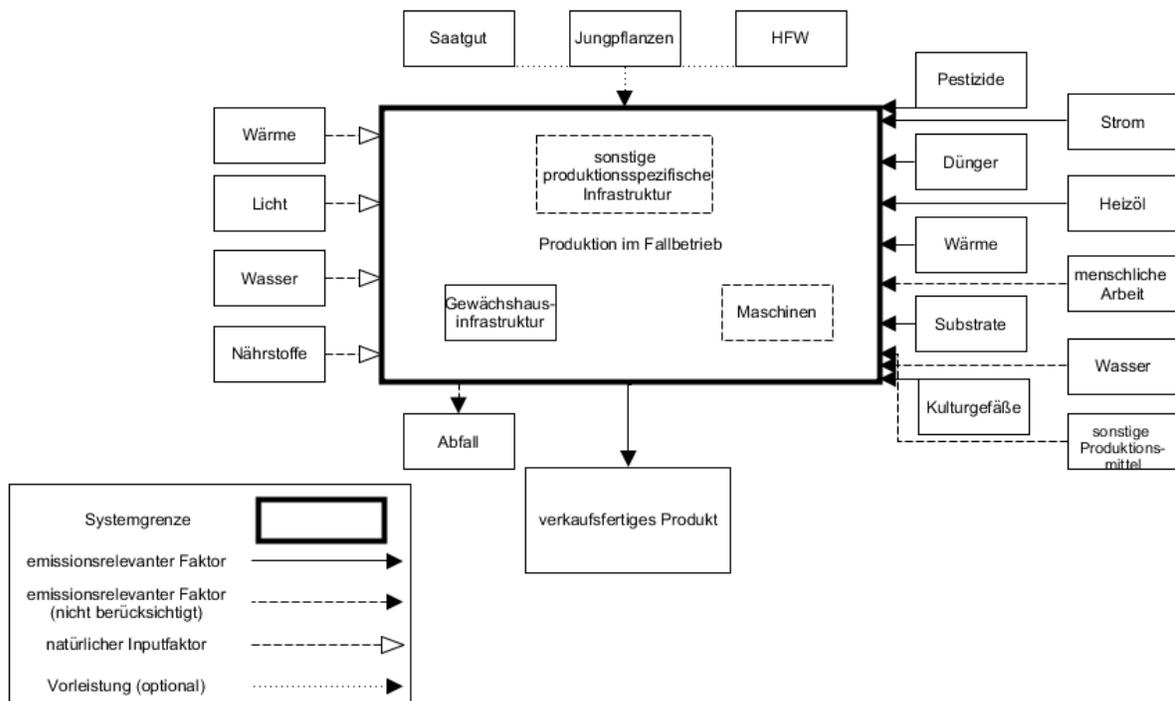
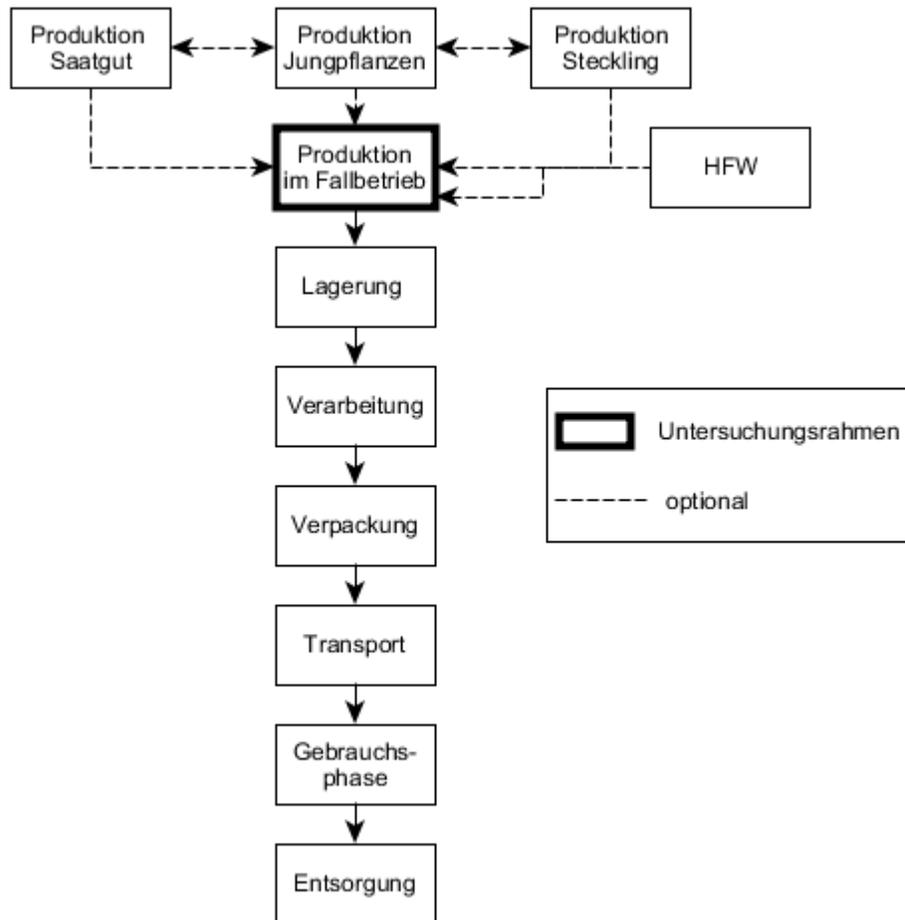


Abbildung 6 Lebensweg der Zierpflanze



5 Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens

Gegenstand dieser Analyse ist die Produktion von Zierpflanzen (Schnittblumen und Topfpflanzen) im Fallbetrieb. Die Durchführung des Forschungsvorhabens verfolgt mehrere Ziele. Zum einen sollen neue wissenschaftliche Erkenntnisse im Bereich der Umweltauswirkung der österreichischen Zierpflanzenbaus gewonnen werden, zum anderen den Betriebsleitern Auskunft geben werden, welche Faktoren im Betrieb besonders starke Umweltauswirkungen haben.

Im Zuge dieser Studie wird nur auf Klimaänderung als einzige potentielle Umweltauswirkung eingegangen, da dieser Faktor für die Produktion von Zierpflanzen in Europa als besonders relevant angesehen werden kann (Russo et al. 2008; Russo und De Lucia Zeller 2008; Williams 2007). Zur Berechnung dient das Modell des GWP, unter Berücksichtigung eines Zeitbezug von 100 Jahren, wie in Kapitel 6 näher ausgeführt wird.

Folgende Forschungsfragen werden dabei vorausgestellt:

- Welches Treibhausgaspotential ist mit der traditionellen Form der Produktion von Zierpflanzen in Österreich (zu Beginn des 21. Jahrhunderts) am Beispiel des Fallbetriebs verbunden?
- Welche Produktionsfaktoren sind bezogen auf das gesamte Produktionssystem besonders THG-intensiv?
- Verschiebt sich die Relevanz einzelner Produktionsfaktoren, wenn die einzelnen Produkte anstelle des gesamten Produktionssystems betrachtet werden?
- Wie hoch sind die Emissionen bei der Herstellung einzelner Produkte?
- Welche funktionelle Einheit eignet sich für diesen Vergleich?
- Wie verhalten sich die Treibhausgasemissionen österreichischer Zierpflanzen im internationalen Vergleich?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wird auf sämtliche Produktionsschritte eingegangen, die innerhalb des Betriebs anfallen. Produktionsschritte die in anderen Betrieben anfallen, wie in einigen Fällen auch die Produktion von Saatgut und Jungpflanzen, fallen aus dem Untersuchungsrahmen. Gleiches gilt für die Prozesse die nach dem Verlassen des Prozessschrittes „Betriebsinterne Produktion“ anfallen. Darunter fallen die Schritte Lagerung bzw. Kühlung (optional), Verarbeitung, Verpackung, Transport, Nutzungsphase und Entsorgungsphase. Jene Schritte sind nicht Teil der Analyse, werden aber in Kapitel 11 kurz diskutiert.

Abbildung 6 zeigt den Lebenszyklus einer Zierpflanze und jene Prozesse, die in diesem Forschungsvorhaben berücksichtigt werden.

Bei dem hier gewählten Ansatz wird im Gegensatz zur klassischen Lebenszyklusanalyse nicht von der Wiege bis zur Bahre oder von der Wiege bis zum Fabrikator, sondern von „Betriebstor zu Betriebstor“ untersucht. Dieser Ansatz ermöglicht eine Erweiterung der rein betrieblichen Betrachtung und gestattet die einzelnen Produkte bzw. Produktkategorien differenzierter darzustellen. Da allerdings nicht alle Prozessschritte des Lebenszyklus erfasst werden, handelt es sich nicht um eine komplette Lebenszyklusanalyse.

Durch die Wahl dieser Systemgrenze kommt es zu dem Fall, dass für manche Produkte bzw. Produktkategorien der Lebenszyklus von „cradle to gate“ beschrieben wird und für andere der Lebenszyklus ab dem Produktionsstadium „Halbfertigware“. Das Produktionsstadium Halbfertigware, bedeutet, dass das Produkt zu diesem Zeitpunkt sich genau in der Hälfte des Produktionsprozesses befindet⁴ (Balas 2003). Es kommt nie zu dem Fall, dass das Produkt erst zu einem späteren Produktionsstadium in den Betrieb eintritt. Dieser Punkt wird im Zuge Abschnitts 11.3.1 nochmals aufgeworfen.

Als zeitlicher Rahmen dient der Zeitraum 2009 bis 2013. Das ursprüngliche Ziel, die Analyse für die einzelnen Jahre durchzuführen und diese miteinander zu vergleichen, musste schlussendlich verworfen werden, da die annualen Schwankungen auf Grund

⁴ Aufgrund von Erfahrungswerten ist bekannt, wie lange die übliche Produktionszeit einer bestimmten Pflanze beträgt. Nach der Hälfte dieser Zeit ist das Produktionsziel Halbfertigware erreicht. Dieses liegt zwischen dem Produktionsstadium Jungpflanze und Fertigware.

von Lagerkäufen den tatsächlichen Verbrauch bzw. die tatsächlichen Umweltauswirkungen nicht adäquat wiedergegeben hätten. Daher basieren die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse jeweils auf einen Mittelwert der analysierten Jahre. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Zeitraum von fünf Jahren lange genug ist, um die Auswirkungen von Lagerkäufen auszugleichen. Diese Vorgehensweise verwehrt jedoch die Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Wetterlagen oder auch jene unterschiedlicher Schadensereignisse auf die Produktion von Zierpflanzen.

6 Treibhauspotential – Global Warming Potential

Der Anstieg der CO₂, CH₄, N₂O Konzentrationen in der Atmosphäre seit der industriellen Revolution ist Treiber des aktuellen Klimawandels. Diese drei Gase verursachen zusammen 80% des gesamten Strahlungsantriebs aller Treibhausgase. Obwohl CO₂ das wohl prominenteste Treibhausgas ist, sind CH₄ und N₂O sind pro kg deutlich klimawirksamer. Der Indikator Treibhauspotential dient dazu diese Tatsache auszugleichen und die einzelnen Gasmengen miteinander vergleichbar zu machen. Er definiert sich wie folgt: “The Global Warming Potential (GWP) is defined as the time-integrated RF [radiative forcing] due to a pulse emission of a given component, relative to a pulse emission of an equal mass of CO₂ (IPCC 2013, 710).”

Das Treibhauspotential kann auf einem zeitlichen Horizont von 20, 100 oder 500 Jahren betrachtet werden, dies ist insofern relevant, da die drei THGs unterschiedliche Lebensdauer haben. In der vorliegenden Studie wird ein Zeithorizont von 100 Jahren herangezogen, wobei es keine wissenschaftlichen Argumente gibt, dass dieser den anderen vorzuziehen ist. Dennoch ist der Zeithorizont von 100 Jahren der prominenteste, dies ist u.a. auf die Verwendung jenes Zeithorizonts in der UNFCCC und im Kyoto Protokoll zurückzuführen. Für CO₂ nimmt das Treibhauspotential dabei jeweils den Wert 1 an, die anderen THGs werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet, dadurch werden diese direkt miteinander vergleichbar gemacht (IPCC 2013; Klöpffer und Grahl 2009). Im aktuellen IPCC Bericht wurden die Werte nach aktuellem Stand der Forschung aktualisiert, diese sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Treibhauspotential IPCC (2013, 714)

	20 Jahre	100 Jahre
CO₂	1	1
CH₄	86	34
N₂O	268	298

Die in dieser Studie berücksichtigten Emissionen werden wie folgt berechnet:

$$\text{CO}_2\text{-Äquivalent} = \text{CO}_2 + (34 \cdot \text{CH}_4) + (298 \cdot \text{N}_2\text{O})$$

7 Betriebsbeschreibung Fallbetrieb

Der im Zuge dieser Studie betrachtete Fallbetrieb wird aktuell von meinen Eltern geführt und befindet sich seit mittlerweile vier Generationen in Familienbesitz. Dieser Tatsache ist es zu verdanken, dass ich Zugang zu sämtlichen Materialien und Unterlagen hatte, die mir für diese Untersuchung als nützlich erschienen. Außerdem stand es mir stets offen Fragen zu stellen und mir Prozesse direkt im Betrieb anzusehen. Einen großen Teil meiner Kindheit verbrachte ich direkt im Betrieb und bin daher mit vielen Abläufen seit jeher vertraut. Die Entscheidung die Diplomarbeit über eine mir sehr vertraute Umgebung zu schreiben und diese zu analysieren, änderte meine Art und Weise den Betrieb und die darin stattfindenden Praktiken zu betrachten. Wissenschaftliche Distanz und Objektivität gegenüber einem vertrauten Gegenstand und den eignen Eltern zu bewahren stellt eine Herausforderung dar. Kontinuierliches Bewusstmachen und die wiederholte Reflexion dieser spezifischen Situation trugen dazu bei, dieses Paradoxon zu überwinden und eine Masterarbeit zu schreiben, die den Prinzipien des wissenschaftlichen Arbeitens entspricht.

Bei dem, in dieser Studie untersuchten, Fallbetrieb handelt es sich um einen traditionellen Endverkaufsbetrieb mit Floristik. Darunter versteht man, dass im Betrieb Zierpflanzen produziert werden, die im selbigen auch verarbeitet und verkauft werden. Neben der betriebsinternen Produktion werden Zierpflanzen zugekauft, da die eigene Produktion den Bedarf, weder hinsichtlich Quantität, noch Sortiment und Auswahl, decken kann. Wie hoch dieser Anteil genau liegt, wurde in dieser Arbeit nicht erhoben und kann daher nur geschätzt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass stets mehr als die Hälfte der zum Verkauf angebotenen Ware als Fertigware zugekauft wird. Dieser Anteil unterliegt saisonaler Variabilität. So ist zum Beispiel der Anteil an zugekaufter Schnittware in den Sommermonaten als geringer einzustufen, da ein größerer Anteil des Bedarfs an Schnittblumen durch die eigene Produktion von Sommerschnitt gedeckt werden kann.

Ein gänzlicher Verzicht auf den Zukauf ist jedoch selbst während dieser Monate nicht möglich, da die Nachfrage auch für Schnittblumen besteht, die nicht im Betrieb produziert werden. Beziehungsweise gerade zu diesem Zeitpunkt nicht im Betrieb produziert werden, da die betriebsinterne Produktion nur über einem bestimmten Zeitraum hinweg möglich ist. Ähnlich verhält es sich auch bei Topfpflanzen, wobei der Anteil an eigenen Produkten bei Topfpflanzen höher geschätzt wird.

7.1 Lage und Größe

Der Fallbetrieb befindet sich im Stadtgebiet von Linz, im nördlichen Stadtteil Urfahr. Insgesamt umfasst der Betrieb 2.061 m² Produktion- und Verkaufsfläche plus Wegflächen und sonstige Flächen. Davon werden ca. 1.880 m² der Produktionsfläche zugeordnet. Dabei handelt sich um 1.400 m² Unterglasfläche⁵ und um 480 m² Freilandfläche. Die restliche Fläche teilt sich in ein Betriebsgebäude, welches Büro, Betriebsküche, sanitäre Einrichtungen und einen Aufenthaltsraum für Angestellte beherbergt, sowie in einen Anteil von 120 m² Unterglasfläche, die als Arbeitsbereich und Verkaufsbereich dienen, auf. Rund 10m² davon werden von einem Kühlraum eingenommen.

⁵ Glashäuser und Folientunnel

Bild 1 Satellitenbildaufnahme des Fallbetriebs (Google 2015)



7.2 Geschichte

Der Fallbetrieb wurde am heutigen Standort im Jahr 1959 errichtet. Zuvor war der Betrieb seit 1900 an einem anderen, unweit entfernten, Standort in Linz- Urfahr beheimatet. Seit den 1930er Jahren gibt es neben der Gärtnerei ein Blumengeschäft in der Linzer Hauptstraße. An diesem Standort werden Blumen und Pflanzen aus eigener Produktion, sowie zugekaufte Ware verarbeitet und verkauft, jedoch nicht produziert. In den Nachkriegsjahren wurden neben Zierpflanzen auch Gemüsepflanzen und Gemüse produziert. Aufgrund der schlechten Versorgungslage wurde dies zur wichtigen Aufgabe. Mitte der 1970er Jahre erreichte der Fallbetrieb seine heutige Größe. Der Betrieb wird aktuell in der 4. Generation geführt. Schon im Jahr 1923 waren sechs Mitarbeiter im Betrieb beschäftigt. Aktuell sind insgesamt elf Personen im Betrieb angestellt. Es handelt sich dabei um drei GärtnerInnen und acht Floristinnen (Wirtschaftskammer Oberösterreich 2006).

8 Überblick Datenerhebung

Die Input- und Outputdaten dieser Analyse wurden selbst erhoben. Als grundlegende Datenbasis dienten die Buchhaltungsunterlagen des Fallbetriebs für die Jahre 2009 bis 2013. Dabei wurden vor allem die Eingangsrechnungen der relevanten Jahre zur Erhebung der Inputflüsse verwendet. Diese Einschränkung konnte getroffen werden, da die produktionsrelevanten Flüsse, bis auf eine Ausnahme, nie bar bezahlt werden (Wandl 2014a). Es kommt somit immer eine Rechnung an den Fallbetrieb, die Zahlungen werden über das Firmenkonto getätigt. Bei der eben erwähnten Ausnahme handelt es sich um den Einkauf von Heizöl, der direkt an einer Tankstelle erfolgt. Daher wurden auch sämtliche Kassa – Unterlagen gesichtet, um die Heizöleinkäufe zu erfassen. Die Daten wurden alle in eine Excel-Datenbank aufgenommen. Im ersten Schritt wurden die Daten nicht bearbeitet und mittels folgender Kategorien erfasst: Artikel-Nummer, Bezeichnung laut Rechnung, Firma, Rechnungsnummer (2009 – 2013), Monat, Menge, Verkaufseinheit (2009 – 2013),

Stück und relevante Einheit (kg, l, kWh, m³). Insgesamt umfasst die dadurch erstellte Datenbasis knapp 1.700 Objekte.

Spezifika zur Datenerhebung der einzelnen Inputfaktoren werden in den jeweiligen Kapiteln nochmals genauer dargestellt.

8.1 Ernteerhebung

Für fünf verschiedene Schnittblumen wurden über den Zeitraum von Jänner bis Juli 2014 Daten zur Erntemenge erhoben. Dabei handelt es sich um Tulpen, Narzissen, Ranunkeln, Freesien, Lilien und Löwenmaul. Diese Erhebung wurde nicht von mir selbst, sondern von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Fallbetriebs durchgeführt. Es wurde dazu die tägliche Erntemenge gezählt und auf einem Erhebungsbogen notiert. Diese Ergebnisse wurden von mir zur weiteren Verwendung digitalisiert.

8.2 Expertengespräche

Es wurden mehrere Expertengespräche geführt, um einerseits die Datenbasis zu vervollständigen, Unklarheiten zu beseitigen und um andererseits einen möglichst genauen Einblick in die Abläufe des Fallbetriebs zu erhalten. Zwei intensive Expertengespräche wurden mit dem Eigentümer und Produktionsleiter des Fallbetriebs und der Leiterin des Bereichs Floristik geführt. Diese fanden im August und im Dezember 2014 statt und dauerten jeweils ca. 1,5 bzw. 3 Stunden. Dabei wurden von mir gesammelte Fragen gestellt und beantwortet. Im zweiten „großen“ Expertengespräch wurden vor allem die einzelnen Kulturschemata für die jeweiligen Produktkategorien erhoben. Ebenfalls wurden die Experten dabei über den aktuellen Fortschritt der Arbeit informiert und zukünftige Schritte kurz dargelegt, etwaiges Feedback der Experten wurde in den weiteren Forschungsprozess integriert.

Zusätzlich dazu wurden Nachfragen telefonisch, per E-Mail oder Skype von den zuvor genannten Experten beantwortet.

8.3 Flächenerhebung

Die Daten zur Fläche des Fallbetriebs wurden von mir im Jänner 2013 erhoben. Dabei wurde die Größe der einzelnen Gewächshäuser, inklusive der jeweiligen Beet- und Tischflächen, sowie die Größe der Freilandflächen ermittelt. Die Messungen wurden unter Verwendung eines 15m Maßbandes durchgeführt. Da sich im Zuge der Studie herausstellte, dass Daten über die Höhe der Gewächshäuser benötigt werden, wurde eine zweite Erhebung diesbezüglich durchgeführt. Diese wurde nicht von selbst, sondern von der Architektin Mag. Barbara Kaufmann mittels eines Lasermessgerätes ausgeführt. Dabei wurden sowohl die Höhe der Gewächshäuser als auch die Fläche erhoben.

8.4 Erhebung des Gewichts einiger Produktionsmittel

Im November 2014 wurden für verschiedene Produktionsmittel das Gewicht und die Materialart ermittelt. Diese Erhebung wurde in der Welser Filiale des Garten Bau Centrums (GBC)⁶ durchgeführt, da die Produktionsmittel von dort bezogen wurden. Mir wurde für diese Erhebung eine geeichte Waage zur Verfügung gestellt, Zugang

⁶ Das GBC ist ein genossenschaftlich organisiertes Unternehmen der österreichischen Erwerbsgärtner. Das Sortiment umfasst sowohl relevante Produktionsmittel für den Erwerbsgartenbau, Pflanzen aber auch Floristikbedarf.

zu sämtlichen Produkten gewährt und ich wurde zudem beim Suchen und Identifizieren der Produkte von den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen unterstützt.

8.5 Datenquellen der Emissionsfaktoren

Als primäre Datenquelle der Emissionsfaktoren diente die Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas)- Datenbank. Diese Datenbank des deutschen Umweltbundesamtes bietet eine breite Auswahl an Lebenszyklusdaten, die alle kostenlos zur Verfügung stehen. Die ProBas Datenbank beinhaltet eine breite Sammlung vieler, frei verfügbarer Datenquellen; insgesamt stehen mehr als 8.000 Datensätze zur Verfügung. Andere Datenbanken wie GEMIS (aktuell in der Version 4.9 integriert) oder Plastics Europe sind in ProBas integriert. Geographisch bezieht sich ProBas sowohl auf Deutschland als auch global. Jeder der prozessbasierten Datensätze enthält Metadaten über Systemgrenzen, Allokationsmethoden, Technologie, Jahr, Originalquelle und Unsicherheiten, sofern diese verfügbar sind. ProBas verfügt zudem über eine umfangreiche Suchfunktion, die sowohl eine Volltextsuche wie eine Suche über einzelne Themen ermöglicht. Informationen aus ProBas können sowohl im Excel- Format als auch als PDF abgespeichert werden. Die Datenbank wird auf der offiziellen Webseite des Greenhouse Gas Protocols als „Third Party Database“ gelistet (The Greenhouse Gas Protocol 2012; Umweltbundesamt 2015a). Wurden ProBas Emissionsfaktoren verwendet, dann wurden die Werte zu CO₂, CH₄ und N₂O Emissionen herangezogen und wie in Kapitel 6 dargestellt berechnet.

Für den Fall das eine andere Quelle für die Emissionsfaktoren verwendet wurde, wird dies im jeweiligen Abschnitt explizit angeführt. Ebenso finden sich die jeweiligen Quellen in Anhang Tabelle 3 nochmals wieder.

9 Emissionsrelevante Faktoren

9.1 Blumen, Pflanzen und Gemüse

Um den Input an Blumen, Pflanzen und Gemüse zu erhalten, wurden zunächst Daten zum Einkauf von Samen, Jungpflanzen und Halbfertigware erhoben. Hierfür dienten die Buchhaltungsunterlagen als Datengrundlage. Zunächst wurden, wie zuvor bereits ausgeführt, sämtliche Blumen, Pflanzen und Gemüse mit ihrer Bezeichnung laut Rechnung in die Datenbank aufgenommen. Im Anschluss wurden, wenn nötig, mittels Angaben der Zulieferfirmen, die botanischen Namen der Produkte ermittelt und gleichzeitig die unterschiedlichen Sorten und Ausprägungen unter jeweils diesem zusammengefasst. Damit wurde eine erste wichtige Komplexitätsreduktion vorgenommen. Zum Beispiel konnte durch diesen Schritt von über 40 Sorten und Ausprägungen Viole auf zwei Produkte, *Viola wittrockiana* und *Viola cornuta* reduziert werden. Insgesamt entstand nach diesem Schritt eine Produktpalette von 161 verschiedenen Blumen, Pflanzen und Gemüsen.

Basierend auf diesen 161 Blumen, Pflanzen und Gemüsen wurden 21 Kategorien gebildet, die die einzelnen Produkte zusammenfassen. Ausschlaggebend für die Kategorienbildung war eine ähnliche Kulturführung der einzelnen Produkte, da diese im Anschluss für eine sinnvolle und konsistente Berechnung der CO₂ Emissionen ausschlaggebend ist. An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass mit dieser Reduktion

die Genauigkeit der Ergebnisse für die einzelne Pflanze, insbesondere bei großen Kategorien, eingeschränkt wird. Die Genauigkeit der Datenverfügbarkeit erfordert diesen Schritt allerdings, ohne die Reduktion könnte keine plausible Zurechnung der einzelnen Parameter erfolgen.

Die Kategorien wurden auf Basis von Erfahrungswissen, diversen Lehrbüchern zum Zierpflanzenbau und Katalogen der Zulieferfirmen erstellt (Austro Saat 2014; Austro Saat 2013; Austro Saat 2009; Austro Saat 2015; Degen und Schrader 2014; Müller 2005; Volmary 2014). Im zweiten großen Expertengespräch wurden die Kategorien thematisiert und darauf aufbauend zwei Änderungen vorgenommen. Die ursprünglich eigene Kategorie Begonien wurde den Beet- und Balkonblumen zugerechnet und von der Kategorie Gemüse und Salat wurde die Kategorie Fruchtgemüse abgespalten. Ein genauer Überblick über die einzelnen Produkte und Kategorien befindet sich im Anhang Tabelle 1.

Wenn aus der Rechnung ersichtlich, so wurde bereits bei der Datenerhebung zwischen den Produktionsstatus bei Betriebseintritt Saatgut, Jungpflanzen und Halbfertigware unterschieden. Wenn an dieser Stelle keine Unterscheidung möglich war, so wurde diese später mit Hilfe der Kataloge der relevanten Firmen oder im Expertengespräch geklärt.

Die diesbezügliche Unterscheidung ist für die Berechnung des schlussendlichen Outputs bzw. Ertrags relevant, da es keine betrieblichen Aufzeichnungen zum tatsächlichen Ertrag bzw. tatsächlicher Menge an verkaufsfertigen Produkten gibt. Da keine Informationen zum Ertrag vorhanden waren, wurde dieser je nach Produkt, Produktionsstatus bei Firmeneintritt und Kategorie ermittelt. Da von einem Ausfall von 5% bis 10% ausgegangen werden kann (Wandl 2014b), wird bei einigen Kulturen ein mittlerer Ausfall von 7,5% miteinbezogen. D.h. die ermittelte Eingangsmenge weniger 7,5% macht die Erntemenge bzw. die Zahl der verkaufsfertigen Produkte aus.

Im Folgenden werden die einzelnen Kategorien und die jeweiligen Methoden zur Berechnung des Outputs vorgestellt und die wichtigsten Spezifika beschrieben. Box 1 stellt die Vorgehensweise zur Berechnung der Pflanzen dar, die aus Saatgut gewonnen wurden.

Box 1 Von Saatgut zu Pflanzen

Um von dem jährlichen Input an Saatgut zu einer Anzahl an Pflanzen zu kommen, wurden die Angaben zum Saatgutbedarf für 1.000 Pflanzen als Basis für die Berechnung gewählt (Austrosaat 2014; Austrosaat 2013; Austrosaat 2009). Wenn erforderlich wurde zudem das 1.000-Korn-Gewicht zur Umrechnung herangezogen (Austrosaat 2014; Austrosaat 2013; Austrosaat 2009). Folgendes Beispiel dient zu Illustration: 2009 wurden insgesamt 140 Gramm Sonnenblumensamen zugekauft. 100 Gramm der Sorte Helianthus F1 Sunrich Orange, 20 Gramm Helianthus Schnittgold, und je 10 Gramm Helianthus Sonja und Helianthus Soraya. Der Bedarf für 1.000 Stück Pflanzen liegt bei allen Sonnenblumensorten bei 1.300 Korn. Das 1.000-Korn-Gewicht liegt bei Helianthus F1 Sunrich Orange bei 55 Gramm, bei Helianthus Schnittgold bei 29 Gramm, Helianthus Sonja 17 Gramm und Soraya 15 Gramm. Die Stückanzahl errechnet sich wie folgt: $\text{Stück} = (\text{Gramm/ Gewicht pro Korn})/\text{Korn pro Pflanze}$ für die Sorte Soraya ergibt das $(10/0,015)/1,3 = 513$ Stück. Insgesamt ergibt sich dadurch für das Jahr 2009 eine Anzahl von 2.894 Stück Sonnenblumen. Wenn es sich bei den Samen um Produkte der Kategorie Sommerschnitt handelte, wurde die tatsächliche Erntemenge in einem weiteren Schritt auf Basis der Angaben zur Erntemenge ermittelt (Wandl 2014b). Für alle anderen Kategorien wurde die errechnete Anzahl als Outputmenge herangezogen.

9.1.1 Sommerschnitt

Die Kategorie Sommerschnitt setzt sich aus insgesamt 29 verschiedenen Sommerschnittblumen zusammen. Der Produktionsstatus bei Betriebseintritt umfasst die beiden Stadien Saatgut und Jungpflanzen. Das heißt für einen Teil dieser Kategorie wird der Lebenszyklus von Wiege bis Betriebstor betrachtet und für den zweiten Teil von Jungpflanze bis Betriebstor. Im Mittel sind davon 47% der Pflanzen dieser Kategorie aus Saatgut produziert und die restlichen 53% aus Jungpflanzen. Im Jahresverlauf zeigt sich, dass es einen Trend hin zur Produktion ab Jungpflanzenstadium gibt. Der Hauptgrund dafür ist die höhere Produktionssicherheit bei zugekauften Jungpflanzen. Bei der eigenen Anzucht von Jungpflanzen durch Saatgut kann es passieren, dass ein ganzer Satz ausfällt. Die Gründe dafür reichen von nicht optimalen Produktionsbedingungen bis hin zu einem Befall von Mäusen (Wandl 2014a).

Manche Pflanzen der Kategorie Sommerschnitt ermöglichen eine mehrmalige Ernte pro Jahr, daher wurden im Zuge des zweiten großen Expertengesprächs Daten zur Erntemenge pro Pflanze erhoben. Die jeweilige Anzahl an Pflanzen wurde mit dem ermittelten Erntertrag multipliziert um die Outputmenge an Sommerschnitt zu erhalten.

9.1.2 Beet- und Balkon

Beet- und Balkonblumen stellen die umfangreichste Kategorie dar. Insgesamt 1.529 Pflanzen dieser Kategorie gibt es jährlich im Mittel. Die Kategorie unterteilt sich in folgende Produktionsstatus bei Betriebseintritt: Stecklinge aus eigener Produktion, Saatgut, Jungpflanzen und Halbfertigware.

Die Daten zur betriebsinternen Stecklingsproduktion wurden im Zuge der Experteninterviews erhoben. Bei dem Produktionsstadium Saatgut wurde wie in Box 1 beschrieben vorgegangen. Jungpflanzen und Halbfertigware wurden aus den Buchhaltungsunterlagen gemeinsam erhoben. Die Unterscheidung der zwei Produktionsstatus wurde aufgrund des Zeitpunkts des Betriebseintrittes getroffen. Halbfertigware tritt im April in den Fallbetrieb ein (Wandl und Wandl 2014), während Jungpflanzen in den Monaten zuvor in den Betrieb gelangen.

Im Zeitraum 2009 bis 2012 war der die Anzahl an Halbfertigware relativ konstant, während es im Jahr 2013 zu einem massiven Anstieg in dieser Kategorie kam. Tabelle 2 zeigt die Entwicklungen der Kategorie Beet- und Balkonpflanzen in den Jahren 2009 bis 2013 (inkl. Mittelwert) für die einzelnen potentiellen Eintrittsstadien in den Betrieb.

Tabelle 2 Entwicklung der Beet- und Balkonblumen

	2009	2010	2011	2012	2013	MW
Stecklinge (eigene Produktion)	1.250	1.270	1.270	1.270	1.110	1.234
Saatgut	4.175	5.267	3.105	1.000	3.660	3.441
Jungpflanzen	8.028	8.486	8.288	8.426	6.112	7.868
Halbfertigware	765	690	840	840	1.793	986
Beet- und Balkon gesamt	14.218	15.713	13.503	11.536	12.675	13.529

Die Inputmenge unterscheidet sich von der Menge an verkaufsfertigen Produkten um minus 7,5% der Anzahl an Jungpflanzen und Stecklingen aus eigener Produktion.

9.1.3 Pelargonien

Obwohl Pelargonien zu den klassischen Beet- und Balkonblumen zählen und dementsprechend ähnlich in der Kulturführung sind, wurde eine eigene Kategorie gebildet, da sie mengenmäßig besonders stark vertreten sind. In allen Jahren gibt es eine konstante Produktionszahl von 4.500 Stück. Es werden im Mittel 2.410 Stück im Betrieb selbst vermehrt (Stecklinge), der Rest ist bei Betriebseintritt im Jungpflanzenstadium, nur in den Jahren 2009 und 2010 gab es eine geringe Menge an Halbfertigware. Es wurde ein Verlust von 7,5% berücksichtigt.

9.1.4 Amaryllis

Amaryllis treten als Knollen in den Betrieb ein. Ein Verlust von 7,5% wurde berücksichtigt.

9.1.5 Azaleen

Alle Azaleen stammen aus einem Zuliefererbetrieb in Belgien und gelangen als Halbfertigware in den Betrieb, daher wird kein Verlust angenommen.

9.1.6 Callas

Bei Callas handelt es sich um eine mehrjährige Pflanze, die in den Wintermonaten geerntet wird und den Rest des Jahres im Betrieb verbleibt. Als primäre Datengrundlage diente die Ernteerhebung 2014. Mangels anderer Daten wurden die Ergebnisse der Ernteerhebung aus dem Jahr 2014 als konstanter Ernteertrag für sämtliche Jahre verwendet. Im Jahr 2013 wurde der Versuch einer zweiten Calla Kultur mit anderen Sorten gestartet. Dazu wurden im April des Jahres 2013 125 Callaknollen zugekauft. Da die erste Ernte dieser Kultur erst im Jahr 2014 stattfand, wurde diese Kultur im weiteren Verlauf der Untersuchung nicht berücksichtigt. Die Kultur bewährte sich allerdings nicht und musste nach einem Jahr (2014) aufgrund massiven Krankheitsbefalls eingestellt werden (Wandl und Wandl 2014).

Bild 2 Callas



9.1.7 Chrysanthemen

9.1.7.1 Schnittchrysanthemen

Nach Sommerschnitt und Frühlingsblühern sind Schnittchrysanthemen die mengenmäßig drittgrößte Kategorie, der im Fallbetrieb erzeugten Schnittblumen. Sie treten überwiegend als Jungpflanzen ein, lediglich ein kleiner Teil wird mittels Abnahme von Stecklingen im Betrieb selbst vermehrt. Bei Schnittchrysanthemen wird nur ein Blumenstiel pro Pflanze geerntet. Als Ernteertrag wurde die Menge an Jungpflanzen plus Stecklinge mit einem Verlust von 7,5% angenommen.

9.1.7.2 Topfchrysanthemen

Seit dem Jahr 2012 werden im Betrieb Topfchrysanthemen produziert. Diese treten zur Hälfte als Jungpflanzen in den Fallbetrieb ein, die andere Hälfte wird im Betrieb selbst mittels Stecklingen produziert. Diese Kategorie wurde in der weiteren Studie nicht berücksichtigt, da Topfchrysanthemen in weniger als der Hälfte des Untersuchungszeitraumes produziert wurden.

Wird im Folgenden von der Kategorie Chrysanthemen gesprochen, so bezieht sich dieser Begriff ausschließlich auf Schnittchrysanthemen.

9.1.8 Cyclamen

Cyclamen treten im Jungpflanzenstadium in den Betrieb ein. Die Daten wurden auf Basis der Buchhaltungsunterlagen erhoben und ein Verlust von 7,5% wurde berücksichtigt. Insgesamt ergibt sich dadurch eine Stückzahl von 6.706 verkaufsfertigen Pflanzen.

9.1.9 Dahlien

Dahlien sind mehrjährige Pflanzen, die in den Sommermonaten geerntet werden. Für Dahlien liegen leider keine Daten zum Ernteertrag vor. Dieser konnte auch nicht aufgrund anderer Parameter ermittelt werden. Somit bilden Dahlien eine Kategorie, die bei der Allokation der einzelnen Faktoren teilweise eine Rolle spielt. Jedoch können für diese Kategorie letztendlich, ob der fehlenden Erntemenge, keine Aussagen zu den damit verbundenen Treibhausgasemissionen gemacht werden.

9.1.10 Freesien und Ranunkeln

Freesien und Ranunkeln wurden aufgrund ihrer ähnlichen Produktionsbedingungen in einer Kategorie zusammengefasst. Sie treten als Knollen bzw. Krallen in den Betrieb ein und werden als Schnittblumen kultiviert. Da Freesien und Ranunkeln mehrere Stiele pro Pflanze hervorbringen, wurde die Erntemenge berücksichtigt, dazu wurden die Ergebnisse der Ernteerhebung 2014 herangezogen. Im Jahr 2014 wurden 5.983 Freesien und 14.045 Ranunkeln geerntet, dies entspricht einem Ernteertrag pro Pflanze von ca. 3 Stück für Freesien und ca. 7 für Ranunkeln. Der Ertrag von Ranunkeln ist im Vergleich mit Werten der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau hoch. Diese erreichten bei Versuchen mit „Krallensorten“ 3-5 Stiele pro Pflanze, bei den Sorten „Success“ und „Pauline“ bis zu 8 Stiele pro Pflanze (Bayerische Landesanstalt für Wein und Gartenbau 2010b; Bayerische Landesanstalt für Wein und Gartenbau 2010a). Für Freesien wurde in der Literatur ein Wert von bis zu 4 Blumenstielen pro Knolle gefunden (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 1998). Die Anzahl an Freesienknollen wurde zur Berechnung des Ernteertrags mit 3 multipliziert, für Ranunkeln wurde der Faktor 6 herangezogen, da es aufgrund der Werte aus der Literatur als wahrscheinlich angesehen werden kann, dass der Ertrag nicht über alle Jahre konstant so hoch lag.

9.1.11 Fruchtgemüse

Fruchtgemüse wird aus Samen gewonnen und scheidet bereits im Jungpflanzenstadium wieder aus dem Betrieb aus. Die Samen werden zum Teil im Betrieb selbst gewonnen, der Großteil wird jedoch zugekauft. Im Gegensatz zur Kategorie Gemüse und Salat wird die Kategorie Fruchtgemüse vor dem Verkauf getopft und nicht direkt aus der Vermehrungsplatte heraus verkauft. Es wurde ein Verlust von 7,5% berücksichtigt.

9.1.12 Frühlingsblüher

Die Kategorie Frühlingsblüher setzt sich aus Tulpen und Narzissen zusammen⁷ und liegt mengenmäßig nur knapp hinter der Kategorie Sommerschnitt. Frühlingsblüher treten als Blumenzwiebeln in den Betrieb ein und werden dort dann bis zur fertigen Schnittblume kultiviert. Die Blumenzwiebeln werden im Betrieb nur einjährig verwendet, auch wenn es theoretisch möglich wäre diese mehrere Jahre lang immer wieder zu kultivieren. Die Zwiebeln werden nach der Ernte der betriebsinternen Kompostierung zugeführt. Zur Berechnung der Menge wurde bei Narzissen eine Erntemenge von 2,5 Stück pro Zwiebel berücksichtigt (Wandl 2014c) sowie ein Verlust von 7,5%.

Bild 3 Tulpen kurz vor der Ernte



9.1.13 Gemüse und Salat

Diese Kategorie fasst all jene Gemüse und Salate zusammen, die als Jungpflanzen verkauft werden ohne jedoch zuvor getopft zu werden. Das bedeutet, dass die Jungpflanzen einzeln direkt aus der Vermehrungsplatte verkauft werden.

9.1.14 Hyazinthen

Hyazinthen treten als Zwiebeln in den Betrieb ein und werden als Topfpflanzen kultiviert. Die Daten stammen allesamt aus den Buchhaltungsdaten. Die Menge der verkaufsfertigen Hyazinthen entspricht der Menge an Zwiebel abzüglich eines Verlustes von 7,5%.

9.1.15 Iris

Iris treten als Zwiebeln in den Betrieb ein. Die Iris Produktion wurde im Jahr 2013 eingestellt. Ausschlaggebend dafür war die stark einbrechende Nachfrage in den letzten Jahren, die dazu führte, dass ein immer größerer Anteil der Ernte noch im Betrieb entsorgt werden musste (Wandl 2014b). Insgesamt wurden daher

⁷ Einzig im Jahr 2009 wurden 250 Stück Frühlingsknotenblumen dieser Kategorie zugeordnet, die jedoch mengenmäßig insgesamt keine Relevanz spielen.

durchschnittlich 2.868 Iris als Erntemenge angesehen, diese Anzahl inkludiert einen Verlust von 7,5%.

9.1.16 Kräuter

Kräuter werden entweder durch eigene, innerbetriebliche Vermehrung produziert oder aus zugekauften Samen gewonnen; das heißt die Kategorie Kräuter umfasst den gesamten Lebenszyklus der Pflanze von der Wiege bis zum Betriebstor. Die Daten entstammen aus den Buchhaltungsdaten, wenn es sich um Samen handelte und wurden, wie in BOX I vorgestellt, berechnet, oder wurden im Zuge der Expertengespräche erhoben. Ein Verlust von 7,5% wurde berücksichtigt.

Bild 4 Rosmarin – Stecklinge in der Vermehrungsplatte



9.1.17 Lilien

Lilien treten als Blumenzwiebeln in den Betrieb ein und werden dort bis zur Ernte kultiviert. Die Lilien treffen nicht alle gleichzeitig ein, sondern gestaffelt in den Monaten Jänner bis Mai und November bis Dezember. Dies ermöglicht die Ernte eigener Lilien über einen möglichst langen Zeitraum. Lilien werden im Betrieb in mit Blumenerde gefüllten Container kultiviert. Da die Ernteerhebungsdaten für Lilien nicht vollständig waren, wurde die Menge an Blumenzwiebeln minus eines Verlustes von 7,5% als Berechnungsgrundlage herangezogen.

9.1.18 Poinsettien

Die Kategorie Poinsettien⁸ besteht einzig aus Poinsettien, die als Halbfertigware in den Betrieb eintreten. Obwohl unter dieser Kategorie verschiedene Größen an Weihnachtssternen zusammengefasst wurde, ist diese Kategorie als sehr homogen

⁸ Die korrekte botanische Bezeichnung für Poinsettien bzw. Weihnachtssterne ist *Euphorbia pulcherrima*, jedoch wird, aufgrund des häufigen Gebrauchs, der Terminus Poinsettie als Kategorienname verwendet.

zu bewerten. Aufgrund der Tatsache, dass die Poinsettien bei Betriebseintritt schon als Halbfertigware zu klassifizieren sind, wurde kein Verlust berücksichtigt.

9.1.19 Primeln

Die Kategorie Primeln besteht ausschließlich aus Primeln derselben (Topf-)Größe; diese unterscheiden sich ausschließlich in Sorte und Ausprägung. Die Daten stammen aus den Buchhaltungsdaten, alle Primeln treten als Jungpflanzen in den Betrieb ein und stammen von einem Produzenten aus Deutschland. Die Menge an verkaufsfertigen Produkten beinhaltet einen Verlust von 7,5% gegenüber der Anzahl an Jungpflanzen.

9.1.20 Rosen

Im Jahr 2013 wurde die Rosenkultur nach über 25 Jahren⁹ erneuert, damit wurden die Rosenstöcke um ein Vielfaches länger verwendet als es in auf die Erzeugung von Schnittrosen spezialisierten Betrieben der Fall ist (Sahle und Potting 2013). Grund für die Erneuerung waren sehr schwache Erträge in den letzten Jahren der Kulturführung, die mit einem enormen Qualitätsrückgang in Verbindung standen. Dieser machte sich durch geringere Wuchslängen der einzelnen Triebe und kleinen Blütenköpfen bemerkbar.

Bild 5 Rosen im Gewächshaus – Jänner 2015



Zu dieser Kategorie liegen keine Erntedaten vor. Die Werte zur Ernte basieren auf Werten aus der Literatur, wobei die geringen Erträge im Versuchszeitraum berücksichtigt wurden. Obwohl im Jahr 2013 die Kultur erneuert wurde, konnten in der 2. Jahreshälfte bereits die ersten Rosen geerntet werden. Ferner ist diese Ernte mit einem geringen Ertrag zu berücksichtigen, da die neuen Rosenstöcke erst in rund

⁹ Es handelt sich dabei um eine vorsichtige Schätzung, das tatsächliche Lebensalter der Rosenstöcke konnte nicht genau ermittelt werden.

zwei Jahren ihr Ertragsmaximum erreichen. Da keine Erntedaten vorliegen, wurde der Ertrag folgendermaßen berechnet. 96,25 m² Beetfläche mal einem Flächenertrag von 40 Stielen pro m² pro Jahr ergibt einen Ertrag von 3.850 Schnittrosen. Bei diesem Wert handelt es sich um eine vorsichtige Schätzung, in der Literatur fanden sich unterschiedliche Erträge von 27 Stielen pro m² bis hin zu über 800 (Andreas und Seiler 2001; Andreas und Seiler 2000; Feldmann 2008; Tiede-Arlt und Wergen 2014). Russo et al. (2008) zufolge ist der Ertrag bei Kulturen, die im Boden gezogen werden, niedriger als bei erdlosen Kulturen. Ertragswerte, die aus Versuchen aus Deutschland stammen, lagen zwischen 27 und 537 Stielen pro m² für erdlose Kulturen (Andreas und Seiler 2001; Andreas und Seiler 2000; Feldmann 2008; Tiede-Arlt und Wergen 2014). Welche Auswirkungen der Ertrag auf die Treibhausgasemissionen hat, wird in Kapitel 11.1 am Beispiel der Rose ausführlich diskutiert.

9.1.21 Viola

Die Kategorie Viola umfasst *Viola cornuta* und *Viola wittrockiana*, beide treten im Jungpflanzenstudium in den Betrieb ein. Obgleich es leichte Unterschiede in Wuchs und Ausprägung zwischen *Viola cornuta* und *Viola wittrockiana* gibt, sind diese einander sehr ähnlich und die Kategorie kann als sehr homogen angesehen werden. Ein Verlust von 7,5% wurde berücksichtigt.

9.2 Wärme

9.2.1 Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen

Die Daten zum Wärmeenergieverbrauch wurden aus den Buchhaltungsunterlagen für den gesamten Fallbetrieb erhoben. Ende des Jahres 2009 wurde das Heizsystem von Erdgas auf Fernwärme umgestellt, damit einhergehend erfolgte auch die Umstellung von einer monatlichen hin zu einer jährlichen Abrechnung im Frühling jeden Jahres. Die neue Form der Abrechnung verschlechtert die Datenqualität insofern, als dass sie nicht mehr der Logik eines Kalenderjahres folgt und dadurch eine zusätzliche Allokation zum jeweiligen Kalenderjahr notwendig wurde. Wie diese Allokation vorgenommen wurde, wird in Kapitel 9.2.2 ausgeführt.

Der Materialinput, der mit der Umstellung von der Erdgasheizung zur Fernwärme verbunden ist, wurde im Zuge dieser Studie nicht berücksichtigt. Obwohl diese Informationen ursprünglich in den Datensatz aufgenommen worden, stellte sich heraus, dass für eine genaue Quantifizierung der Inputs und deren Emissionen zu wenig detaillierte Informationen gewonnen werden konnten.

9.2.2 Allokationen

Um die Wärme den einzelnen Jahren, Monaten und in weiterer Folge den einzelnen Kategorien zuordnen zu können, wurde ein schrittweises Allokationsverfahren gewählt, das versucht die tatsächlichen Verhältnisse möglichst adäquat wiederzugeben.

Für die Allokation des Wärmeverbrauchs wurde zunächst der hypothetische Wärmeverbrauch der einzelnen Gewächshäuser mittels folgender Formel berechnet (Müller 2005):

$$Q = A \cdot k' \cdot (t_i - t_a)$$

- A= Hüllfläche in m²
- k' = Wärmeverbrauchsbeiwert in W/m²
- t_i = Innentemperatur in °C
- t_a = Außentemperatur in °C
- Q= Heizwärmebedarf in KW

Unter Verwendung dieser Formel wurde für jedes Glashaus ein theoretischer Heizwärmebedarf berechnet. Dabei wurde für fünf der neun Gewächshäuser die Blockbauweise berücksichtigt, dadurch verkleinert sich für jene Gewächshäuser die Hüllfläche A (siehe Anhang Tabelle 2). Der k'- Wert der einzelnen Gewächshäuser wurde anhand der Bauweise und des Heizungssystems zugeordnet, die in Tabelle 3 abgebildet werden.

Tabelle 3 k'-Werte der unterschiedlichen Eindeckmaterialien und Heizsysteme

	k' Werte	Quelle	Haus Nr.
Einfachglas mit gemischtem Heizsystem	7,6	(Müller 2005)	2,3,5,6,7,8,
Einfachglas mit hoher Rohrheizung	8,2	(Müller 2005)	
Einfachglas mit Stehwandheizung	8,1	(Müller 2005)	
Stegdoppelplatten mit 16mm mit hoher Rohrheizung	4,7	(Müller 2005)	4
Doppelverglasung mit gemischtem Heizsystem	5,0	(BDEW 2009)	1,9

Die Innentemperatur t_i wurde für jedes Haus im Zuge eines Expertengesprächs individuell ermittelt, dabei wurden etwaige Änderungen in der Temperaturführung berücksichtigt. Für die Außentemperatur t_a wurden auf Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik der Messstation Linz Stadt für das jeweilige Jahr zurückgegriffen. Der dabei verwendete Wert ist jener des Mittelwerts der Lufttemperatur in °C (ZAMG 2014; ZAMG 2013; ZAMG 2012; ZAMG 2011; ZAMG 2010; ZAMG 2009).

Für die weiteren Berechnungen wurden all jene Werte einbezogen, die in der Heizperiode von September bis April einen Heizwärmebedarf größer Null aufwiesen. Die Monate Mai bis August wurden nicht berücksichtigt, da in dieser Zeit die Gewächshäuser in Realität nicht beheizt werden. Laut Berechnungen hätte jedoch, insbesondere in den Gewächshäusern mit 18 °C Kulturtemperatur, vereinzelt auch in den Sommermonaten geheizt werden müssen.

Die Summe dieser Werte wurde anschließend mit 24 multipliziert, um den hypothetischen Heizwärmeverbrauch in der Heizperiode zu erhalten. Dahinter steckt zunächst die Annahme, dass die Gewächshäuser in der Heizperiode rund um die Uhr gleichmäßig beheizt werden.

Anschließend wurde der jeweilige Anteil am hypothetischen Verbrauch (hV) der jeweiligen Gewächshäuser in den einzelnen Monaten berechnet.

Die Summe des hV aller Gewächshäuser pro Monat bildete die Grundlage für die Berechnung des hypothetischen Anteils an Wärmeverbrauch der einzelnen Monate.

Jener Prozentsatz wurde verwendet um den tatsächlichen Verbrauch an Heizenergie von Heizperioden auf Jahre umzulegen. Für die Monate des Jahres 2009, für die noch Informationen auf Monatsebene vorhanden waren, wurden diese Werte aus dem Datensatz herangezogen und addiert.

Da in den Glashäusern „Verbindungshaus und Verkaufsglashaus“ keine Produktion im eigentlichen Sinne stattfindet, wurde der Verbrauch jener Glashäuser vom gesamten Verbrauch subtrahiert, um den endgültigen Verbrauch der Produktion pro Jahr zu erhalten. Der Anteil der Produktion beträgt rund 82%, wie Tabelle 4 darstellt.

Tabelle 4 Wärmeverbrauch pro Jahr

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	MW
Wärmeverbrauch gesamt (mWh)	377	386	338	341	350	358
Wärmeverbrauch Produktion (mWh)	312	321	277	280	288	296
Anteil Produktion (%)	83%	83%	82%	82%	82%	82%

Die Unterschiede zwischen errechnetem und dem tatsächlichen Verbrauch sind abhängig von der angenommenen Anzahl der Volllaststunden, wie Tabelle 5 veranschaulicht, stimmen der tatsächliche und der errechnete Verbrauch unter Annahme von 14 Volllaststunden pro Tag der Heizperiode am besten überein. Der Unterschied zwischen errechnetem und tatsächlichem Ergebnis beträgt für ein Durchschnittsjahr 3,81%.

Tabelle 5 Unterschiede zwischen errechnetem und tatsächlichem Heizwärmeverbrauch

Jahr		2009	2011	2012	2013	MW
tatsächlicher Verbrauch	mWh	376,54	338,04	340,62	349,85	358,22
	Δ mWh					
24 Volllaststunden pro Tag in der Heizperiode	mWh	635,02	583,37	625,39	626,22	637,48
	Δ mWh	258,48	245,33	284,78	276,37	279,26
	%	68,65%	72,57%	83,61%	79,00%	77,93%
14 Volllaststunden pro Tag in der Heizperiode	mWh	370,43	340,30	364,81	365,30	371,86
	Δ mWh	-6,11	2,26	24,20	15,45	13,64
	%	-1,62%	0,67%	7,10%	4,41%	3,81%

Energiesparmaßnahmen wurden im Zuge der Berechnung nicht berücksichtigt. Die Gewächshäuser werden an den Stehwänden außen in den Wintermonaten mit Noppenfolie gedämmt. Dadurch kann eine Einsparung von bis zu 40% bezogen auf die gedämmte Fläche erlangt werden, bzw. 8% bezogen auf das Gewächshaus (Müller 2005).

9.2.3 Emissionswerte

Im Jahr 2009 wurde die gesamte Heizung des Betriebes von Erdgas auf Fernwärme umgestellt. Auf die Konsequenzen dieser Umstellung wird in Kapitel 11.2 nochmals eingegangen.

9.3 Dünger

9.3.1 Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen

Die Daten zum Düngerverbrauch entstammen aus den Buchhaltungsdaten. Dabei wurden sämtliche Dünger erhoben, die im Fallbetrieb während der Untersuchungsperiode zugekauft wurden. Zunächst wurde kein Unterschied gemacht, ob die Düngemittel für den Wiederverkauf bestimmt sind, oder in die Produktion fließen. Diese Unterscheidung wurde in einem zweiten Schritt anhand folgender Annahmen getroffen. Jene Düngemittel, die unter der Linie „die OÖ Gärtner“ zugekauft wurden, sind grundsätzlich als Wiederverkaufsartikel zu klassifizieren, da es sich dabei um eine Produktlinie für den Hobbygärtner handelt. Als zweites Kriterium wurde die Verpackungseinheit herangezogen. Alle Produkte mit einem Gewicht über 5 kg bzw. einem Volumen von über 1 l wurden der Produktion zugerechnet. Ausnahmen bilden lediglich ein Rasendüngemittel mit 10 kg, das eindeutig nicht in der Produktion verwendet wurde und einem speziellem Eisendünger, der trotz geringer Menge laut eigener Einschätzung nicht für den Weiterverkauf bestimmt war. Insgesamt wurden neun verschiedene Düngemittel als relevant eingestuft.

Anschließend wurde die Summe der Reinnährstoffe der Düngemittel berechnet. Dazu wurden das Gesamtgewicht jeweiligen Düngers mit dem jeweiligen Anteil der Hauptnährstoffe Stickstoff (N) Phosphor (P) und Kalium (K) multipliziert. Dieser Anteil wurde, wenn vorhanden, mittels Produktdatenblättern ermittelt oder er ließ sich direkt

aus dem Produktnamen ableiten, wie bei Düngern üblich (zB Profinährsalz 15-10-15). Bei Flüssigdüngern wurde der Nährstoffgehalt in g/l für die Berechnung hinzugezogen.

Tabelle 6 Menge an Dünger gemessen in Reinnährstoffen

Mineralische Düngemittel - Reinnährstoffe						
	2009	2010	2011	2012	2013	MW
N	62,83	54,33	27,41	31,16	61,7	47,49 kg
P	34,78	27,69	14,14	13,72	34,5	24,97 kg
K	56,41	46,17	20,08	18,08	51,5	38,45 kg

Im Fallbetrieb werden auch geringe Mengen an organischen Düngern verwendet. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Hornspäne, aber auch Rizinusschrot und Biofert, ein Nebenprodukt aus der Lebensmittelerzeugung, wurden in geringen Mengen eingesetzt. Im Mittel sind dies insgesamt 47kg pro Jahr. Der Reinnährstoffinhalt an N beträgt dabei 3,92 kg jährlich, bei P und K liegt er unter einem halben kg. Die organischen Düngemittel wurden im weiteren Verlauf der Studie nicht berücksichtigt, zum einen aufgrund der geringen Menge, zum anderen aufgrund mangelnder Emissionsfaktoren.

Wie Tabelle 6 zeigt unterliegt die jährliche Menge an Düngemittel erheblichen Schwankungen. Diese beruhen auf der Tatsache, dass im Fallbetrieb manche Düngemittel über mehrere Jahre hinweg verwendet und nicht innerhalb eines Jahres verbraucht werden. Die unterschiedlichen Düngemengen können nicht, bzw. nur marginal, auf unterschiedliches Düngeverhalten in den einzelnen Jahren zurückgeführt werden (Wandl 2014b).

Produkte, die im Betrieb als Fertigware zugekauft werden bzw. verkaufsfertige Produkte, die länger im Betrieb verbleiben, werden teilweise auch unter Verwendung der hier erhobenen Düngemittel mitgedüngt. Dieser Anteil konnte jedoch nicht quantifiziert werden, daher wurde die gesamte Menge der Produktion zugerechnet, dementsprechend liegt hierbei eine Überbewertung vor.

9.3.2 Emissionswerte

Bei den mit Dünger verbundenen Emissionen kann zwischen zwei verschiedenen Kategorien unterschieden werden. Zum einen entstehen Emissionen bei der Bereitstellung von Dünger und zum anderen bei der Aufbringung von N- Düngern.

9.3.2.1 Emissionen Bereitstellung

Unter Bereitstellung des Düngers werden an dieser Stelle die Produktion des Düngers und der Transport (bis zum Feldrand) inklusive Vorketten verstanden. Die Werte beziehen sich auf die Produktion in Deutschland, der EU und Osteuropa für N- und P-Dünger. Bei K-Dünger wird die Produktion in Deutschland als Bezugspunkt angegeben.

Die Emissionen der Bereitstellung beziehen sich auf ein kg des jeweiligen Reinnährstoffes, obwohl im Betrieb generell Mehrnährstoffdünger verwendet werden. Es liegen jedoch keine Daten oder Studien zu spezifischen Emissionen von Mehrnährstoffdünger vor, daher werden diese als die Summe der mit der

Bereitstellung der jeweiligen Reinnährstoffe in Verbindung gebrachten Emissionen aufgefasst.

Für die Bereitstellung eines Durchschnittlichen N-, P- oder K- Düngers, werden Emissionswerte der ProBas Datenbank herangezogen; siehe dazu Anhang Tabelle 3.

9.3.2.2 Emissionen durch die Ausbringung der Düngemittel

N₂O entsteht in Böden durch die natürlichen Prozesse der Nitrifikation und der Denitrifikation, welche mit dem Abbau von Stickstoff einhergehen. Unter Nitrifikation versteht man die aerobische mikrobiologische Oxidation von Ammonium zu Nitrat, Denitrifikation bezeichnet die anaerobische Reduktion von Nitrat zu Stickstoffgas.

„Nitrous oxide is a gaseous intermediate in the reaction sequence of denitrification and a by-product of nitrification that leaks from microbial cells into the soil and ultimately into the atmosphere. One of the main controlling factors in this reaction is the availability of inorganic N in the soil. The emissions of N₂O that result from anthropogenic N inputs or N mineralisation occur through both a direct pathway (i.e., directly from the soils to which the N added/released), and through two indirect pathways: (i) following volatilisation of NH₃ and NO_x from managed soils and from fossil fuel combustion and biomass burning, and the subsequent redeposition of these gases and their products NH₄⁺ and NO₃⁻ to soils and waters; and (ii) after leaching and runoff of N, mainly as NO₃⁻, from managed soils (IPCC, 2006, p. 11.5).“

Als Berechnungsgrundlage dieser Emissionen dienen die Methoden der IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006), die hier spezifisch für mineralische Dünger dargestellt werden. Die für die Berechnung relevanten Faktoren werden in Tabelle 7 dargestellt.

Direkte N₂O Emissionen durch die Aufbringung von synthetischen Dünger:

$$N_2O-N_{\text{Direkt}} = (F_{\text{syn}}) * EF_1$$

N₂O-N_{Direkt} = direkte N₂O Emissionen durch die Ausbringung synthetischer

F_{syn} = jährlicher N Eintrag durch synthetische Düngung

EF₁ = Emissionsfaktor für N₂O Emissionen von bewirtschafteten Böden

Indirekte Emissionen durch die Aufbringung von synthetischem Dünger:

N₂O Emissionen durch die atmosphärische Deposition:

$$N_2O-N_{\text{indirect}} = [(F_{\text{syn}} * \text{Fra}_{\text{GASF}})] * EF_4$$

N₂O-N_{indirekt} = indirekte N₂O Emissionen durch die Ausbringung synthetischer

F_{syn} = jährlicher N Eintrag durch synthetische Düngung

Frac_{GASF} = Anteil des synthetischen Düngers der der als NH₃ und NO_x emittiert

EF₄ = Emissionsfaktor für N₂O Emissionen durch atmosphärische Deposition gasförmiger Stickstoffverbindungen [kg N₂O-N/kg NH₃-N und NO_x-N]

Indirekte N₂O Emissionen durch Auswaschungen und Oberflächenabfluss:

$$N_2O-N_{\text{Indirekt2}} = F_{\text{syn}} * \text{Frac}_{\text{LEACH}} * EF_5$$

N₂O-N indirekt = indirekte N₂O-N Emissionen durch Auswaschungen und Oberflächenabfluss

F_{syn} = jährlicher N Eintrag durch synthetische Düngung

Frac_{LEACH} = Anteil des verlagerten N

EF₅ = Emissionsfaktor für N₂O Emissionen durch Auswaschung

Tabelle 7 Übersicht der Emissions-, Verflüchtigungs- und Auswaschungsfaktoren für direkte und indirekte N₂O Emissionen (IPCC 2006)

Emissions, Verflüchtigungs und Auswaschungsfaktoren			
EF ₁	0,01	Frac _{GASF}	0,1
EF ₄	0,01	Frac _{LEACH}	0,3
EF ₅	0,0075		

Als Umrechnungsfaktor von N₂O-N Emissionen zu N₂O Emissionen kommt in allen Fällen folgende Formel zur Anwendung:

$$N_2O = N_2O-N * 44/28$$

Es sind keine Studien bekannt, die sich mit Emissionen der Ausbringung von Düngern im speziellen Fall von Zierpflanzen beschäftigen. Es kann dementsprechend sein, dass es dabei Unterschiede gibt. Insbesondere bei Topfpflanzen liegt die Vermutung nahe, dass vor allem die indirekten Emissionen wegfallen könnten bzw. andere Berechnungsmethoden zur Anwendung kommen sollten. Da darüber nichts bekannt ist, wird dennoch für alle Kategorien in denen N-Dünger zum Einsatz kommt, die eben dargestellte Berechnungsweise verwendet.

9.4 Pflanzenschutzmittel

9.4.1 Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen

Die Vorgehensweise bei der Erhebung der Pflanzenschutzmittel ähnelt zum Großteil jener bei Düngemitteln. Ebenfalls wurden an dieser Stelle zunächst sämtliche Pflanzenschutzmittel, die zwischen 2009 und 2013 in den Betrieb gelangten, erfasst. Danach wurden diese in „Pflanzenschutzmittel für den Weiterverkauf“ und „Pflanzenschutzmittel für die Verwendung im Betrieb“ aufgeteilt. Als Hauptselektionskriterium galt die Größe der Gebinde der Pflanzenschutzmittel. Pflanzenschutzmittel mit Inhalt von einem Liter und mehr wurden der betriebsinternen Verwendung zugeordnet, außer es handelte sich dabei um bereits fertige Mischungen zur direkten Anwendung durch die Verbraucherin, den Verbraucher.

Mittels Produktdatenblättern, die bei sämtlichen relevanten Pflanzenschutzmitteln im Internet frei zur Verfügung stehen, wurden diese in drei Hauptgruppen, Insektizid – Fungizid – Algizid, und zwei Nebengruppen Herbizid und Netzmittel unterteilt. Es wurde ferner der jeweilige Wirkstoff und dessen Konzentration ermittelt und anschließend der Einsatz an Reinwirkstoffen berechnet. Wie auch bei Düngemitteln kommt es bei den Pflanzenschutzmitteln zu annuellen Schwankungen, die nicht auf eine unterschiedliche Anwendungspraxis, sondern auf Lagereinkäufe bzw. Lagerverbräuche, zurückzuführen sind (Wandl 2013).

Durchschnittlich wurden pro Jahr 0,82 kg Fungizide, 0,22 kg Insektizide und 0,83 kg Algizide gemessen in kg Reinwirkstoff ausgebracht.

Da sich der schlussendlich verwendete Emissionsfaktor für Pflanzenschutzmittel nicht auf Reinnährstoffe, sondern auf die Gesamtmenge bezieht, wurde auch diese berechnet. Dabei wurde die Annahme getroffen, dass Spritzmittel in flüssiger Form die gleiche Dichte wie Wasser aufweisen und somit ein Liter Pflanzenschutzmittel einem kg Pflanzenschutzmittel entspricht. Die tatsächliche Dichte konnte nicht ermittelt werden.

9.4.2 Emissionswerte

Es wurde der Prozess Chem-orgPflanzenschutzmittel-2000 aus der ProBas Datenbank inkl. Vorkette als Emissionsfaktor verwendet. Der Prozess beschreibt die Bereitstellung von Pflanzenschutzmittel von Bohrloch/Grube bis zum Feldrand. Zeitlich bezieht sich der Faktor auf die Mitte der 1990er Jahre (Umweltbundesamt 2015b).

9.5 Kultursubstrate

Im Fallbetrieb werden grundsätzlich zweierlei Arten an Kultursubstrate verwendet, zum einen diverse zugekaufte Produkte und zum anderen ein selbst erzeugtes Kultursubstrat, das aus eigenem Kompost und zugekauftem Torf besteht. Zunächst wird daher auf die externen Substrate eingegangen und im Anschluss das interne Substrat näher betrachtet.

9.5.1 Substrate extern

9.5.1.1 Datenerhebung, Zuteilungen und Berechnungen

Im Zuge der Datenerhebung wurden sämtliche Kultursubstrate erhoben, die im Untersuchungszeitraum in den Betrieb gingen. In einem zweiten Schritt wurde zwischen Substraten für den Wiederverkauf und jenen für die betriebsinterne Verwendung unterschieden. Diese Unterscheidung beruht auf folgenden Selektionskriterien. Erstens sind sämtliche Substrate, die unter den Markennamen „Gärtner Exklusiv“ oder „Die OÖ Gärtner“ geführt werden als Wiederverkaufsprodukte einzustufen. Obwohl eventuelle Reste dieser Mengen im Betrieb selbst verwendet werden, handelt es sich dabei um äußerste geringe Mengen, die im Zuge dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden. Zweitens werden betriebsintern nur 70 Liter Säcke verwendet (Wandl 2013). Nach dieser Selektion ergeben sich insgesamt folgende Mengen für den Untersuchungszeitraum, die in Tabelle 8 dargestellt werden.

Tabelle 8 Menge Substrat extern

Substrat extern					
2009	2010	2011	2012	2013	MW
10,64	19,53	18,15	43,19	12,60	20,82 m ³

9.5.1.2 Emissionswerte

Die Emissionswerte, die für die externen Substrate herangezogen wurden, entstammen einer vergleichenden LCA-Studie der European Peat and Growing Media Association, in der die Umweltauswirkungen verschiedener Kultursubstrate untersucht und verglichen werden. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus von Produktion, über Anfuhr (von Produktionsstätte zu Verarbeitungsstätte), Verarbeitung und Mischung, Auslieferung (zu den Konsumenten, Konsumentinnen), Gebrauchsphase bis hin zur „End-of-life“-Phase berücksichtigt. Tabelle 9 bildet einen Überblick über die jeweilige Zusammensetzung der Substrate aus EPAGMA (2012).

Tabelle 9 Zusammensetzung der Substrate aus EPAGMA (2012)

		CO ₂ -Äqu./m ³	Zusammensetzung							
			Weißtorf	Schwarztorf	Kompost	Kokosfaser	Baumrinde	Perlite	Reiskornschalen	Holzfasern
Substrate für Topfpflanzen	Mix 2.1	227,61	50%	50%						
	Mix 2.2	152,15	80%				20%			
	Mix 2.3	193,87	50%		30%	20%				
	Mix 2.4	161,96		30%	10%		20%		10%	30%
	Substrat extern	183,90								
Substrate für Jungpflanzenproduktion	Mix 3.1	192,00	75%	25%						
	Mix 3.2	129,60	30%			50%			20%	
	Mix 3.3	136,00	50%			30%			20%	
	Mix 3.4	149,60	80%					20%		
	Substrat extern - Jungpflanzen	151,80								
Substrate für den Hobby-Markt	Mix 5.1	206,00	60%		40%					
	Mix 5.2	256,70		80%			20%			
	Mix 5.3	238,38	40%	60%						
	Mix 5.4	153,87			30%	30%	10%		10%	20%

Da die genauen Zusammensetzungen der fertig gekauften Substrate nicht ermittelt werden konnte und die CO₂-Äqu. Emissionen stark von diesen abhängig sind, wie Anhang Tabelle 3 darstellt, wurde der Mittelwert von Mix 2.1. bis Mix 2.4. herangezogen. Dabei handelt es sich um Substrate, die für die Produktion von Topfpflanzen verwendet werden. In der gesamten Produktionsbilanz kam dieser Faktor von 183,90 kg CO₂-Äqu./m³ für die Gesamtmenge an Substrat extern zur Anwendung. Im Zuge der Allokation mittels Kulturschemata wurde anschließend zwischen Substraten für Topfpflanzen und Substraten für die Jungpflanzenproduktion unterschieden, dafür wurde der Wert Substrat extern – Jungpflanzen verwendet, der sich aus dem Mittelwert von Mix 3.1. bis 3.4 ergibt.

9.5.2 Substrat aus eigener Erzeugung – Substrat intern

Im Betrieb wird ein Teil des verwendeten Kultursubstrates selbst hergestellt. Insgesamt wird dieses Substrat fünf Mal jährlich, zwei Mal im Frühjahr und drei Mal im Herbst, erzeugt. Dafür kommt ein Dämpfkasten mit Fassungsvermögen von 2,5m³ zum Einsatz. Dieser wird mit Komposterde, die vom betriebseigenen Kompost gewonnen wurde, gefüllt. Zuvor wird die Komposterde vom eigenen Kompost abgestochen und mit Hilfe eines Wurfsiebs von Verunreinigungen befreit. Zu den häufigsten Verunreinigungen zählen dabei Reste von nicht organischen Verpackungsmaterialien, schwer abbaubare Teile von diversen Schnüren, die im Betrieb zum Einsatz kommen, aber auch immer wieder Messer und Scheren, die unachtsam in den Abfall gelangen (eigene Beobachtung).

Die Komposterde wird durch den Prozess des Dämpfens bei 95-98°C von Schädlingen, Krankheitserregern und Unkrautsamen weitgehend befreit (Balas 2003). Im abschließenden Produktionsschritt wird die gedämpfte Komposterde mittels eines Erdmischers mit einem Anteil Torf vermengt. Das Mischverhältnis dabei liegt dabei bei etwa 2:1. Damit werden rund 1,25 m³ Torf beigemengt und es entsteht eine Gesamtmenge an Substrat von 3,75m³. Insgesamt werden pro Jahr folglich 18,75 m³ oder 18.750 l Substrat selbst produziert.

Der Großteil dieser Menge fließt in die Produktion ein, während ein geringer Anteil für diverse andere Leistungen verwendet wird. Hierzu zählen zum Beispiel das Umtopfen von Pflanzen oder das Ansetzen von Balkonkisterl. Da die Höhe dieses Anteils allerdings nicht ermittelt werden konnte, wird an dieser Stelle die gesamte Menge der Produktion zugerechnet, dementsprechend wird im Zuge dieser Studie der Materialverbrauch von internen Substraten überschätzt.

9.5.2.1 Emissionswerte

Die Emissionen des internen Substrats setzen sich aus den Emissionswerten der einzelnen Parameter zusammen. Die Emissionswerte für Weißtorf und Kompost wurden der Studie von EPAGMA (2012) entnommen, wobei bei Kompost die Emissionen von „cradle to gate“ herangezogen wurden, da der Kompost aus eigener Erzeugung stammt und somit nicht zunächst in den Betrieb transportiert werden muss. Für den Weißtorf wurde der gesamte Lebensweg berücksichtigt. Zusätzlich wurden die Emissionen des Heizöl berücksichtigt, dass im Zuge des Dämpfprozesses zum Einsatz kommt (siehe Abschnitt 9.8). Daraus ergibt sich ein Wert von 159,4 kg CO₂-Äquivalent pro m³ Substrat intern.

9.6 Kulturgefäße

Um den Einflussfaktor Kulturgefäße quantifizieren zu können, wurden sämtliche Pflanztöpfe in den Größen 9 bis 14 cm aus den Buchhaltungsdaten erhoben. Da es sich bei diesen Daten um Stückzahlen und nicht um Gewichtseinheiten handelt, wurden im Zuge einer Erhebung im Zuliefererbetrieb, das Gewicht der einzelnen Pflanztöpfe mittels geeichter Waage, die der Zuliefererbetrieb zur Verfügung stellte, gemessen (siehe Kapitel 8.4). Alle andere Kulturgefäße, wie Aussaat- und Pikierplatten, 25l Kübel, wie sie bei der Kultur von Lilien zum Einsatz kommen, wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Bei der Anzucht von Jungpflanzen werden daher die Emissionen in diesem Bereich unterschätzt, dies ist insbesondere im Hinblick auf die Kategorie Gemüse und Salat, die gänzlich im Fallbetrieb

produziert wird und schon im Jungpflanzenstadium als verkaufsfertiges Produkt gilt, relevant.

Gleiches gilt für jene Schnittpflanzenkulturen, die in Kulturgefäßen und nicht direkt im Boden kultiviert werden. Jene Kulturgefäße werden allerdings über mehrere Jahre hinweg wiederverwendet (eigene Beobachtung), daher werden die damit verbundenen Emissionen als vernachlässigbar angesehen (Wandl und Wandl 2014).

9.6.1 Emissionswerte

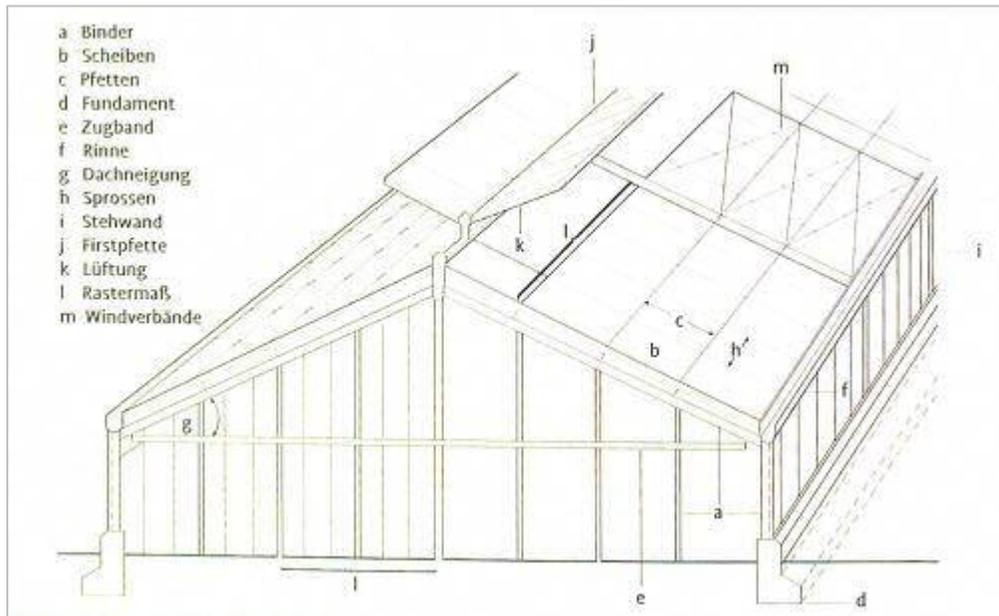
Die im Fallbetrieb verwendeten Pflanztöpfe bestehen aus Polypropylen (Desch Plantpark 2015). Es wird ein Emissionswert der ProBas Datenbank herangezogen, der sich auf Produktion im Spritzgussverfahren in Europa bezieht. Als funktionelle Einheit dient dabei ein kg Polypropylen Granulat. Die Emissionen für ein kg PP-Granulat liegen bei 3,13 kg. CO₂-Äquivalenten.

9.7 Gewächshausinfrastruktur

Mit über 75% der betrieblichen Produktionsfläche prägen die Gewächshäuser den Betrieb entscheidend. Über 90% der Gesamtenergie von Gartenbaubetrieben fällt bei der Beheizung der Gewächshäuser an (Degen und Schrader 2014), aber auch die Herstellung der Glashäuser an sich verursacht einen für den Gartenbau relevanten Material- und Energieverbrauch (Theurl 2008). Im folgenden Kapitel werden daher die Emissionen, die mit der Gewächshausinfrastruktur verbunden sind, analysiert. Aufgrund der mangelnden Datenlage kann nur auf den Materialeinsatz der Gewächshäuser eingegangen werden, Emissionen die mit dem Transport der einzelnen Bauteile und dem Aufstellen der Gewächshäuser verbunden sind, sind nicht berücksichtigt. Da die Gewächshäuser von einer in Linz ansässigen Firm stammen, wird davon ausgegangen, dass die mit dem Transport der Bauteile verbundenen Emissionen vernachlässigbar sind.

Anhang Tabelle 2 gibt einen detaillierten Überblick über die Größe der Gewächshäuser, Eindeckmaterialien und des Heizungssystem. Sämtliche Gewächshäuser sind im ganzjährigen Betrieb und stehen wenn überhaupt nur fall – bzw. teilweise leer. Die Gewächshäuser wurden von 1959 bis in die Mitte der 1970er Jahre errichtet (Wandl 2014a; Wirtschaftskammer Oberösterreich 2006) und sind seither noch immer in ihrer ursprünglichen Form in Betrieb. Es handelt sich dabei um Glashäuser des VOEST-Typs, benannt nach der Herstellerfirma, die heutige Voestalpine. Die Konstruktion dieses Firmentyps ähnelt jener des deutschen Normgewächshauses. Heute werden vor allem die weniger kosten- und materialintensiven Venlo-Gewächshäuser errichtet (Degen und Schrader 2014). Abbildung 7 stellt das Normgewächshaus und seine Bestandteile dar und dient der Veranschaulichung des Materialbedarfs.

Abbildung 7 Skizze eines deutschen Normgewächshauses (Degen und Schrader 2014)



Die Datenlage zum Materialbedarf von Gewächshäusern ist nicht besonders umfangreich, es konnte jedoch auf drei Quellen zurückgegriffen werden, die jeweils unterschiedliche Informationen liefern. Basierend auf diesen Quellen wurde der spezifische Materialverbrauch der Gewächshauskonstruktion berechnet. Die Konstruktionspläne der Glashäuser sind nicht mehr erhalten, mit deren Hilfe der Materialverbrauch präziser bestimmt hätte werden können.

Tabelle 10 stellt die unterschiedlichen Angaben zum Materialverbrauch von Gewächshäusern gegenüber.

Tabelle 10 Materialeinsatz Gewächshäuser

	Weitspanngewächshaus		Venlo-Gewächshaus		
	Kowata et al.	Zabeltitz	Zabeltitz	Theurl	
Stahl	12,77	8,40	7,60	11,00	kg/m ²
Aluminium	2,55	2,90	2,50	2,50	kg/m ²
Zink		0,40	0,50		kg/m ²
Hüllmaterial					
Glas	10,23	10,20	10,00	13,00	kg/m ²
Beton	67,75			50,40	kg/m ²

Zu beachten ist, dass sich die Angaben von Theurl (2009) auf ein Venlo-Gewächshaus beziehen, während sich jene von Zabeltitz (2011) sowohl auf ein Venlo-Gewächshaus als auch auf ein Weitspanngewächshaus beziehen. Bei Zabeltitz (2011) werden keine Aussagen zum Verbrauch von Beton gemacht. Beton

wird als Fundament von Gewächshäusern verwendet, dies trifft auch für den Fallbetrieb zu. Laut Kowata et al. (2008) sind die CO₂-Emissionen bei einem einschiffigen Gewächshaus zu über 40% auf das Fundament aus Beton und Stahl zurückzuführen. Im Gegensatz zu Zabeltitz (2011) wird bei Kowata et al. (2008) und Theurl (2008) Zink nicht als Material eingesetzt. Degen und Schrader (2014) zufolge kommt feuerverzinkter Stahl beim Gewächshausbau zum Einsatz. Auffällig ist, dass die Angaben von Theurl deutlich höher sind als jene von Zabeltitz (2011).

Da im Fallbetrieb weder Venlo-Glashäuser noch rein freistehende Weitspanngewächshäuser zum Einsatz kommen, wurden zunächst Berechnungen für alle drei verfügbaren Werte durchgeführt. Es war zudem möglich, die Menge an Hüllmaterial Glas direkt zu berechnen, da die gesamte Hüllfläche der Gewächshäuser bekannt ist. Gartenklarglas mit einer Dicke von 4mm hat ein Gewicht von 10kg/m² (Glas-Innung Düsseldorf 2014). Die Hüllflächen aller Produktionsgewächshäuser wurden, mit und ohne Berücksichtigung der Blockbauweise, jeweils mit diesem Wert multipliziert. Es zeigte sich, dass der Wert der unter Berücksichtigung der Blockbauweise für das Gewächshaus 2 errechnet wurde, den Angaben von Theurl zur Menge an Glas entspricht. Dies ist insofern nachvollziehbar, als dass die Venlo-Bauweise quasi eine Aneinanderreihung mehrere Glashäuser ist, die jedoch keine Trennmauern zwischen den einzelnen Glashäusern besitzen; gleiches trifft für Glashaus 2 zu.

Für die anderen Glashäuser lag der spezifische Wert an Glas jeweils deutlich über den Werten, die mit den Angaben von Theurl (2009) errechnet wurden. Im nach Anteil an der Gesamtfläche gewichteten Mittelwert wurden 29% mehr Glas verbraucht. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde die Annahme getroffen, dass der tatsächliche Materialeinsatz für alle Materialien um 29% höher liegt als laut den Angaben von Theurl (2009).

Gewächshaus Nr. 4 ist mit Doppelstegplatten eingedeckt, dieser Materialeinsatz wurde separat berechnet. Doppelstegplatten haben ein Gewicht von 3,62 bis 4,70 kg/m² (Hornbach 2014; Kunststoffhandel Schleiting 2014). Zur Berechnung der Gesamtmenge wurde ein Mittelwert dieser Angaben herangezogen und dieser mit der Hüllfläche multipliziert.

Im Betrieb wird zur Wärmedämmung während der Heizungsperiode Noppenfolie an den Außenseiten der Stehwände der Gewächshäuser angebracht. Noppenfolie wiegt 0,41 kg/m², dieser Werte wurde mit der Anzahl der gedämmten m² multipliziert.

Neben den klassischen Glashäusern gibt es zwei doppelt bespannte Folientunnel im Betrieb. Zur Berechnung des Materialansatzes wurden hierfür die Werte von Zabeltitz herangezogen, da diese sich auf eine derartige Bauweise beziehen.

Die Lebensdauer der Gewächshäuser wurde pauschal mit 40 Jahren angenommen, obwohl nicht alle zur selben Zeit errichtet worden sind, jedoch ist das tatsächliche Baujahr nicht exakt bekannt (Wandl 2014c). In der Literatur wird generell eine niedrigere Lebensdauer von zumeist 20 Jahren bei Gewächshäusern angenommen, wobei laut eigener Einschätzung diese Lebensdauer vor allem für kleinere Gartenbaubetrieb unrealistisch kurz ist, da sich die Errichtung von Gewächshäusern

auch wirtschaftlich rentieren muss. Bei einer Lebensdauer von 40 Jahren fallen Erneuerungen aufgrund von Verschleiß an, diese wurden mit 15% und 10% Erneuerung in den letzten 10 Jahren für Glas und Aluminium berücksichtigt.

Bei den Eindeckungsmaterialien wurde für die Doppelstegplatten eine Lebensdauer von 20 Jahren angenommen und für die PE-Folie 10 Jahre. Die Lebensdauer der Noppenfolie wurde mit 15 Jahren veranschlagt (Wandl 2014c).

ialeinsatz aller Gewächshäuser

Tabelle 11 zeigt den jährlichen Materialeinsatz aller Gewächshäuser

Tabelle 11 Jährlicher Materialeinsatz der Gewächshäuser bei einer Nutzungsdauer von 40 Jahren und 10 Jahren bei PE-Folie und 15 Jahre bei Noppenfolie inkl. Erneuerungen in den letzten 10 Jahren

Materialeinsatz p.a.		
Stahl	423	kg
Aluminium	126	kg
Zink	1	kg
Glas	719	kg
Beton	1.796	kg
PE Folie	12	kg
Noppenfolie	15	kg
Doppelstegplatten	7	kg

9.7.1 Emissionswerte

Sämtliche Emissionswerte zum Materialeinsatz der Gewächshäuser wurden der ProBas-Datenbank entnommen und können Anhang Tabelle 3 entnommen werden.

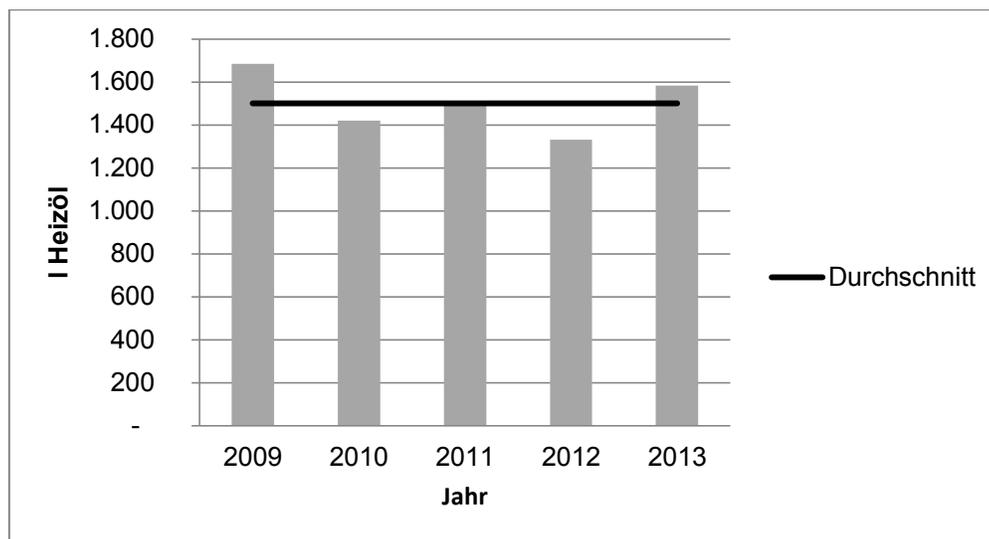
Da die Gewächshausinfrastruktur wesentlich älter ist als die hier verwendeten Daten, ist davon auszugehen, dass diese Werte die tatsächlichen Emissionen, die bei der Herstellung der Gewächshausmaterialien anfielen, höher liegen. Wenn mehrere Emissionswerte zur Auswahl standen wurde aus diesem Grund immer auf jenes mit den höchsten Emissionen zurückgegriffen.¹⁰

9.8 Heizöl

Heizöl wird im Fallbetrieb als Kraftstoff für den Dämpfer benötigt. Die Datenerhebung erfolgte auf Basis der Buchhaltungsdaten, wobei es sich bei Heizöl um den einzigen Input handelt, der aus dem Teil Kassa erhoben wurde. Wie Abbildung 8 zeigt unterliegt der Heizölverbrauch nur leichten annualen Schwankungen. Diese beruhen nicht auf Lagerkäufen, sondern auf einen in der Praxis leicht schwankenden Bedarf, obwohl prinzipiell jedes Jahr dieselben Dämpfvorgänge anfallen (Wandl 2014a).

¹⁰ In der Tabelle wurden die verwendeten Werte grau hinterlegt

Abbildung 8 Heizölverbrauch im Fallbetrieb 2009 – 2013



9.8.1 Emissionswerte

Die Emissionswerte für Heizöl wurden mittels des CO₂-Rechneres des österreichischen Umweltbundesamtes errechnet. Dieses Werkzeug verwendet GEMIS Österreich 4.81 als Datengrundlage und bezieht sich somit auf österreichische Standards. Werden direkte und indirekte CO₂-Äqu.- Emissionen berücksichtigt so erhält man einen Wert von 2,99kg CO₂-Äqu. pro Liter Heizöl. Als direkte Emissionen werden dabei jene bezeichnet, die „unmittelbar am Ort der Energieumwandlung“ anfallen, in diesem Fall also der Dämpfer (Umweltbundesamt 2014). Wobei an dieser Stelle erwähnt werden muss, dass es kein Emissionswert ist, der sich spezifisch auf einen Dämpfer bezieht, sondern auf einen durchschnittlichen Heizkessel. Emissionen, die bei der Herstellung des Brennstoffes anfallen werden als indirekte Emissionen bezeichnet (Umweltbundesamt 2014).

9.9 Strom

Die Daten zum Stromverbrauch wurden aus den Buchhaltungsdaten für den Zeitraum von jeweils einem Jahr in die Datenbasis aufgenommen. Die Abrechnung richtet sich auf den gesamten Betrieb. Da nicht nur in der Produktion sondern in allen anderen Bereichen des Betriebes Strom verwendet wird und es keine internen Stromzähler gibt, wurde der Gesamtverbrauch zwischen der Produktion und dem Bereich Floristik mit jeweils 50 Prozent aufgeteilt. Der Stromverbrauch war für den gesamten Untersuchungszeitraum relativ konstant und lag bei durchschnittlich 11.969 kWh. Folglich werden 5.985 kWh in der Analyse berücksichtigt.

9.9.1 Emissionswerte

Da der Stromanbieter des Fallbetriebs bekannt ist, und in Österreich die Pflicht besteht, dass Stromhändler ihre Kunden mindestens einmal jährlich über Zusammensetzung und Umweltauswirkung in Form von CO₂ Emissionen des Strom-Mix informieren (§ 78 Elektrizitätswirtschafts -und organisationsgesetz 2010), wurde auf die diesbezüglichen Angaben des Stromlieferanten für den Zeitraum 1. Oktober

2012 bis 30. September 2013 zurückgegriffen. Es handelt sich dabei um einen Wert von 150,69g CO₂-Äqu./kWh; dies entspricht 0,15kg CO₂ -Äqu./kWh.

9.10 Kulturschemata

Um die gesamten Emissionen der Produktion auf die 21 Kategorien aufzuteilen wurde ein Kulturschema entwickelt, unter dessen Verwendung im Zuge des zweiten großen Expertengesprächs die Kulturführung und Spezifika der einzelnen Kategorien erhoben wurden. Folgende Punkte wurden dabei berücksichtigt:

- Der Produktionsstatus bei Betriebseintritt
- Befand sich das Produkt bei Betriebseintritt bereits im Endtopf? (Frage nur für Topfpflanzen relevant)
- Welche Topfgröße kam als Endtopf zu Verwendung, für den Fall, dass das Produkt im Fallbetrieb in den Endtopf getopft wurde? (Frage nur für Topfpflanzen relevant)
- Der Zeitraum der Kulturführung (Genauigkeit: Monate)
- Der Zeitpunkt zu dem das Produkt verkaufsfertig ist (Systemgrenze)
- Handelt es sich um eine Kultur die im Freiland oder im Gewächshaus kultiviert wurde?
 - Wenn Gewächshaus, dann Glashaus oder Folientunnel?
 - In welchen Gewächshäusern bzw. in welchem Gewächshaus befand sich die Kultur wann und wie lange?
- Welche innerbetrieblichen Vorleistungen benötigt die Produktion?
 - Aufwand der für die Bodenbearbeitung betrieben wurde– Einschätzung auf einer Skala von 1 bis 10, wobei eins für sehr gering steht und 10 für sehr hoch. (nur für Schnittblumenkulturen relevant)
 - Wurde dazu die Fräse verwendet oder wurde händisch umgestochen?
 - Wurden im Zuge der Kulturvorbereitung die Beete gedämpft?
 - Wenn ja, wie oft?
 - Sonstiges
- Wie hoch ist die Schädlingsanfälligkeit der Kultur generell einzuschätzen? – Skala von 1 bis 10, wobei 1 sehr niedrig und 10 sehr hoch bedeutet.
- Wie hoch die die Anfälligkeit der Kultur für Pilzkrankheiten einzuschätzen – Skala von 1 bis 10, wobei 1 sehr niedrig und 10 sehr hoch bedeutet.
- Wie hoch ist der Düngebedarf der Kultur einzuschätzen? – Skala von 1 bis 10, wobei 1 sehr niedrig und 10 sehr hoch bedeutet.
- Welche Art der Düngemittel wurde verwendet? Wird Langzeit Dünger eingesetzt oder mittels Fertigation gedüngt?
- Wie hoch ist der durchschnittliche Verkaufspreis dieser Kategorie?

An dieser Stelle ist zu betonen, dass die Angaben sich speziell auf die Situation des Fallbetriebs beziehen. Andere Produktionsbedingungen und technologische Voraussetzungen können teilweise zu einem anderen Bild führen. Da es sich bei dieser Arbeit um eine Fallstudie handelt, wird an dieser Stelle jedoch bewusst nicht der Anspruch erhoben, dass die verwendeten Kulturschemata universell anwendbar sind, sondern vielmehr, dass sie die spezifischen Bedingungen des Fallbetriebs widerspiegeln. Die Kulturschemata berücksichtigen keine jährlichen Schwankungen,

sondern stellen die betriebsübliche Praxis dar. Vor allem beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kann es zu erheblichen Unterschieden im tatsächlichen Einsatz für die einzelnen Jahre kommen, da Schadensereignisse nicht in jedem Jahr gleich häufig vorkommen.

Um diese Fluktuationen im Fallbetrieb zu berücksichtigen zu können, bräuchte es eine genaue Datenerhebung über die innerbetriebliche Verwendung der einzelnen Faktoren, was den Untersuchungsrahmen sprengen würde.

9.11 Allokation mittels Kulturschemata

Um das Ergebnis der Analyse von betrieblicher Ebene auf jene der einzelnen Kategorien und später auf funktionelle Einheiten herunter zu brechen, wurde eine Allokation mittels der Kulturschemata vorgenommen. Dazu wurden alle Kulturschemata ausgewertet und nebeneinander gestellt. Im Folgenden wird die genaue Vorgehensweise der Zuteilung pro Einflussfaktor dargestellt.

9.11.1 Pflanzenschutzmittel

9.11.1.1 Insektizide

Die Werte der Einschätzung der generellen Schädlingsanfälligkeit auf der 10 Punkte Skala wurden für alle Kategorien aufsummiert und anschließend prozentuell je nach Stärke der Anfälligkeit aufgeteilt. Die Summe aller Insektizide für das Durchschnittsjahr wurde prozentuell auf die einzelnen Kategorien aufgeteilt.

9.11.1.2 Fungizide

Bei Fungiziden wurde die gleiche Vorgehensweise wie bei den Insektiziden angewandt, jedoch unter Berücksichtigung der Pilzanfälligkeit und der Menge an Fungiziden.

9.11.1.3 Algizide

Die Gesamtsumme an Algiziden wurde unter jenen Kategorien, in denen diese verwendet werden gleichmäßig aufgeteilt. Dabei handelt es sich um die Kategorien Poinsettien, Cyclamen und Pelargonien, die in Gewächshäusern der gleichen Fläche kultiviert werden, für jede Kultur wird die gesamte Gewächshausfläche einmal desinfiziert, daher scheint diese Zurechnung adäquat.

9.11.2 Dünger

Die Gesamtmenge an Dünger wurde mittels zweier verschiedener Verfahren zugeordnet, dazu wurde die Unterscheidung zwischen Dauerdüngern und Dünger, die mittels Fertigation ausgebracht werden, getroffen.

9.11.2.1 Fertigation

Die mittels Fertigation ausgebrachte Menge an N, P, und K Dünger wurde mittels der Einschätzung der Düngeintensivität zugeteilt. Die Summe der Punkte aller Kategorien wurde prozentuell aufgeteilt und jener Prozentsatz mit der jeweiligen Menge an Reinnährstoffen multipliziert.

9.11.2.2 Dauerdünger

Dauerdünger wird entweder direkt in den Boden eingearbeitet oder er wird dem Substrat zu gemengt. Für die Kategorien auf die ersteres zutraf, wurde berechnet wie

viele Beete jeweils für die jeweilige Kategorie bepflanzt werden. Pro Beet werden im Betrieb 2 kg Dauerdünger ausgebracht (Wandl und Wandl 2014). Etwaige Unterschiede der Beetgröße wurden dabei nicht berücksichtigt, diese wurden als vernachlässigbar eingeschätzt.

Für Dauerdünger, der über das Substrat zugeführt wurde, werden 1,8 kg Dünger pro m³ Substrat als Menge herangezogen (Wandl und Wandl 2014).

Da es sich bei den auf diese Weise errechneten Mengen um die Gesamtmenge Dünger und nicht um jene der Reinnährstoffe handelt, wurden die errechneten Menge anteilmäßig auf die Menge an Reinnährstoffen umgelegt.

9.11.3 Heizöl

Die Gesamtmenge an Heizöl verteilt sich auf zwei Prozesse, zum einem auf das Dämpfen des eigenen Substrates und zum anderen auf das Dämpfen der Bodenbeete. Für das Dämpfen eines mit eignen Kompost gefüllten, Dämpfkasten werden 30 Liter Heizöl benötigt. Pro Jahr sind dies somit 150 Liter Heizöl, die nicht extra zugeteilt werden müssen, da die damit verbundenen Emissionen in den Emissionswerten des internen Substrats berücksichtigt werden. Die übrigen 1.350 Liter Heizöl teilen sich auf die gedämpften Beete auf. Insgesamt werden im Jahr 45 Beete gedämpft. Da 15 Beete davon jeweils vor Kulturbeginn der Kategorie Chrysanthemen gedämpft werden, aber auch nachfolgende Kulturen davon profitieren (Wandl und Wandl 2014), wurde 20 Prozent anteilmäßig auf die Kategorien Iris, Lilien und Freesien und Ranunkeln aufgeteilt. Die restlichen 30 Beete werden für die Kategorie Sommerschnitt gedämpft, da auf diesen Flächen keine andere Kategorie unmittelbar davon profitiert, wird in diesem Fall der gesamte Bedarf der Kategorie Sommerschnitt zugerechnet.

9.11.4 Substrate

9.11.4.1 Substrate extern

Die Allokation der externen Substrate wurde mittels der Bezeichnung laut Rechnung und den Informationen aus den Kulturschemata getroffen. So ist beispielsweise „Cyclamenerde“ der Kategorie Cyclamen zuzuordnen oder „Lat-Terra Standard“ den Beet- und Balkonpflanzen (Wandl und Wandl 2014). Bei den restlichen externen Substraten, die sich nicht einfach über ihre Bezeichnung eindeutig zuordnen ließen, handelt es sich Aussaat und Pikiererden. Diese Menge wurde mittels erzeugter Menge an Jungpflanzen im Fallbetrieb je Kultur aufgeteilt. Tabelle 12 stellt die Verteilung dar, sie sich dadurch ergibt

Tabelle 12 Anteil an Vermehrungs und Aussaatsubstrat je Kategorie

Anteil an Vermehrungs- und Aussaatsubstrat	
12%	Beet und Balkon eigene Erzeugung
20%	Sommerschnitt
11%	Kräuter
5%	Chrysanthemen
6%	Pelargonium
38%	Gemüse und Salat
9%	Fruchtgemüse

9.11.4.2 Substrat intern

Die Aufteilung des internen Substrats erfolgte über die Menge an Substrat, die pro Pflanztopf benötigt wird. Um diesen Bedarf zu ermitteln, wurde der Substratrechner des Werkverbands Einheitserde e.V. verwendet (Einheitserde Werkverband e.V. 2014). Für „Schwarze Steigen“ in den die Frühlingsblüher kultiviert werden und 25l Kübel, die bei der Kultur von Lilien zu Verwendung kommen, wurden die Werte selbst berechnet. Tabelle 13 stellt eine Übersicht der Füllmenge pro Topfgröße dar.

Tabelle 13 Füllmenge je Topfgröße (Einheitserde Werkverband e.V. 2014)
* Wert lin. Interpoliert ** eigene Berechnungen

Topfgröße	Füllmenge in m³
9	0,00035
10	0,00047
10,5 *	0,00057
11	0,00063
12	0,00084
14	0,00129
Schwarze Steige **	0,01898
25 l Kübel (2/3 gefüllt)**	0,01667

Unter Berücksichtigung der jeweiligen Topfgröße, die in den einzelnen Kategorien zum Einsatz kommt und der jeweiligen Anzahl der Töpfe pro Kategorie, wurde eine Gesamtmenge berechnet. Diese liegt mit insgesamt 26,6 m³ über der Menge an verwendeten internen Substraten, die aus den Daten ermittelt wurde (18,75m³). Da die Angaben des Substratrechners auf „Durchschnittlichen Erfahrungswerten, die je nach Ballengröße der Jungpflanzen oder Einstellung der Topfmaschine schwanken können“ (Einheitserde Werkverband e.V. 2014) beruhen, im Fallbetrieb jedoch ausschließlich händisch getopft wird, wurde die Entscheidung getroffen, an dieser Stelle die prozentuale Verteilung der Werte des Substratrechners auf die tatsächlich

ermittelte Menge von 18,75 m³ zu beziehen. Der größte Anteil wurde dabei mit über 50% der Kategorie Frühlingsblüher zugeordnet.

9.11.5 Torf

Ein Teil der Gesamtmenge an Torf wurde bereits indirekt über die Menge an innerbetrieblichem Kultursubstrat alloziert. Der Rest wird in den Bodenbeeten eingearbeitet, daher dient die Menge an Beeten pro Kultur als relevanter Allokationsfaktor. Die verbliebene Torfmenge wurde, prozentual nach Beeten gewichtet auf die Kategorien, die im Boden kultiviert werden, aufgeteilt.

9.11.6 Kulturgefäße

Die Berechnung der jeweiligen Menge an Pflanzentöpfen in den Größen 9 bis 14 cm erfolgte auf Basis der Angaben aus den Kulturschemata und dem Gewicht pro Topf mal Anzahl der im Betrieb produzierten Pflanzen (abzüglich Halbfertigware). Die dadurch berechnete Anzahl ist höher als die Anzahl die in der Produktionsbilanz herangezogen wurde. An dieser Stelle wurde die Entscheidung getroffen, den höheren Wert zu verwenden, da dadurch sichergestellt wird, dass jeder Pflanze die im Rahmen dieser Analyse einen Endtopf zugerechnet werden muss, auch tatsächlich berücksichtigt wird. Die Ursache dieses Unterschiedes kann verschiedene Ursprünge haben. So kann es sich dabei eventuell um einen Datenfehler bei der Anzahl der Töpfe handeln, oder der berechnete Ausfall ist zu niedrig angesetzt. Die tatsächliche Ursache dieser Diskrepanz ist jedoch nicht genau definierbar.

9.11.7 Heizenergie

Auf Basis der Kulturschemata wurde eine Übersicht erstellt, welche Kategorien in welchem Monat in welchem Gewächshaus sind (siehe Anhang Tabelle 4). Es konnte an dieser Stelle keine Unterscheidung getroffen werden, wie viel der jeweiligen Gewächshausfläche von den einzelnen Kategorien tatsächlich „verbraucht“ wurden, ausschlaggebend für die Zuteilung war die Anzahl der Kategorien pro Gewächshaus pro Monat. Waren in einem bestimmten Monat nur eine Kultur im Gewächshaus, so wurde der gesamte Verbrauch dieses Gewächshauses nur einer Kultur zugerechnet, waren es jedoch mehrere Kulturen, erfolgte die Zurechnung anteilig. Der Verbrauch an Heizenergie der einzelnen Gewächshäuser wurde aus den Berechnungen zur Heizenergie (siehe Kapitel 9.2) entnommen.

Diese Art der Zuteilung ist stark vereinfachend und benachteiligt Kategorien mit geringem Platzverbrauch. Da jedoch keine Daten zu Tagesbruttoquadratmetern vorliegen, und diese im Nachhinein nicht mehr nachzuvollziehen sind, wurde diese Allokationsmethode als geeignet erachtet.

9.11.8 Gewächshausinfrastruktur

Die Allokation der einzelnen Materialien der Gewächshausinfrastruktur erfolgte analog zur Allokation der thermischen Energie. Das Zurechnung der Kulturen zu den Gewächshäusern über den Jahresverlauf wurde um die zwei Folientunnel erweitert, zudem wurde das ganze Jahr berücksichtigt und nicht nur die Monate der Heizperiode. Zunächst wurde der Gesamtanteil der jeweiligen Kulturen am Gewächshaus berechnet und anschließend diese Werte für jede Kultur summiert.

9.11.9 Elektrische Energie

Die Zurechnung des Anteils an elektrischer Energie wurde ebenfalls analog zur Gewächshausinfrastruktur und jener der thermischen Energie durchgeführt. Die gesamte Menge an elektrischer Energie, die der Produktion zugerechnet wurde, wurde zunächst bezogen auf die Grundfläche in m² auf die einzelnen Glashäuser aufgeteilt. Anschließend wurde analog der Allokation der Gewächshausinfrastruktur vorgegangen.

Hintergrund dieser Annahme ist, dass der Verbrauch elektrischer Energie in den Glashäusern stattfindet. Die Allokation der elektrischen Energie ist als unsicher einzustufen, jedoch erscheint dieser Ansatz realitätsnaher als die Gesamtmenge durch die Anzahl der Kulturen zu dividieren. Eine Allokation mittels monetären Werts ist aus meiner Sicht nicht zielführend. Potentiell genauere Allokationsverfahren, würden genauere Daten benötigen.

10 Ergebnisse

10.1 Ergebnisse auf betrieblicher Ebene

Abbildung 9 stellt die Ergebnisse auf betrieblicher Ebene pro Emissionsrelevanten Faktor auf einer logarithmisch skalierten Skala dar. Die betriebliche CO₂-Bilanz wird durch den Einflussfaktor Heizungsenergie dominiert. 76% der gesamten Bilanz werden durch das Heizen der Gewächshäuser verursacht. Der Anteil aller anderen Faktoren ist jeweils kleiner als 5% der Gesamtbilanz. Heizöl steht mit 4.037 kg CO₂-Äquivalenten an zweiter Stelle in der Gesamtbilanz, gefolgt von „Substrat extern“ mit 3.829 kg CO₂-Äquivalenten und Torf mit 3.826 kg CO₂-Äquivalenten. An fünfter Stelle befindet sich der Faktor „Substrat intern“ mit 2.989 kg CO₂-Äquivalenten gefolgt von Aluminium mit 2.537 kg CO₂-Äquivalenten und Stahl mit 1.113 kg CO₂-Äquivalenten. Zusammen nehmen diese sechs Faktoren 20% der Gesamtbilanz ein (siehe Abbildung 10).

Abbildung 9 Ergebnisse der Produktionsbilanz pro emissionsrelevanten Faktor in kg CO₂-Äqu.; logarithmisch skaliert

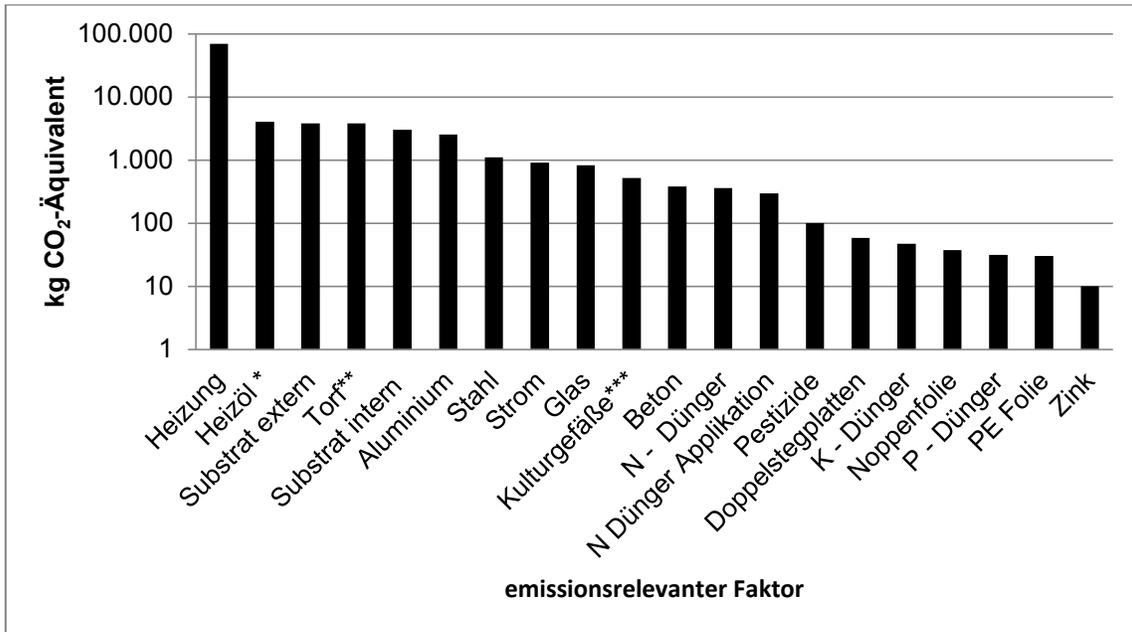
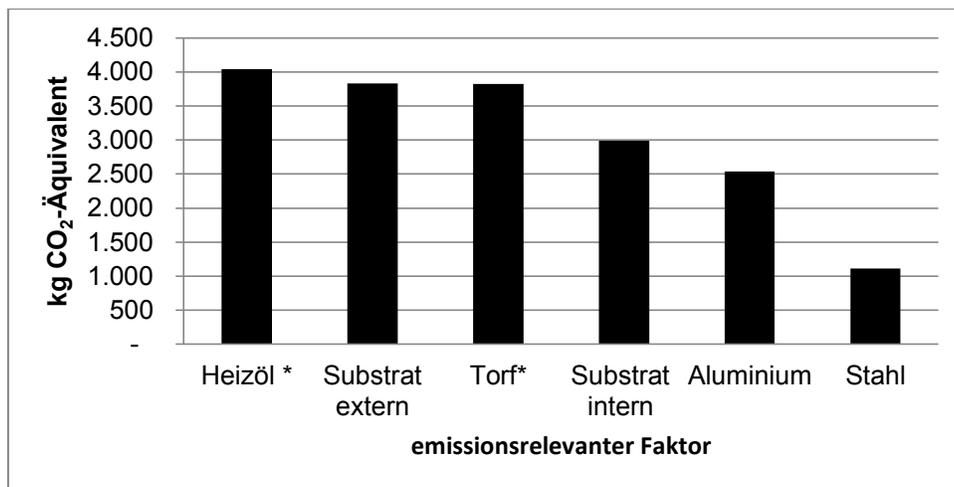


Abbildung 10 Ergebnisse der Produktionsbilanz – Detaildarstellung der emissionsrelevante Faktoren, die zusammen mehr als 20% der gesamten Produktionsbilanz ausmachen



Die restlichen Einflussfaktoren machen mit insgesamt 3.601 kg CO₂ Äquivalenten weniger als 5% der gesamten Produktionsbilanz aus, siehe Abbildung 11.

Abbildung 11 Ergebnisse der Produktionsbilanz - Detaildarstellung der emissionsrelevante Faktoren, die zusammen weniger als 5% der gesamten Produktionsbilanz ausmachen

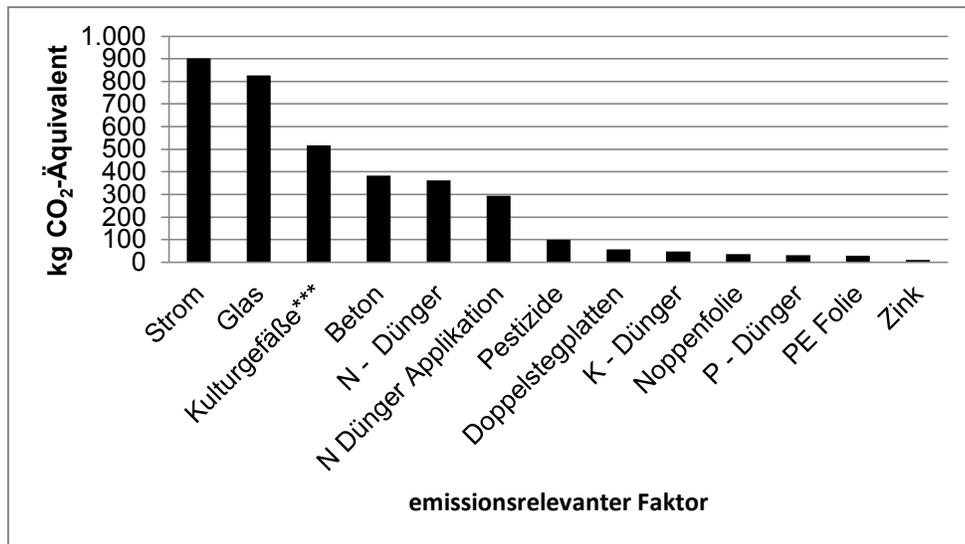
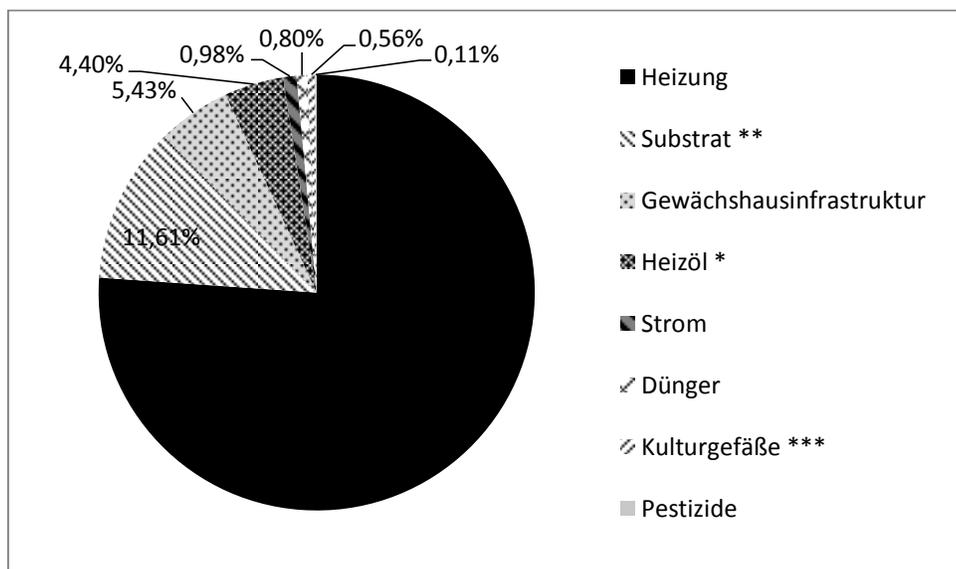


Abbildung 12 Anteil der emissionsrelevanten Faktorengruppen an der gesamten Produktionsbilanz

*Heizöl ohne der Menge, die dem internen Substrat zugerechnet worden ist

**Substrat = Substrat intern + Substrat extern + Torf

*** Pflanztöpfe 9-14 cm



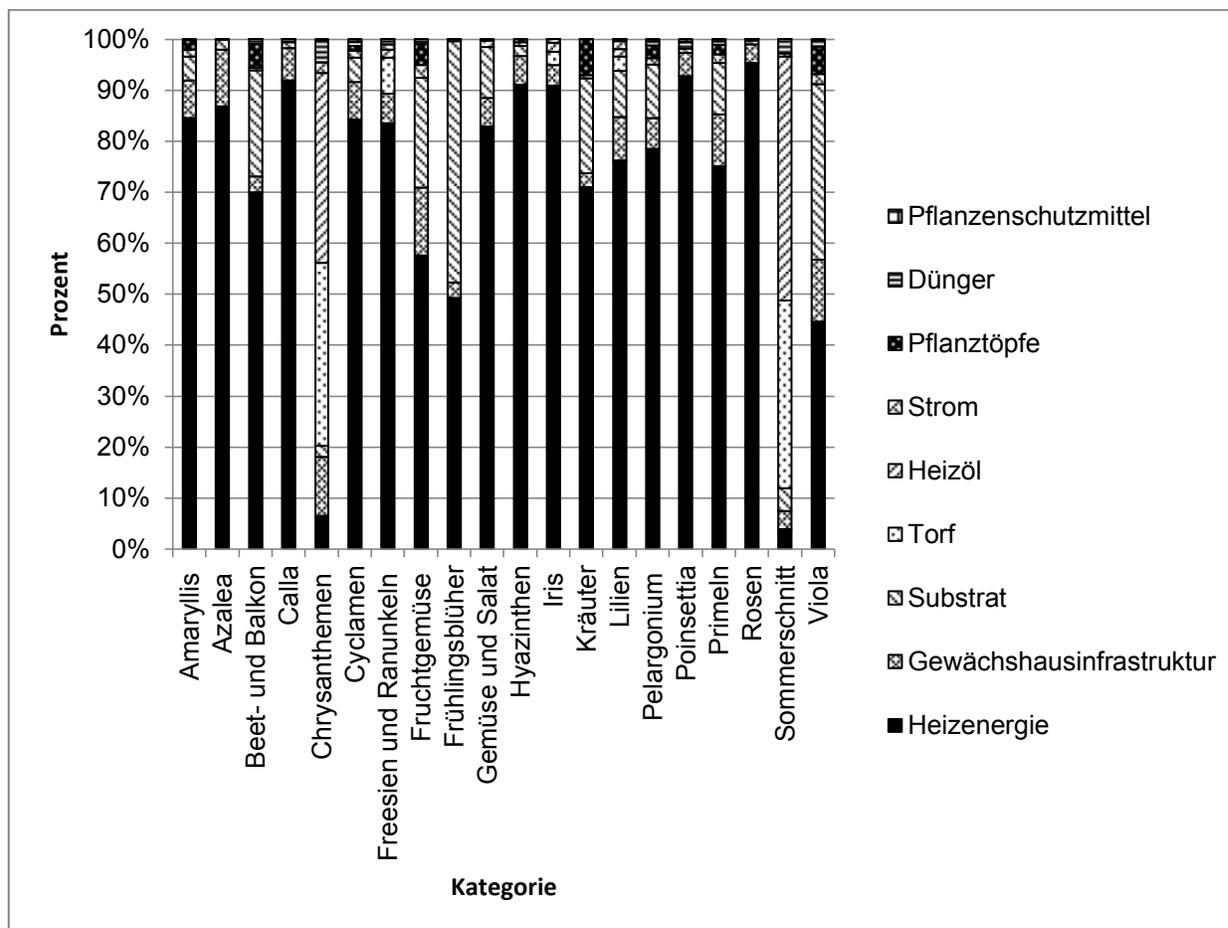
Fasst man die einzelnen Einflussfaktoren in Gruppen zusammen, so ändert sich das Gesamtbild nur wenig, wie Abbildung 12 verdeutlicht. Der Einflussfaktor Heizung dominiert, gefolgt von Substraten und der Gewächshausinfrastruktur und dem Faktor Heizöl.

Angesichts dieses Ergebnisses wird im nächsten Kapitel auf die weiteren Forschungsfragen eingegangen: Verschiebt sich die Relevanz einzelner Produktionsfaktoren, wenn die einzelnen Produkte anstelle des gesamten Produktionssystems betrachtet werden? Wie hoch ist die Emissionsbilanz der einzelnen Produkte? Welche funktionelle Einheit eignet sich für diesen Vergleich?

10.2 Verteilung der Faktoren auf Ebene der Kategorien

Abbildung 13 stellt den Anteil der emissionsrelevanten Faktoren (gruppiert) pro Kategorie dar. Heizenergie ist bei 19 der 21 Kategorien der dominierende Faktor. Nur bei den Kategorien Chrysanthenen und Sommerschnitt spielt Heizenergie eine untergeordnete Rolle. Bei diesen Kategorien beträgt der Anteil der Heizenergie an den Gesamtemissionen 6,5% bzw. 4%. Bei den Kategorien Violen, Frühlingsblüher und Fruchtgemüse liegt der Anteil zwischen 45% und 58%. Alle anderen Kategorien weisen einen Anteil von 70% und höher auf. Für die Kategorien Callas, Hyazinthen, Iris, Poinsettien und Rosen liegt der Anteil sogar bei über 90% der gesamten Emissionen dieser Kategorien.

Abbildung 13 Anteil der emissionsrelevanten Faktoren (gruppiert) pro Kategorie



Substrate bilden die zweite wichtige Emissionsquelle. Am höchsten liegt der Anteil bei den Frühlingsblühern mit 47,30% der gesamten Emissionen dieser Kategorie. Bei den Topfpflanzen, die im Betrieb in den Endtopf getopft werden, liegt der durchschnittliche Anteil bei 13%. Bei den Schnittkulturen liegt der Anteil im Mittel bei

rund 8%. Für die Schnittpflanzen, die ausschließlich direkt im Boden kultiviert werden, liegt der Anteil bei nur 1%. Dieser Anteil entsteht durch die Aufzucht von Jungpflanzen bei annuellen Schnittpflanzenkulturen.

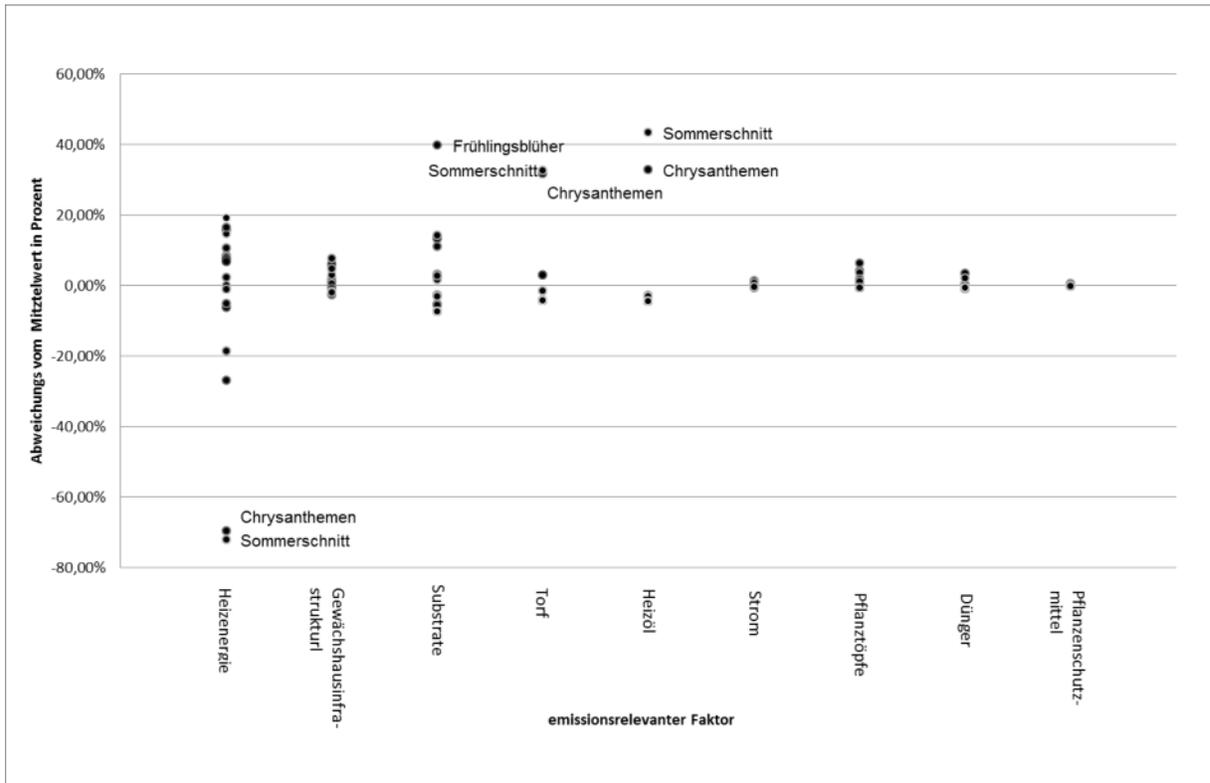
Der Anteil der Gewächshausinfrastruktur liegt zwischen 3% und 13%. Obwohl der absolute Wert für die Kategorie Rosen mit 772 kg CO₂-Äquivalenten mit Abstand am höchsten ist, liegt der relative Anteil nur bei 3,7%.

Torf und Heizöl weisen die gleichen Muster auf, da der Einsatz dieser Faktoren miteinander gekoppelt ist. Beide Faktoren kommen nur bei fünf Kategorien zum Einsatz. Bei jenen Kategorien liegt der Anteil an den Gesamtemissionen zwischen 1,5% und 48% Prozent. Diese Spannweite erklärt sich durch die Tatsache, dass Torf und Heizöl bei den Kategorien Chrysanthemen und Sommerschnitt zum Einsatz kommen und es sich dabei um jene Kategorien handelt, deren Emissionsbilanz nicht durch die Heizenergie dominiert wird.

Alle anderen Produktionsfaktoren liegen bis auf zwei Ausnahmen immer unter 5% der gesamten Emissionen. Bei den zwei Ausnahmen handelt es sich zum einen um den Anteil der Pflanztöpfe in der Kategorie Viola, welche mit 5,4% leicht über der 5% Grenze liegt. Zum anderen liegt derselbe Produktionsfaktor in der Kategorie Kräuter bei 7% der Gesamtemissionen.

Bei allen Kategorien, deren Hauptkulturzeit im Fallbetrieb in die Monate Oktober bis April fällt, ist die Heizenergie eindeutig der dominierende Faktor in der Emissionsbilanz der Kategorien. Die Relevanz der einzelnen Produktionsfaktoren verschiebt sich vor allem bei den Kategorien Chrysanthemen und Sommerschnitt. Keine Kategorie verhält sich genau wie die Produktionsbilanz. Abbildung 14 stellt die prozentuale Abweichung der Anteile der einzelnen Produktionsfaktoren im Vergleich zur Produktionsbilanz dar.

Abbildung 14 Abweichungen der einzelnen Kategorien im Vergleich zur Produktionsbilanz



10.3 Funktionelle Einheiten

Wie in Kapitel 4 erörtert, spielt die Wahl der funktionellen Einheit eine zentrale Rolle in der Erstellung einer LCA. In Lebenszyklusanalysen landwirtschaftlicher Produkte werden oft kg des Endprodukts, Energie oder Proteingehalt in Nahrungsmittel, Fläche oder Stück Vieh als funktionelle Einheiten gewählt (Roy et al. 2009).

Oft wird der Prozess der Wahl der funktionellen Einheit nicht detailliert diskutiert und ein gängiges Maß als funktionelle Einheit verwendet ohne die Konsequenzen der Wahl genauer zu beleuchten. Vor allem, wenn die LCA vergleichend ist, ist es wichtig, funktionelle Einheiten und nicht schlichtweg Produkte zu vergleichen. LCAs, die landwirtschaftliche Produkte untersuchen, weisen teilweise mehrere funktionelle Einheiten auf (Roy et al. 2009). In Studien zu zierpflanzenbaulichen Produkten wurde bisher nur jeweils eine funktionelle Einheit gewählt (Franze und Citroth 2011; Lazzarini et al. 2014; Russo et al. 2008; Russo und De Lucia Zeller 2008; Sahle und Potting 2013; Williams 2007).

Um die Konsequenzen der Wahl der funktionellen Einheit genau zu betrachten und die Schwierigkeiten des Forschungsgegenstandes „Zierpflanzen“ in dieser Hinsicht darzulegen, kommen in dieser Studie mehrere funktionelle Einheiten zum Einsatz. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen möglichen funktionellen Einheiten dargestellt. Abschließend werden die Ergebnisse sämtlicher funktioneller Einheiten nebeneinander gestellt und die Unterschiede betrachtet.

10.3.1 Hektar Produktionsfläche als Funktionelle Einheit

Ein ha Produktionsfläche bzw. Betriebsfläche kann als funktionelle Einheit festgelegt werden. Diesen Ansatz verwenden Lazzerini et al. (2014) bei ihrer Studie zu THG-Emissionen im Zierpflanzenbau. Ihr Argument für diese Wahl ist, dass die Gärtnereien, die sie in ihrer Studie untersuchen, sehr verschiedene Pflanzen (hinsichtlich ihrer Größe, Alter etc.) produzieren (Lazzerini et al. 2014). Ob sich Lazzerini et al. (2014) dabei auf die Produktions- oder Betriebsfläche bezieht, wird nicht explizit erwähnt, es kann aber davon ausgegangen werden, dass es sich um die Betriebsfläche handelt.

In der hier durchgeführten Studie liegt das Argument für von „einem ha Produktionsfläche bzw. Betriebsfläche“ vor allem in der Genauigkeit, da eine Betrachtung auf gesamter Produktionsebene nur wenig Allokationen, die stets mit Unsicherheiten und Annahmen verbunden sind, mit sich bringt, siehe Kapitel 9.10. Eine Hochrechnung der Ergebnisse der Produktionsbilanz auf 1 ha Fläche bringt eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Studien, wie Lazzerini et al. (2014), mit sich. In Kapitel 12 wird auf den Vergleich mit den Ergebnissen von Lazzerini et al. (2014) näher eingegangen.

10.3.2 Kilogramm Produkt als funktionelle Einheit

Ein Kilogramm des Endprodukts ist eine beliebte funktionelle Einheit bei agrarischen LCAs. Blonk et al. (2010) verwenden kg des Endprodukts auch als funktionelle Einheit im Zusammenhang mit Zierpflanzen. Bei Zierpflanzen bringt diese funktionelle Einheit jedoch mehrere Probleme mit sich.

Zum einen werden Zierpflanzen anders als andere agrarische Produkte nicht nach Gewicht sondern nach Stückzahl und Länge gehandelt. Das Gewicht der Pflanze ist für den Zierwert nicht ausschlaggebend. Zum anderen scheint ein Vergleich zwischen Schnittblumen und Topfpflanzen in kg unverhältnismäßig, da bei Topfpflanzen Topf und Substrat einen erheblichen Teil des Gewichts ausmachen. Ein weiteres Problem ergibt sich auch bei der Datenverfügbarkeit. Eine Datenbank, die Auskünfte zu Ernteerträgen von Zierpflanzen in kg liefert, existiert nach eigenem Wissensstand nicht. Für prominente Schnittblumen wie Rosen ist es zwar möglich, Daten aus diversen Publikationen zu berechnen, jedoch handelt es sich dabei stets um Werte, welche unter Laborbedingungen generiert wurden. Zudem sind diese Publikationen vor 1980 veröffentlicht worden und aktuelle Entwicklung (insbesondere in Hinblick auf neue Sorten und Kulturmethoden), sollten diese Einfluss haben, können nicht wiedergegeben werden. Die Handelsdatenbank Comtrade berichtet zwar kg Zierpflanzen, macht aber keinerlei Angaben zur Stückzahl oder zur Anbaufläche (United Nations 2015). In der Datenbank der FAO werden Zierpflanzen nicht berichtet (Food and Agriculture Organisation of the United Nations Statistics Division 2014). Aus all diesen Gründen wurde bei dieser Studie kg als funktionelle Einheit nicht verwendet.

10.3.3 Stück als funktionelle Einheit

Ein Stück einer Zierpflanze als funktionelle Einheit zu wählen, ist eine Herangehensweise, die vor allem dann sinnvoll ist, wenn in einer Studie die gleiche Art von Zierpflanzen bzw. nur eine bestimmte Zierpflanze untersucht wird. Zum Beispiel die Produktion von Rosen in verschiedenen Ländern der Welt wie in Franze

und Ciroth (2011). Werden aber wie in diesem Fall unterschiedliche Arten von Zierpflanzen untersucht, dann eignete sich Stück als funktionelle Einheit nur bedingt, da zu Verschiedenes miteinander verglichen wird. Insbesondere beim Vergleich zwischen Topfpflanzen und Schnittblumen stößt diese funktionelle Einheit an ihre Grenzen. Zudem gibt es auch innerhalb dieser zwei Gruppen große Unterschiede hinsichtlich der Größe der Zierpflanzen.

10.3.4 Ein Euro Verkaufspreis als funktionelle Einheit

Eine monetäre Einheit als funktionelle Einheit zu betrachten ist in landwirtschaftlichen Lebenszyklusanalysen nicht üblich. Da in dieser Studie viele verschiedene Produkte verglichen werden, wird ein Euro Verkaufspreis als nützlich angesehen, da sich im Verkaufspreis Materialinput, Größe der Pflanze und Haltbarkeit widerspiegeln. Mit dieser funktionellen Einheit soll der Vergleich zwischen Topfpflanzen und Schnittblumen ermöglicht werden. Es wurde an dieser Stelle der durchschnittliche Verkaufspreis pro Kategorie herangezogen, der im Zuge des 2. großen Expertengesprächs erhoben wurde.

Im Fall des traditionellen Zierpflanzenbaus in Österreich spiegelt sich in der Preisbildung neben rationalem ökonomischem Kalkül jedoch auch ein gewisses Maß an Tradition wieder. Verkaufspreise werden insbesondere für Waren aus eigener Produktion oft nicht „hart“ kalkuliert, sondern bauen vielmehr auf den jahrelang üblichen Preis auf, der von Zeit zu Zeit erhöht wird. Diese Tatsache ergibt sich meiner Meinung zufolge aufgrund zweierlei Faktoren. Zum einen ist eine detailgenaue Kalkulation teilweise zu aufwändig, zum anderen sind die Preise einem enormen Preisdruck ausgeliefert. Dieser wird vor allem durch Bau- und Supermärkte angetrieben, aber auch Kunden und Kundinnen wollen das bezahlen, was sie Jahr ein Jahr ausbezahlt haben; bei einer Abweichung vom „gewohnten“ Preis wird dann gerne zum Produkt aus dem Bau- bzw. Supermarkt gegriffen¹¹.

10.3.5 Blühdauer als funktionelle Einheit

Wie zuvor dargestellt haben alle bisher vorgestellten funktionellen Einheiten im Rahmen dieser Studie ihre Grenzen. An dieser Stelle wird daher nochmals die Frage gestellt, was **die Funktion** von Zierpflanzen ist.

Zierpflanzen dienen nicht, wie andere agrarische Produkte, der Ernährung. Sie werden aufgrund ihres Zierwertes produziert, um „die menschliche Lebensumwelt“ in Innen oder Außenräumen zu verschönern (Balas 2003). Zudem können sie der zwischenmenschlichen Kommunikation dienen oder für kulturelle Zwecke verwendet werden. Da bei den in dieser Studie untersuchten Zierpflanzen blühende Zierpflanzen im Fokus stehen, wird die Blüte der Zierpflanzen als primäre Eigenschaft angesehen, die die Funktion „Verschönern der menschlichen Lebensumwelt“ ausführt.

Aus diesem Grund wird die Blühdauer als neue funktionelle Einheit eingeführt. Im Bereich der Schnittblumen kann diese über den Parameter „vase life“ definiert werden. Insbesondere, wenn Schnittpflanzen über lange Distanzen transportiert werden, spielt dieses schon für den Produzenten eine große Rolle, da das Produkt während des Transport- und Handelsweges nicht an Qualität einbüßen soll. Es kann

¹¹ Es handelt sich hierbei um eigene Beobachtungen, die jedoch nicht wissenschaftlich belegt sind.

folglich davon ausgegangen werden, dass die Werte aus der Literatur robust sind, da es in diesem Bereich viel (industrielle) Forschung und Versuche gibt. Für die tatsächliche Lebensdauer ist jedoch der Kunde, die Kundin schlussendlich selbst verantwortlich. Ein nicht adäquater Umgang, kann die Lebens und Blühdauer auf wenige Stunden verkürzen oder aber auch um Tage verlängern. Es wird daher immer von einem jeweils adäquaten Umgang mit den Produkten ausgegangen. Tabelle 14 zeigt Minimum, Maximum und die durchschnittliche Lebensdauer der einzelnen Kategorien (Maree und Van Wyk 2010).

Tabelle 14 Lebensdauer Schnittblumen eigene Darstellung basierend auf Maree und Van Wyk (2010)

Kategorie	Blühdauer in Tagen		
	Min.	Max.	MW
Callas	3	14	9
Chrysanthemen	10	14	12
Dahlien	5	10	8
Freesien und Ranunkeln	6	9	7
Frühjahrsblüher	5	8	7
Iris	2	6	4
Lilien	5	9	7
Rosen	5	14	10
Sommerschnitt	5	9	7
Gesamt	5	10	8

Bei Topfpflanzen stellt sich die Situation und Datenlage schwieriger dar. Bei dieser Gruppe sind Umgang und Pflege mit den Pflanzen von viel größerer Signifikanz als bei Schnittblumen, da die potentielle Lebensdauer der Pflanzen viel höher ist. Im Gegensatz zu Schnittblumen gab es hierbei kaum Werte aus der Literatur. Die hier verwendeten und in Tabelle 15 dargestellten Werte beziehen sich daher auf Aussagen der Experten bzw. Expertinnen und geben an, wie lange sich das Produkt bei Konsumenten bzw. Konsumentinnen bei adäquater Pflege durchschnittlich in Blüte befindet (Wandl 2015).

Tabelle 15 Blühdauer von Topfpflanzen

Kategorie	Blühdauer in Tagen
Amaryllis	35
Azalea	49
Cyclamen	56
Chrysanthenen	28
Hyazinthen	14
Pelargonium	140
Poinsettia	49
Primel	21
Viola	56
Beet- und Balkon	98

Die Kategorien Fruchtgemüse, Kräuter und Salat- und Gemüsejungpflanzen werden für diese funktionelle Einheit nicht berücksichtigt, da Nahrungsmittel andere Funktionen erfüllen als Zierpflanzen. Sie dienen der Ernährung des Menschen, während Zierpflanzen dies per Definition nicht tun. Die Blühdauer der Pflanze ist daher kein geeignetes Bewertungskriterium, vielmehr sind hierbei Kriterien wie Ertrag und Kalorien- bzw. Nährstoffgehalt ausschlaggebend.

10.4 Vergleich der Ergebnisse unter Anwendung der verschiedenen funktionellen Einheiten

Wie Abbildung 15 bis Abbildung 17 veranschaulichen, bringt keine der drei funktionellen Einheiten exakt dieselben Ergebnisse. Betrachtet man die Emissionen an CO₂-Äquivalenten pro Stück, so weisen Cyclamen mit 5,6 kg CO₂-Äquivalenten den höchsten Wert auf, dicht gefolgt von Rosen mit 5,4 kg CO₂-Äquivalent pro Stück. Darauf folgen Amaryllis und Azaleen mit je rund 3,6 kg CO₂-Äqu. pro Stück. Poinsettia, Callas und Hyazinthen weisen Emissionen von 2,8 bis 2,3 kg CO₂-Äqu. auf. Iris, Lilien und Pelargonien bewegen sich zwischen 1,8 und 1,2 kg CO₂-Äqu. Für die andere Hälfte der Kategorien liegen die Treibhausgasemissionen jeweils unter einem kg. Auffallend ist der enorme Unterschied zwischen Cyclamen mit den höchsten Emissionen pro Stück und Frühlingsblüher mit den niedrigsten. Die Differenz der beiden beträgt ganze 5,55 kg CO₂-Äqu. Anders ausgedrückt, kann man knapp 75 Stück Frühlingsblüher herstellen, um die gleiche Anzahl an Emissionen zu verursachen als mit der Herstellung einer Cyclame. An dieser Stelle stellt sich umso mehr die Frage: Kann man Cyclamen mit Tulpen (bzw. Narzissen) vergleichen?

Abbildung 15 Emissionen pro Stück

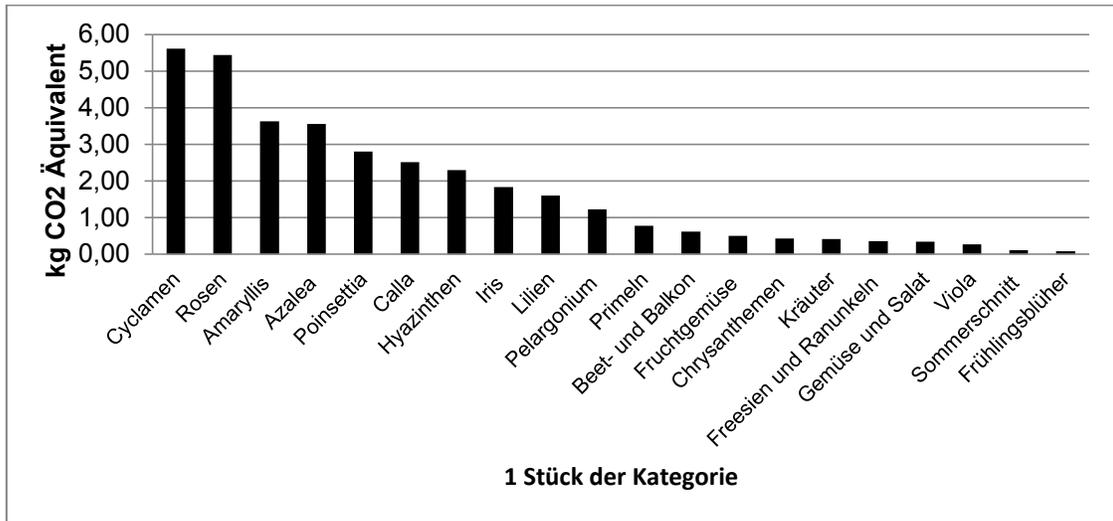


Abbildung 16 Emissionen pro Euro Verkaufspreis

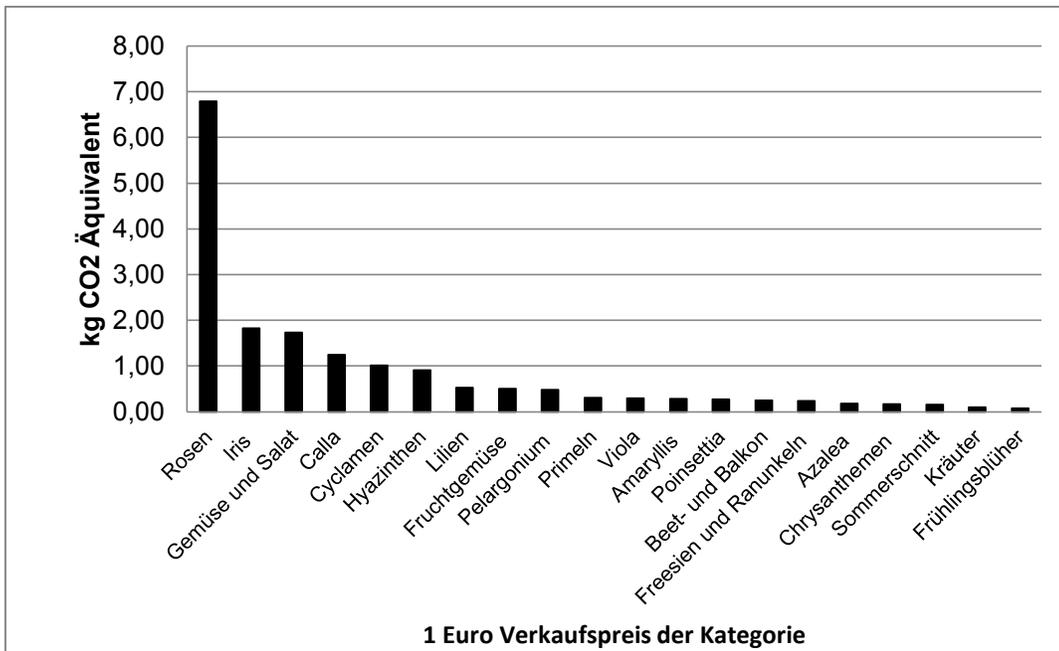
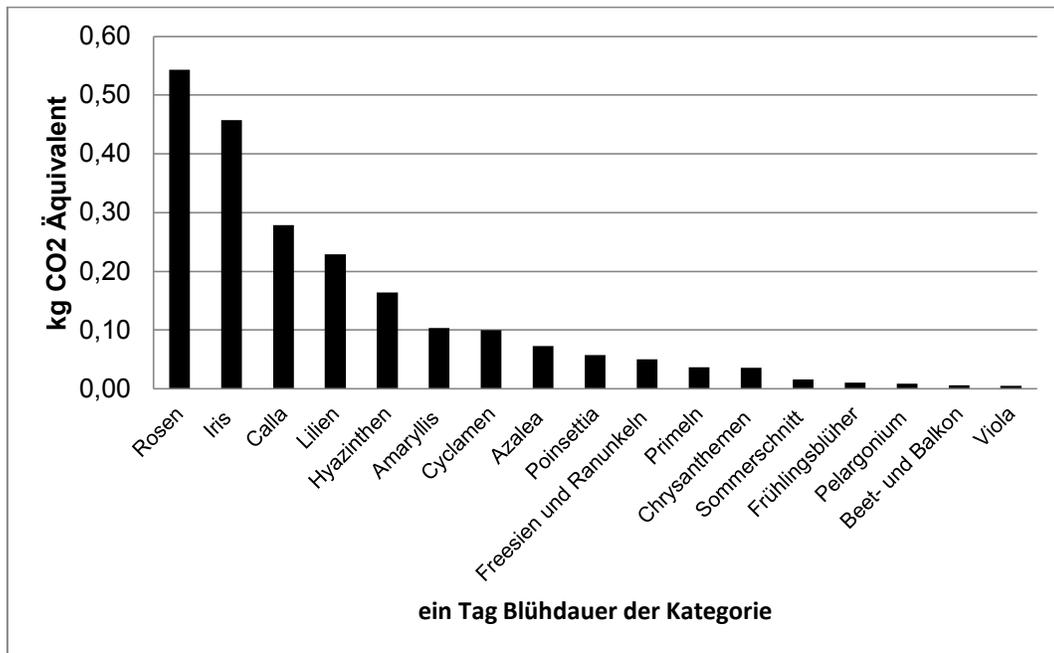


Abbildung 17 Emissionen pro Tag Blühdauer

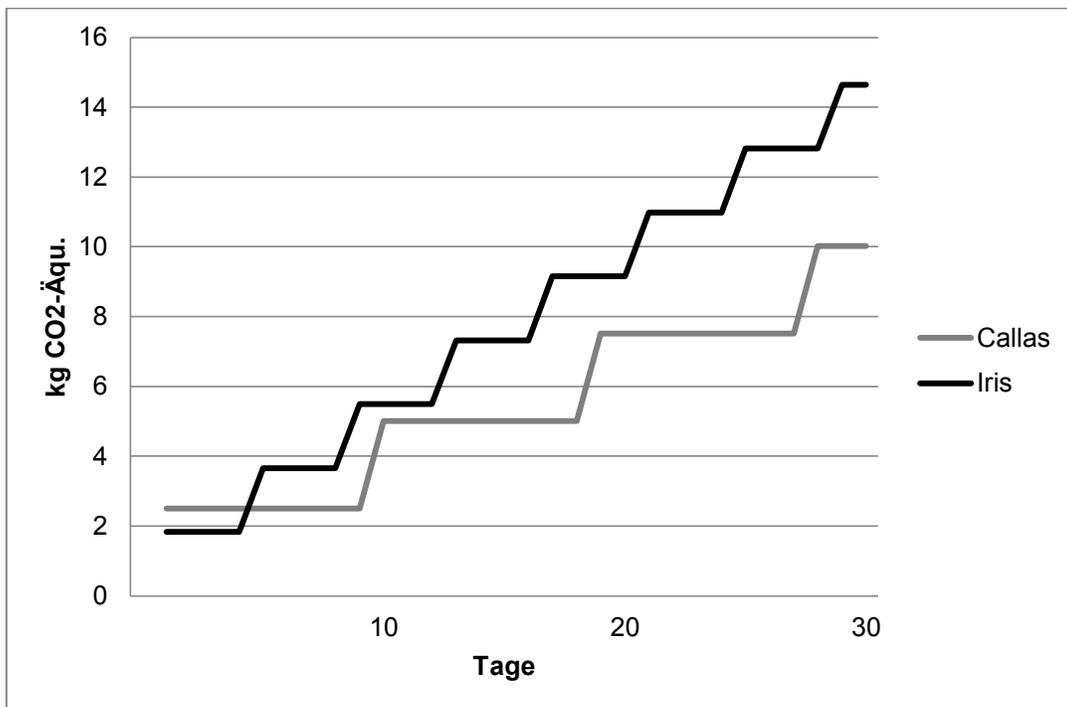


Die zweite funktionelle Einheit Euro- Verkaufspreis zeigt ein deutlich anderes Bild als die funktionelle Einheit Stück. Rosen haben dabei den mit Abstand höchsten Emissionswert von 6,79 kg CO₂-Äquivalent pro Euro Verkaufspreis. Der zuvor schon hohe Wert der Rose hat sich durch die Berücksichtigung des Verkaufspreises nochmals erhöht. Liegt der durchschnittliche Verkaufspreis pro Stück unter einem Euro ist dies eine methodologische Folge, da die die funktionelle Einheit ein Euro Verkaufspreis an die Stückzahl Endprodukte der jeweiligen Kategorie gekoppelt ist. Iris liegen bei dieser Betrachtungsweise mit 1,83kg CO₂-Äqu. an zweiter Stelle. Gefolgt von Gemüse und Salat mit Emissionen von 1,74 kg CO₂-Äqu. Diese Zahl ist bemerkenswert hoch, wenn man bedenkt, dass es sich bei Gemüse und Salat jeweils um Jungpflanzen handelt, die direkt aus der Vermehrungsplatte verkauft und zuvor nicht getopft werden. Hintergrund dafür ist vor allem der niedrige durchschnittliche Verkaufspreis von nur 0,20 Cent pro Stück. Obwohl diese funktionelle Einheit in der Theorie dabei helfen soll die unterschiedlichen Produkte besser miteinander vergleichbar zu machen, scheint dieser Zugang in der Praxis problematisch.

Wie in Abschnitt 10.3.5 dargestellt, ist die funktionelle Einheit Tag Blühdauer eine, die speziell für die Analyse von Zierpflanzen entwickelt wurde. Diese funktionelle Einheit berücksichtigt die tatsächliche Funktion der Zierpflanzen. Rosen haben unter Verwendung dieser funktionellen Einheit die höchsten Treibhausgasemissionen. Pro Tag Blühdauer werden 0,54 kg CO₂-Äqu. verursacht. An letzter Stelle befinden sich Viola mit nur 0,005kg CO₂-Äqu. pro Tag Blühdauer. Der Unterschied zwischen Rosen und Viola liegt bei 0,54 kg CO₂-Äqu. pro Tag Blühdauer; 115 Tage Blühdauer einer Viola entsprechen folglich einem Tag Blühdauer einer Rose. Auffallend ist, dass bei dieser Betrachtungsweise Schnittpflanzen die ersten vier Plätze belegen, wobei sich auch hier nicht zeigt, dass Topfpflanzen prinzipiell niedrigere oder höhere Emissionen aufweisen würden als Schnittblumen.

Abbildung 18 soll veranschaulichen, welche Rolle der Faktor Zeit bei der Betrachtung spielt. Die Frage wie lange man die Zierpflanzen benötigt kann mitunter eine Rolle spielen, wenn man die Zierpflanzen mit den niedrigsten Emissionen auswählen will. Werden die Zierpflanzen nur für einen Tag benötigt, dann sind Iris mit einer geringeren Menge an Emissionen verbunden als Callas aber bereits nach fünf Tagen, wenn die Iris mit einer Blühdauer von vier Tagen durch neue ersetzt werden müssen, wäre der Kauf von Callas mit geringeren Emissionen verbunden, denn diese blühen auch am fünften Tag noch und müssen erst nach neun Tagen ersetzt werden. Bei einer Dauer von zehn Tagen ist die Differenz zwischen den beiden wieder geringer, da die Callas ebenfalls ersetzt werden müssen, die Iris wurden zu diesem Zeitpunkt bereits zwei Mal ersetzt. Im weiteren Verlauf nimmt der Unterschied der Menge der Emissionen immer weiter zu, und beträgt bei 30 Tagen über 4,5 kg CO₂-Äqu.

Abbildung 18 Treibhausgasemissionen von Callas und Iris bei Betrachtung in einem Zeitraum von 30 Tagen



11 Diskussion

11.1 Ernteertrag

Wie relevant der Faktor Ernteertrag ist, wird im Folgenden am Beispiel der Rose exemplarisch dargestellt.

Für die Kategorie Rose ist die Datenhäufigkeit der Emissionswerte bezogen auf die Kategorie als sehr gut einzuschätzen. Die Kultur der Rosen findet immer im gleichen Glashaus, bzw. in einem flächenmäßig identen Glashaus statt.¹² Die Kultur beansprucht zudem stets die gesamte Fläche des Gewächshauses, womit der

¹² Die Kultur wechselte im Jahr 2013 von Haus 6 in das flächenmäßig gleiche Haus 7

Parameter „Gewächshaus(-fläche)“ als sehr sicher eingestuft werden kann, der für die Allokation der Heizenergie und der Glashausinfrastruktur von Relevanz ist (siehe dazu Kapitel 9.11.7 und 9.11.8). Ebenfalls werden die restlichen Allokationen bei dieser Kategorie als gut eingestuft.

Unbekannt ist bei dieser Kategorie jedoch der tatsächliche Ernteertrag. Dieser konnte im Zuge dieser Untersuchung nicht erhoben werden, daher wurde der Ertrag mittels Werten aus der Literatur ermittelt. Es wurde von einem Ernteertrag von 40 Stielen pro m² ausgegangen (Russo et al. 2008) (siehe Kapitel 9.1.20)

Russo et al. (2008) berichten einen Ernteertrag von 40 bis 50 Stielen pro m² für direkt im Boden gezogene Rosen Unterglas in Italien. Für erdlose Kulturen berichten sie einen Wert von 100 bis 120 Stielen pro m². Torrellas et al. (2012) gehen von einem Ernteertrag von 276 Stielen pro m² pro Jahr für ein erdloses Produktionssystem Unterglas in den Niederlanden aus.

„Traditional techniques for greenhouse hybrid tea stem rose production were developed over 75 years ago and result in moderate overall productivity, with typical yields on the order of 200-350 stems per square meter (Woods und Anderson 1997, 1).“

Die Wochenzeitung TASPO berichtet in ihrer Ausgabe vom Jänner 2013 von Ernteerträgen von 150 bis 300 Stielen pro Jahr und Quadratmeter, abhängig von der jeweiligen Sorte (TASPO 2013). Bei Versuchen, die in Deutschland unter Einsatz verschiedener Kulturvarianten und Pflanzenstärkungsmittel durchgeführt wurden, kam man zu einem Ergebnis von 27 bis 537 Stielen pro m² (Andreas und Seiler 2001; Andreas und Seiler 2000; Feldmann 2008; Tiede-Arlt und Wergen 2014).

Abbildung 19 Einfluss des Ernteertrags auf Emissionen von Rosen pro Tag Blühdauer und Stück

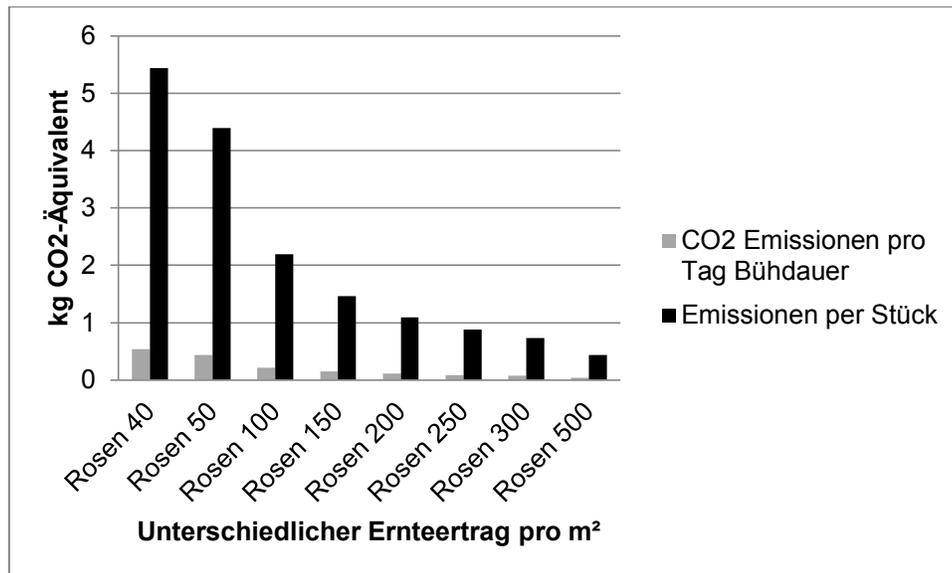


Abbildung 19 die Auswirkungen eines gesteigerten Ernteertrages bei gleichbleibender Produktionsfläche und Konstanten Verbrauchsmengen von Düngern und Pflanzenschutzmitteln. Die Emissionen pro Tag Blühdauer gehen bereits bei einer einem Ertrag von 50 Stielen pro m² von 0,54 kg CO₂-Äqu. auf 0,44 kg CO₂-Äquivalent zurück. Damit würde die Iris zu jener Schnittblume werden, die bezogen auf Tage Blühdauer die höchsten CO₂-Äqu. Emissionen verursacht. Unter Verwendung der funktionellen Einheit Stück würde die Rose jedoch mit 4,39 kg CO₂-Äqu. pro Stück immer noch die höchsten Emissionswerte aufweisen. Bei einem Ertrag von 100 Stielen pro m² sinken die CO₂-Äqu. Emissionen pro Tag Blühdauer um 0,4 kg CO₂-Äqu. im Vergleich zu einem Ertrag von 40 Stielen pro m². Bei einem Ertrag von 150 Stielen pro m² verringern sich die CO₂-Äqu. Emissionen bereits um fast ¾. Würde im Fallbetrieb ein Ertrag von 500 m² pro Stiel erreicht werden, so würden sich die Emissionen auf 8% der ursprünglichen Emissionen reduzieren.

Diese Analyse verdeutlicht zwei Dinge. Zum einen zeigt sich, wie groß die Unsicherheit dieser Arbeit in Bezug auf Rosen ist, sobald die Betrachtung auf von Kategorien auf funktionelle Einheiten verfeinert wird. Zum anderen zeigt es auch die Wichtigkeit des Faktors Ernteertrag, wenn man über CO₂-Äqu.-Emissionen von Zierpflanzen spricht. Selbst wenn die verschiedenen Faktoren, die zur Emissionsbilanz beitragen, reduziert werden können, so werden die Maßnahmen geschmälert, wenn nicht sogar nichtig gemacht, sobald der Ertrag abnimmt. Andererseits kann die Emissionsbilanz positiv beeinflusst werden, wenn es gelingt den Ertrag bei zumindest annähernd gleichbleibenden Inputs zu steigern. Dies geschieht bei Rosen generell nach ein bis zwei Kulturjahren, bevor der Ertrag nach wenigen Jahren Ertragsmaximum wieder abnimmt. Rosenstöcke, die für die Erzeugung von Schnittrosen für den internationalen Schnittblumenmarkt verwendet werden haben eine Lebensdauer von 5-10 Jahren (Woods und Anderson 1997).

Im Fallbetrieb ist im Jänner 2015 zum Beispiel der Fall eingetreten, dass rund die Hälfte der Tulpenproduktion aufgrund einer Erkrankung der Kultur ausgefallen ist (Wandl 2015). Dies bedeutet jedoch nicht, dass sich deshalb die Inputfaktoren wesentlich verringern, da sich der Ausfall dazu zu spät bemerkbar macht.

Dieses Ereignis liegt außerhalb des Untersuchungsrahmens und wird somit in dieser Analyse nicht berücksichtigt, zeigt aber wiederum, wie wichtig der Faktor Ertrag für die Treibhausgasbilanz von Schnittblumen sowie die Aussagekraft der Ergebnisse landwirtschaftlicher LCAs sind. Die jährlichen Veränderungen von LCA Ergebnissen landwirtschaftlicher Produkte und deren Hintergründe bieten ein Feld für weitere Forschung. Hierfür sind sehr genaue Daten nötig, daher sind diese Erhebungen aus Sicht und im Zuge dieser Studie gesammelten eigenen Erfahrungen nur bei Betrieben möglich, die über genaue, computergestützte Aufzeichnungs- und Steuerungssysteme verfügen.

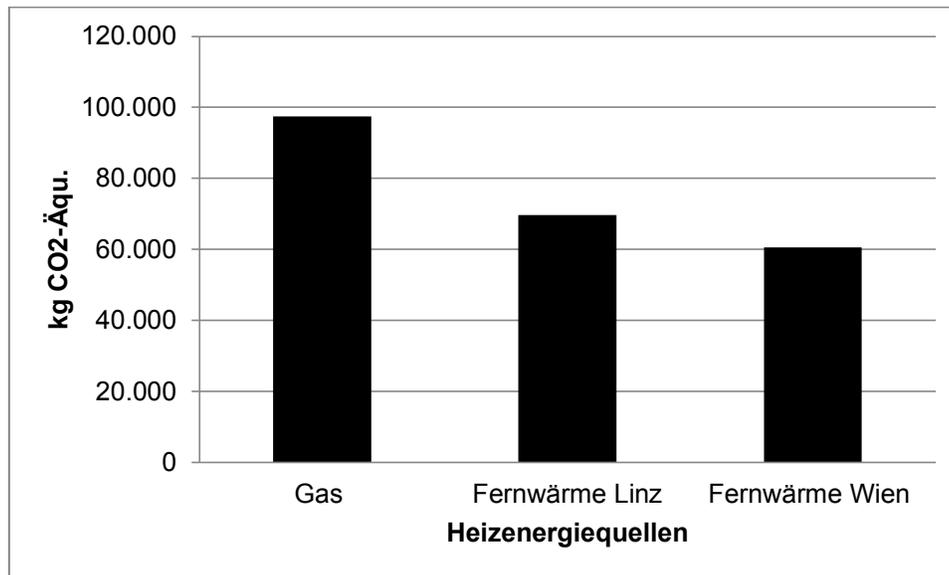
11.2 Heizung

Die Beheizung der Gewächshäuser dominiert nicht nur das betriebliche Ergebnis, sondern auch jenes der einzelnen Kategorien unter der Ausnahme von Sommerschnitt und Chrysanthemem.

Will man eine Verringerung der CO₂-Äqu. Emissionen erzielen, so ist dies jener Faktor, der am meisten Einsparungspotential birgt. Reduziert man den Heizwärmeverbrauch, so verringert sich jedoch nicht nur die CO₂ Bilanz, sondern auch finanziell wird von einer solchen Einsparung profitiert. Der Energiekostenanteil macht im Unterglasbau bis zu 10% des Jahresumsatzes aus (EnergieAgentur.NRW 2015).

Im Jahr 2009 wurde der Fallbetrieb bereits von einer Gasheizung auf ein Heizsystem mit Fernwärme umgestellt. Dadurch konnten jene Emissionen, die auf die Beheizung der Gewächshäuser zurückzuführen sind, um 28,5% reduziert werden, wie Abbildung 20 veranschaulicht. Die Emissionen der Heizung mittels Fernwärme sind je nach Anbieter und System variabel. So würde die gleiche Menge an Heizwärmeverbrauch mit Wiener Fernwärme nochmals 9.164 kg CO₂-Äquivalente einsparen, da bei der Bereitstellung einer MWh Raumwärme geringere Emissionen anfallen.

Abbildung 20 Unterschiede in den CO₂-Äqu. Emissionen



Potential zur Verringerung der Treibhausgasemissionen gibt es allerdings nicht nur bei der Art des Heizsystems, sondern auch eine Verringerung des Verbrauchs kann zu massiven Reduktionen beitragen. Da es sich bei den Gewächshäusern im Fallbetrieb um alte Gewächshäuser handelt, ist das Einsparungspotential als besonders hoch einzuschätzen, jedoch mit dementsprechenden Kosten verbunden. Zu wichtigen Einsparungsmaßnahmen im Gartenbau zählen folgende:

- Das Anbringen von Wärmedämmung

Im Fallbetrieb wird bereits Noppenfolie außen an den Stehwänden eingesetzt¹³. Zusätzlich dazu können noch weitere Maßnahmen getroffen werden. Die Anbringung von Wärmeschirmen hat das Potential, bezogen auf die gedämmte Fläche, 20 – 50% an Energie einzusparen (Degen und Schrader 2014). Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass Isolierungsmaßnahmen auf Kosten der Lichtdurchlässigkeit der Gewächshäuser gehen und damit optimale Wachstumsbedingungen der Pflanzen einschränken können. Ebenso können Isolierungsmaßnahmen eine Erhöhung der relativen Feuchte mit sich bringen. Dadurch kann beispielsweise die Anfälligkeit für Pilzkrankheiten erhöht werden. Wichtig ist daher, dass das Anbringen von Wärmedämmung jeweils auf die Kultur abgestimmt ist. Obgleich das Einsparungspotential zunächst sehr groß wirkt, dürfen etwaige Trade-offs wie erhöhte Ausfälle oder ein vermehrter Einsatz von Pestiziden nicht vernachlässigt werden (Müller 2005).

¹³ Diese wurden im Zuge der Berechnung der Wärmeenergie nicht explizit berücksichtigt, da das Prinzip der Wärmedämmung bei allen Gewächshäusern ident ist und somit davon ausgegangen werden kann, dass sich etwaige Auswirkungen pro Gewächshaus sehr ähnlich verhalten. Die Materialien zur Wärmedämmung wurden allerdings als Gewächshausinfrastruktur berücksichtigt.

- Abdichtung von Scheiben und Lüftungen

Insbesondere bei alten Gewächshäusern mit mangelhaftem Wartungszustand ist das Abdichten von Scheiben und Lüftungen eine sinnvolle Maßnahme. Das Einsparpotential durch die Beseitigung von Undichtigkeiten liegt bei 10-20%. Dieses Potential vergrößert sich nochmal, durch das Abdichten von Kältebrücken zwischen Glas und Metallteilen des Gewächshauses (Müller 2005).

- Umrüsten des Gewächshauses

Wie in Kapitel 9.2 dargestellt, unterscheidet sich der k-Wert der verschiedenen Eindeckungsmaterialien erheblich. Stegdoppelplatten mit 16mm haben bei gleichem Heizsystem (hohe Rohrheizung) mit 4,7 einen weitaus geringeren k-Wert als Einfachglas mit dem gleichem Heizsystem, hierbei liegt der k-Wert bei 8,2. Wird eine Vegetationsheizung in einem mit Einfachglas gedeckten Gewächshaus eingesetzt, so kann der k-Wert auf 6,5 gesenkt werden (Müller 2005). Bei einer Umrüstung der Gewächshäuser kann also an zwei verschiedenen Stellen angesetzt werden. Erstens an dem Heizsystem an sich und zweitens an den Eindeckungsmaterialien.

An dieser Stelle müssen jedoch auch wieder die Konsequenzen dieser Maßnahmen für die Kulturführung beachtet werden. Unterschiedliche Eindeckungsmaterialien verfügen über unterschiedliche Lichtdurchlässigkeit und auch die Heizungssysteme können für unterschiedliche Kulturen verschiedene Vor- bzw. Nachteile bieten. Zu berücksichtigen ist an dieser Stelle, dass Umrüstungsmaßnahmen einen Materialeinsatz mit sich bringen, der sich wiederum in der CO₂-Bilanz negativ auswirkt. Zunächst einfach aus dem Grund, da eine gänzlich neue Eindeckung prinzipiell neue Emissionen verursachen würde. Zum anderen würde eine Eindeckung mit Doppelstegplatten an Stelle von Glas die Emissionen erhöhen, da ein kg Plexiglas (PMMA) Emissionen in Höhe von 8,8 kg CO₂-Äquivalenten verursacht, während die Emissionen bei einem kg Glas bei 1,15kg CO₂-Äqu./kg liegen.

- Optimierung der Temperaturführung

Eine optimierte Temperaturführung bzw. die Stilllegung von Gewächshäusern führt zu weiteren Einsparungen. Die Senkung der Kulturtemperatur wirkt sich sofort auf den Verbrauch aus, Voraussetzung dafür sind jedoch Sorten, die bei geringerer Temperatur optimale Produktionsergebnisse liefern. Die Verwendung sogenannter „Niedrigenergiesorten“ ist bei der Reduzierung der Kulturtemperatur hilfreich, da der optimale Temperaturbereich bei diesen Sorten niedriger liegt als bei Standardsorten (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie - Freistaat Sachsen 2013).

Bei Schnittrosen könnte auch gänzlich auf die Beheizung des Gewächshauses verzichtet werden, was die CO₂ Emissionen erheblich senken würde. In österreichischen Breitengraden ist selbst die Kultur von Freilandrosen möglich. So werden in der Schweiz zum Beispiel pro Jahr rund 1,1 bis 1,2 Millionen Freilandrosen erzeugt (Keller 2012). Ein Verzicht auf die Beheizung des Glashauses bedeutet allerdings einen erheblichen Rückgang der Erntemenge, da auf einen Flur verzichtet werden müsste. Mit Heizung sind 4-5 Flur möglich. Nach Expertenschätzung müsste man auf ca. 1/3 bis 2/5 der Erntemenge verzichten (Wandl 2014c).

Die Einsparungen, die durch einen Wechsel im Heizsystem gemacht werden können, sind im Bereich des Gartenbaus jene, die am geringsten Konsequenzen für die Kultur an sich mitbringen. Ein wichtiger und mitunter limitierender Faktor ist die Bedingung, dass das Heizsystem konstant und sicher läuft, da eventuelle Ausfälle in der Heizperiode die gesamte Kultur gefährden können. Jene Einsparungsmaßnahmen, die an einer Reduktion des Verbrauchs ansetzen, sind quasi immer mit direkten Konsequenzen bzw. Trade-offs in der Kulturführung verbunden. Zudem können sie teilweise mit erheblichen Materialeinsatz in Verbindung gebracht werden. Generell ist das Einsparungspotential in diesem Bereich als sehr groß einzuschätzen, jedoch müssen sämtliche Maßnahmen vorher durchdacht werden, um sicher zu stellen, dass etwaige negative Aspekte die positiven nicht überwiegen.

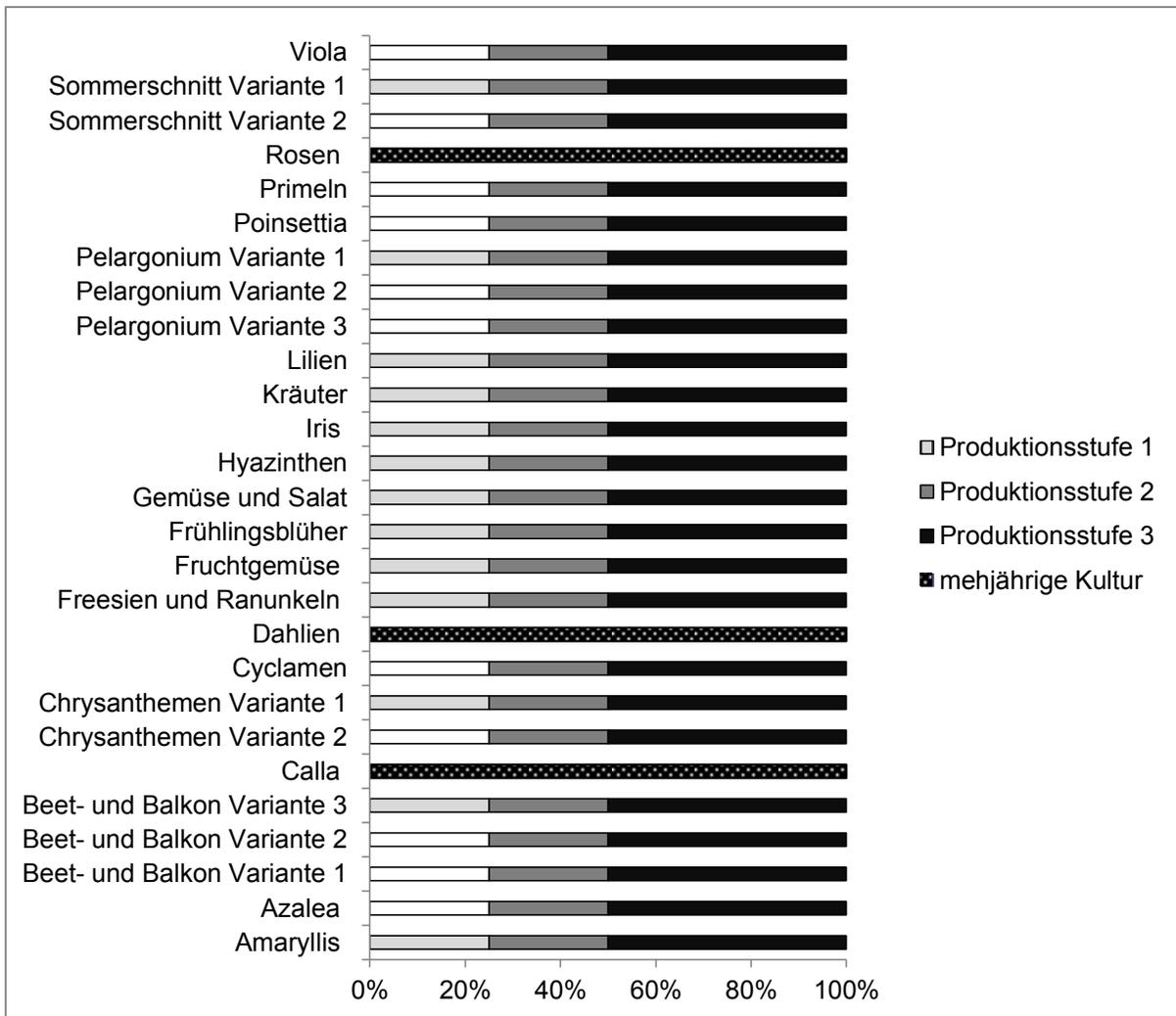
11.3 Nicht berücksichtigte Faktoren

Wie in Abbildung 5 dargestellt, wurden im Zuge dieser Studie nicht alle emissionsrelevanten Faktoren der Produktion von Zierpflanzen im Fallbetrieb berücksichtigt. Zudem wurde, wie in Abbildung 6 dargestellt, nicht der gesamte Lebenszyklus der Zierpflanzen analysiert. Im folgenden Abschnitt soll zunächst auf jene Faktoren eingegangen werden, die innerhalb der betrieblichen Produktion nicht berücksichtigt wurden. Anschließend werden jene Aspekte des Lebenszyklus der Zierpflanzen betrachtet, die im Anschluss an die Produktion im Fallbetrieb stattfinden und somit außerhalb des Untersuchungsrahmens dieser Studie liegen.

11.3.1 Der Lebensweg vor dem Eintritt in den Betrieb

Manche Zierpflanzen haben einen Teil ihrer Produktionszeit schon zurückgelegt, wenn sie in den Fallbetrieb eintreten, wie bereits in Kapitel 5 erwähnt. Abbildung 21 veranschaulicht an dieser Stelle nochmal die einzelnen Produktionsschritte die innerhalb bzw. außerhalb des Fallbetriebs liegen.

Abbildung 21 Lebenszyklus der Kategorien inkl. Untergruppen Voll ausgefüllte Felder bedeuten, dass die Produktionsstufe im Fallbetrieb anfällt, nicht ausgefüllt Felder bedeuten, dass die Produktionsstufe außerhalb des Fallbetriebs stattfindet.



Produktionsstufe 1 steht für die Phase von Samen, Knolle, unbewurzelten Steckling bis zum Erreichen des Jungpflanzenstadiums. Produktionsstufe 2 erstreckt sich vom Jungpflanzenstadium bis zum Erreichen des Produktionsstadiums Halbfertigware. Und Produktionsstufe 3 beschreibt die Produktionsphase von Halbfertigware bis zur Fertigware.

Für 8 der 21 Kategorien finden alle 3 Produktionsstufen innerhalb des Fallbetriebs statt. Bei drei Schnittpflanzenkategorien handelt es sich um mehrjährige Kulturen, diese bilden Sonderfälle, da der zwar der ganze Produktionszyklus der Schnittblume innerhalb des Fallbetriebs stattfindet, die Produktion die Jungpflanzenproduktion der Mutterpflanzen hat bei der Kategorie Rose aber zum Beispiel in anderen Betrieben stattgefunden.

Violen, Primeln und Cyclamen treten im Jungpflanzenstadium in den Betrieb ein. Poinsettien und Azaleen treten generell als Halbfertigware in den Betrieb ein.

Bei den Kategorien Pelargonien, Beet- und Balkonpflanzen treten Teile in allen unterschiedlichen Stadien ein. Für Sommerschnitt gibt es die Varianten „gesamte Produktion im Fallbetrieb“ oder „Eintritt im Jungpflanzenstadium“. Dieser Unterschiede könnten im Zuge der Studie aufgrund der Datenqualität und -komplexität nicht berücksichtigt werden.

Für all jene Produkte, deren Produktion nicht vollständig im Fallbetrieb stattfindet, werden die Emissionen in dieser Studie unterschätzt. Es liegt die Vermutung nahe, dass insbesondere im Zuge der Jungpflanzenerzeugung erhebliche Emissionen anfallen, wie Russo et al. (2008) für die Produktion von Cyclamen berichten. Zudem findet dieser erste Produktionsschritt oft in wärmeren Gewächshäusern statt, wo die optimale Temperatur für Keimung und Bewurzelung oft höher liegt als für den Rest des Kulturzeitraumes (Wandl und Wandl 2014).

11.3.2 Nicht berücksichtigte Faktoren innerhalb der betrieblichen Produktion

11.3.2.1 Menschliche Arbeitskraft

Die Kultur von Zierpflanzen ist selbst unter modernsten Produktionsbedingungen immer noch mit einem erheblichen Einsatz menschlicher Arbeitskraft verbunden. Torrellas et al. (2012) sprechen von 1.600 Stunden Arbeitszeit für die Produktion von 1.000 Stielen Rosen in einem technologisch hoch entwickelten Gewächshaus in den Niederlanden. Für die Produktion von einer Tonne Tomaten unter gleichen Bedingungen veranschlagen sie 950 Stunden Arbeitszeit.

Die Produktionsbedingungen im Fallbetrieb sind nicht auf dem aktuellen Stand der Technik und nur zu einem sehr geringen Teil mechanisiert, dementsprechend höher ist der Einsatz menschlicher Arbeitskraft. Im Fallbetrieb wird zum Beispiel vielfach händisch mit dem Schlauch bewässert, auch wenn es teilweise Bewässerungssysteme gibt. Der Fallbetrieb verfügt auch über keinerlei Art von Topfmaschinen, daher werden sämtliche Arbeitsschritte, die mit dem Ein- oder Umtopfen in Verbindung stehen, händisch erledigt. In diesem Bereich können heute viele Arbeitsschritte mechanisiert werden – vom Ausfüllen der Töpfe mit Substrat, über das Setzen an sich, bis hin zum Aufstellen der Töpfe auf Tischen oder Beeten. Bei der Produktion von Schnittblumen werden auch in hochmodernen Betrieben viele Arbeitsschritte händisch durchgeführt. Mit zunehmenden Mechanisierungsgrad steigen auch der Bedarf an Energie zum Betreiben der Geräte und der Materialansatz der Geräte an sich. Dennoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass auch menschliche Arbeitskraft einen Energie- und Materialeinsatz fordert. Allerdings ist keine Studie bekannt, die menschliche Arbeitskraft als emissionsrelevanten Faktor berücksichtigen würde. Da die Frage, wie und ob man menschliche Arbeitskraft in einer LCA integrieren soll, den Rahmen der Masterarbeit übersteigen würde, wird dieser Faktor nicht quantifiziert.

11.3.2.2 Wasser

Im Fallbetrieb wird für die Bewässerung städtisches Leitungswasser verwendet. Insgesamt wurden jährlich im Mittel 943 m³ Wasser verbraucht. Die Bereitstellung von Leitungswasser ist indirekt mit CO₂ Emissionen verbunden, allerdings ist die diesbezügliche Datenlage schlecht. Es wurde eine einzige Studie zu CO₂ Emissionen von städtischem Wasser gefunden, die sich mit der Frage von umweltfreundlichen

Toilettenspülungen in der Schweiz auseinandersetzt. Mit den Angaben in der Studie war es nicht möglich einen genauen Wert an CO₂ Emissionen pro Liter zu errechnen. Der Ausstoß an CO₂ Emissionen durch Leitungswasser konnte daher in der Studie nicht berücksichtigt werden. Generell ist das Thema Wasser und Wasserverbrauch in der LCA Literatur ein Faktor, der zunehmend an Bedeutung zu gewinnen scheint und noch weiteres Forschungspotential birgt (u.a. Pfister et al. 2009; Koehler 2008).

11.3.2.3 *Sonstige Produktionsmittel*

Unter sonstige Produktionsmittel werden Werkzeuge und sämtliche andere mobile Gegenstände verstanden, die zur Produktion benötigt werden, jedoch nicht als Betriebsausstattung zu qualifizieren sind. Darunter fallen Rechen, Schaufeln, Besen, Bewässerungsschläuche, Gießgeräte, Tonkinstäbe, Unkrautmesser, Korpuliermesser, Etiketten, Schlauchklemmen, Handschuhe, Atemschutzmasken, Dämpffolien, Bewässerungsmatten etc. Insgesamt wurden 206 Elemente erhoben die dieser Kategorie zugeordnet werden können. Für 64 davon wurden das Gewicht und die Materialart ermittelt. Letztendlich wurde die Entscheidung getroffen diese Elemente dennoch nicht zu berücksichtigen, da die Erhebung spezifischer Emissionsfaktoren, wenn überhaupt möglich, mit zu großen Unsicherheiten verbunden gewesen wäre. Es wird davon ausgegangen, dass diese sonstigen Produktionsmittel in der Emissionsbilanz keinen merklichen Einfluss haben, da diese zumeist sehr wenig Gewicht haben und über mehrere Jahre hinweg verwendet werden.

11.3.2.4 *Sonstige Betriebsausstattung*

In dieser Studie wurden für den Faktor Betriebsausstattung ausschließlich die Gewächshäuser an sich berücksichtigt. Die andere Betriebsausstattung wurde nicht berücksichtigt, da die Datenlage eine im Rahmen dieser Masterarbeit adäquate Bearbeitung nicht ermöglichte. Dabei sind nach eigener Einschätzung die Innenausstattung der Gewächshäuser (Tische, Beete, Wege, Schattierung) und die Maschinen (Dämpfer, Fräse, Düngermischer, Erdmischer – je ein Stück) die wichtigsten Faktoren.

Nicht berücksichtigt wurde auch der (potentielle) Albedo Effekt der Gewächshäuser (Muñoz et al. 2010). Wird dieser in die Lebenszyklusanalyse inkludiert, so kann das Ergebnis der CO₂-Äqu.-Emissionen um fast die Hälfte reduziert werden, wie Muñoz et al. (2010) für die Produktion von Tomaten zeigen. Sie untersuchen dabei allerdings mit Plastik eingedeckte Gewächshäuser, die im Fallbetrieb nur geringe Fläche einnehmen, zudem kann davon ausgegangen werden, dass die klimatischen Bedingungen in Österreich andere Ergebnisse liefert im Vergleich zum spanischen Almeria, auf das sich Muñoz et al. (2010) beziehen. Dieser Faktor birgt Potential für weitere Forschung, wenn man die Zunahme von Gewächshausflächen und die damit verbundenen Besonderheiten von Landnutzungswandel hinterfragt.

11.3.2.5 *Pflanzenstärkungsmittel und Nützlinge*

Im Fallbetrieb werden in den letzten Jahren zunehmend Pflanzenstärkungsmittel und Nützlinge eingesetzt. Dadurch soll der Einsatz an konventionellen Pflanzenschutzmitteln reduziert werden. Im Zuge dieser Studie konnten diese allerdings nicht berücksichtigt werden, ob der Tatsache, dass sowohl bei der

Allokation als auch bei den Emissionsfaktoren zu wenige Daten diesbezüglich vorhanden waren.

11.3.2.6 CO₂ Aufnahme der Zierpflanzen

Während des Wachstums nehmen alle Pflanzen CO₂ auf und speichern dieses – so auch bei Zierpflanzen. Bei der Kompostierung der Zierpflanze wird die gleiche Menge an CO₂ wieder an die Atmosphäre abgegeben (Sahle und Potting 2013). Diese natürlichen Flüsse wurden im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt.

11.3.3 Der Lebensweg nach der Fertigstellung des Produktes

Mit dem Erreichen des Produktionszieles bzw. an jenem Punkt, an dem das Produkt als verkaufsfertig angesehen werden kann, endet diese Untersuchung. Emissionen die danach anfallen, werden nicht mehr berücksichtigt. Sahle und Potting (2013) zeigen in ihrer Studie allerdings, dass zumindest bei der Produktion von Schnittrosen der überwiegende Teil in dieser Produktionsphase entsteht. Damit ist jedoch das Lebensende der Zierpflanze noch nicht erreicht. (siehe Abbildung 6) In der Verarbeitung des Produktes, der Lagerung, die Verpackung und dem Transport zum Konsumenten, zur Konsumentin, dem Gebrauch und der Entsorgung fallen noch weitere Emissionen an.

Die Verarbeitung des Produkts fordert insbesondere menschliche Arbeitskraft. Schnittblumen müssen nach der Ernte noch geputzt, gewässert und eventuell gebunden oder gesteckt werden.

Die Phase der Lagerung ist sowohl abhängig von der Art des Produktes als auch von dem Zeitraum, in dem das Produkt gelagert werden muss, bevor es an den Kunden verkauft wird. Wie lange dieser Zeitraum ist, ist äußerst schwierig zu definieren. Bei Schnittblumen liegt er schätzungsweise zwischen wenigen Stunden und rund einer Woche. Bei Topfpflanzen kann dieser Zeitraum auch sehr kurz sein, er kann sich aber auch über mehrere Wochen erstrecken. Da dieser Zeitraum schwer definierbar ist, wurde er in der Untersuchung nicht berücksichtigt und es wird implizit angenommen, dass er gleich null ist. Die Art der Lagerung unterscheidet sich ebenfalls erheblich. So müssen einige Schnittblumen generell im Kühlraum gelagert werden, andere nicht unbedingt, wobei eine solche Lagerung die Haltbarkeit verbessert. Topfpflanzen können sowohl im beheizten Glashaus, im Folientunnel oder einfach im Freien gelagert werden. Ebenso liegen in diesem Zusammenhang hier etliche Möglichkeiten und Unterschiede vor, die jeweils mit spezifischen Emissionen verbunden sind.

Im Fallbetrieb erfolgt die Verpackung der Produkte zumeist mittels Seidenpapier. Nur in seltenen Fällen wird Cellophan für das Verpacken von Schnittblumen verwendet. In den Sommermonaten werden die Produkte teilweise gar nicht verpackt. Neben Seidenpapier und Cellophan werden aber auch Zeitungspapier und recycelte Schachteln als Verpackungsmaterial eingesetzt. Insgesamt werden daher die zusätzlichen Emissionen aus Verpackungsmaterial als gering eingeschätzt.

Bezüglich des Transports des Produktes zur Kundin, zum Kunden, wurden zwar keine genauen Erhebungen angestellt, allerdings wird geschätzt, dass die meisten Kunden und Kundinnen im Umkreis von 10 km wohnhaft sind. Kunden und

Kundinnen kommen entweder mit dem PKW, zu Fuß, mit öffentlichen Verkehrsmittel oder dem Fahrrad um Blumen zu kaufen. Die Emissionen, die durch den Transport vom Fallbetrieb zum Endverbraucher anfallen, können dementsprechend stark variieren. Insbesondere bei Anreise mit dem PKW spielt zudem eine Rolle, ob der alleinige Einkauf des Produkts ursächlich für die Fahrt ist, oder ob dem Einkauf des Produkts und der damit verbundenen Wegstrecke nur ein Teil der Emissionen zugeordnet werden kann. Um eine Aussage über Emissionen verursacht durch den Transport treffen zu können, müsste eine umfangreiche Erhebung durchgeführt werden, die den Rahmen dieser Untersuchung weit überschreiten würde.

Wiederum hoch variabel ist die Gebrauchsphase der Produkte. Auch hier unterscheiden sich Topfpflanzen grundlegend von Schnittblumen. Während Schnittblumen in dieser Phase hauptsächlich Wasser benötigen, wird bei Topfpflanzen im Gebrauch je nach Situation weiterer Materialinput notwendig. Die Emissionen die dabei entstehen sind vom Verhalten der Konsumentin, dem Konsumenten abhängig. Vor allem Dünger und Pflanzenschutzmittel, aber auch Substrate sind an dieser Stelle zu nennen. Wird die Topfpflanze beispielsweise direkt in nährstoffreiche Gartenerde gepflanzt und braucht in weiterer Folge wenig Dünger und Pflanzenschutzmittel, so sind die zusätzlichen Emissionen in dieser Phase niedriger, als wenn die gleiche Pflanze in einem dafür frisch mit Substrat gefüllten Trog gepflanzt wird, regelmäßig mit synthetischem Dünger gedüngt und zusätzlich mit Pflanzenschutzmittel behandelt wird. Der Umgang mit Pestiziden im Hausgarten wurde zuletzt in den Medien und von NGOs diskutiert (Global 2000 2014; Der Standard 2013) und bietet ein spannendes Feld für weitere Forschung, die umfangreiche Erhebungen bezüglich des Verhaltens von Konsumenten und Konsumentinnen voraussetzt.

Die Entsorgung der Pflanze kann auf unterschiedliche Art und Weise vorstattgehen. Wahrscheinlich ist, dass die Produkte entweder der öffentlichen Biotonne oder der Eigenkompostierung im Garten zugeführt werden. Dabei entstehen Emissionen, die jedoch für die einzelne Pflanze als gering eingeschätzt werden.

11.4 Vergleich der Ergebnisse mit jenen anderer Studien

Der Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit jenen anderer Studien ist nur bedingt möglich, da alle bisherigen Studien zu LCAs im Zierpflanzenbau unterschiedliche Systemgrenzen mit sich bringen. Der zweite Faktor, der die Vergleichbarkeit limitiert, ist das unterschiedliche Emissionsfaktoren bedingt durch unterschiedliche Datenquellen in den Studien verwendet wurden. Emissionsfaktoren können für verschiedene Bezugspunkte bzw. Bezugszeiträume für den gleichen emissionsrelevanten Faktor unterschiedlich sein, wie beispielsweise die unterschiedlichen Emissionsfaktoren für eine kWh Heizenergie bereitgestellt durch Fernwärme zeigen. Die hier angestellten Vergleiche sind in diesem Kontext zu verstehen und dahingehend kritisch zu betrachten.

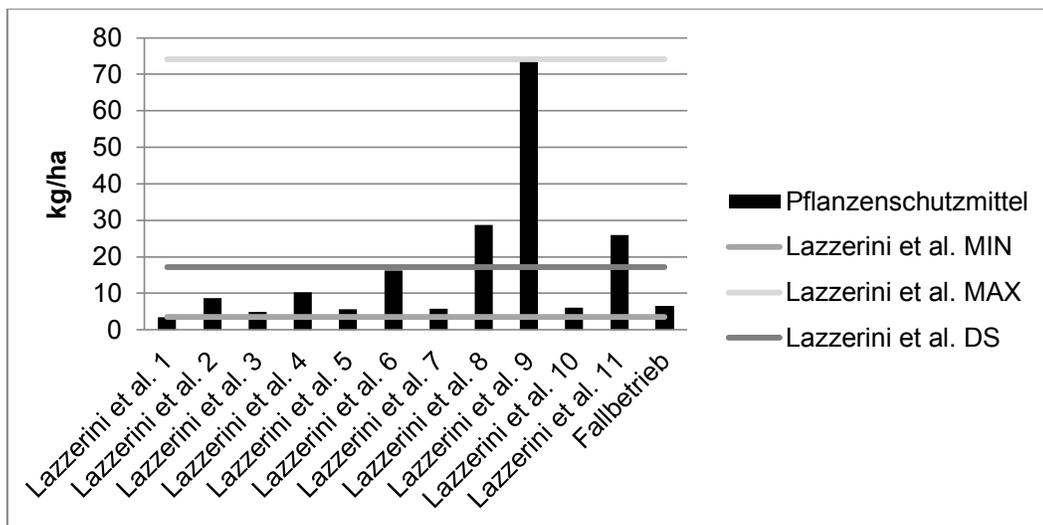
Den ersten Referenzpunkt bildet die Studie von Lazzerini et al. (2014), die verschiedene Freiland Zierpflanzenbaubetriebe in der Region Pistoia in Italien miteinander vergleicht. Die Betriebe unterschieden sich sehr stark in ihrem Sortiment und ihrer Produktionsweise, daher dient ein Ha Betriebsfläche als funktionelle Einheit. Lazzerini et al. (2014) verwenden einen von „der Wiege bis zum Betriebstor“ Ansatz.

Im Gegensatz zu dieser Studie wird die Gewächshausinfrastruktur bei Lazzerini et al. (2014) nicht berücksichtigt, davon abgesehen sind die emissionsrelevanten Faktoren ähnlich dieser Studie.

Auf den ersten Blick sind die Emissionen im Fallbetrieb pro ha Fläche 19-mal höher als die Emissionen des emissionsreichsten Betriebs aus Lazzerini et al. (2014) und um über 100-mal höher als jenem Betrieb, der die niedrigsten Treibhausgasemissionen hat. Diese Zahl relativiert sich, wenn man berücksichtigt, dass es sich bei den Betrieben in Lazzerini. et al. (2014) um Betriebe handelt, die ausschließlich im Freiland produzieren. Es fällt demnach kein Heizwärmeverbrauch an, der in dieser Studie für rund 75% der gesamten Emissionsbilanz ursächlich ist.

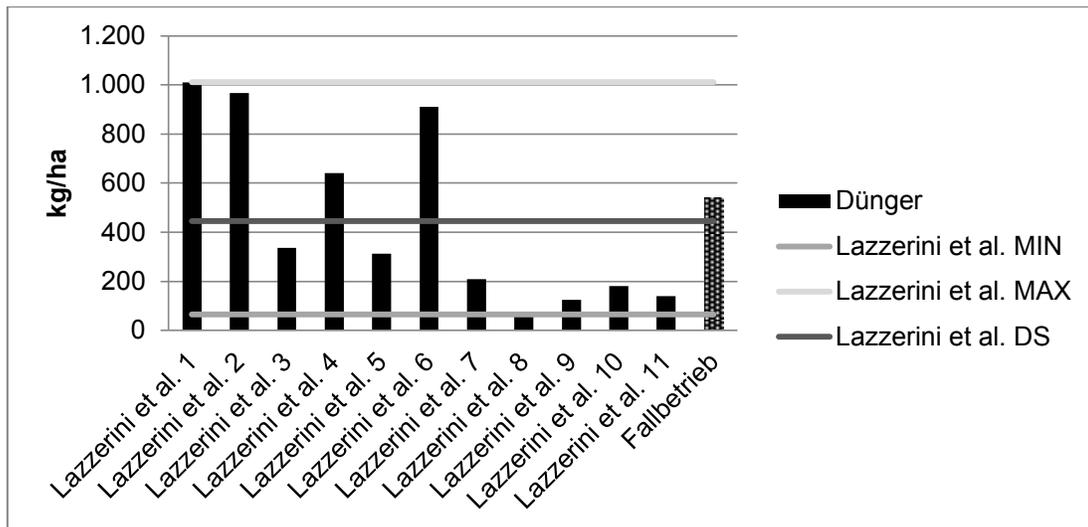
Vergleicht man nur jene emissionsrelevanten Faktoren, die in beiden Studien vorhanden sind, dann stellt sich heraus, dass der Fallbetrieb sich in Ergebnisse von Lazzerini et al. (2014) einreicht. Da Lazzerini et al. (2014) eine andere primäre Datenquelle für Emissionsfaktoren verwenden, sind die in Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellten Ergebnisse auf den Materialinput und nicht auf CO₂-Äquivalente bezogen, um die Unsicherheiten des Vergleichs zu verringern.

Abbildung 22 Einsatz von Pflanzenschutzmittel bei Lazzerini et al. (2014) im Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie



Der Wert der im Fallbetrieb eingesetzten Pflanzenschutzmittel liegt deutlich unter dem Mittelwert der Betriebe aus Lazzerini et al. (2014). Vier Betriebe aus Lazzerini et al. (2014) haben in etwa denselben Bedarf an Pflanzenschutzmittel wie der Fallbetrieb.

Abbildung 23 Einsatz von Dünger bei Lazzerini et al. (2014) im Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie



Der Düngereinsatz im Fallbetrieb liegt über dem Mittelwert der Betriebe aus Lazzerini et al. (2014). Die Spannweite ist an dieser Stelle sehr groß, wobei ein deutlicher Unterschied zwischen Betrieben die Topfpflanzen produzieren (Lazzerini et al. 1 bis 6) und jenen, die Pflanzen im offenen Feld produzieren (Lazzerini et al. 7 bis 11) sichtbar wird.

Aus dem Vergleich mit Lazzerini et al. (2014) wird wiederum deutlich, welche enormen Unterschiede in den CO₂-Äuq. Bilanzen zwischen beheizten und unbeheizten gärtnerischen Produktionssystemen entstehen. Bei allen anderen emissionsrelevanten Faktoren, die bei Lazzerini et al. (2014) und dieser Studie vergleichbar sind, liegt der Fallbetrieb immer innerhalb der Werte aus Lazzerini et al. (2014). Damit reihen sich die Ergebnisse in das von Lazzerini et al. (2014) gezeichnete Bild ein, dass relativ große Variabilität zwischen den einzelnen Betrieben und den jeweiligen emissionsrelevanten Faktoren aufzeigt.

11.5 Nord – Süd Vergleich

Die zunehmende Schnittblumenproduktion in Ländern des globalen Südens wirft die Frage auf, ob diese mehr oder weniger Umweltauswirkungen hat als die Produktion in Ländern des globalen Nordens. Wie bereits gezeigt werden konnte, ist die Treibhausgasbilanz der Produktion von Zierpflanzen in Österreich oder auch in den Niederlanden vor allem vom Einsatz von Heizenergie und den damit in Verbindung stehenden Emissionen bestimmt. Für die Produktion von Schnittblumen in Ländern des globalen Südens kann Großteils auf die Beheizung der Gewächshäuser verzichtet werden.

Rosen, die in Ländern des globalen Südens produziert werden, weisen deutlich geringere globale Umweltauswirkungen auf als jene die in europäischen Ländern produziert werden (Franze und Ciroth 2011; Williams 2007). Der größte Anteil der Emissionen fällt bei Produktion in Kenia oder Ecuador auf den Transport mit dem Flugzeug in jene Länder in denen die Rosen verkauft werden (Blonk et al. 2010; Williams 2007).

Selbst wenn die Umwelteinflüsse, in Bezug auf Treibhausgasemissionen, im ersten Moment gering scheinen, so hat die Produktion von Schnittblumen durchaus weitere umweltrelevante Konsequenzen. Ein Beispiel ist der Rückgang des Wasserstandes des afrikanischen Naivasha Sees und dessen zunehmende Verschmutzung. 95% der Flächen auf denen Rosen in Kenia kultiviert werden liegen im Gebiet des Naivasha Sees, bei dem es sich um den zweitgrößten Süßwassersee in Kenia handelt (Mekonnen et al. 2012).

Ein anderer Faktor ist jener, der direkten Beeinflussung der menschlichen Gesundheit durch massive direkte Aussetzung der Arbeiter und Arbeiterinnen gegenüber Pestiziden. In manchen Fällen werden die Pestizide quasi ohne jegliche Verwendung von Schutzkleidung ausgebracht, von Gummihandschuhen abgesehen, wie Muyuli (2014) berichtet. Hinzu kommen falsche Ausbringung und Dosierung von Pestiziden, die Verwendung hoch toxischer Pestizide oder nicht eingehaltene Schutzzeiten nach der Ausbringung der Pestizide (Ribeiro et al. 2012).

Um sowohl die ökologischen als auch die sozialen Folgen der Schnittblumenproduktion in Ländern des globalen Südens zu verbessern, haben sich in den letzten Jahren unterschiedliche Zertifizierungsprogramme etabliert. In Europa ist aktuell neben dem FairTrade-Siegel, das auch für Zierpflanzen vergeben wird, das Fair Flower Fair Plant – Siegel am bekanntesten. Bis vor einiger Zeit existierte zusätzlich das Flower Label Program, das mittlerweile jedoch eingestellt wurde.

12 Conclusio

Die Treibhausgasemissionen traditioneller, kleinräumlicher Zierpflanzenproduktion in Österreich sind in erster Linie durch die Beheizung der Gewächshäuser verursacht. Betrachtet man die gesamte Produktion, so lassen sich über 75% der Emissionen auf diesen Faktor zurückführen. Als zweiter, wichtiger emissionsrelevanter Faktor sind Substrate anzuführen, darauf folgt die Gewächshausinfrastruktur. Anders als zu Beginn der Studie erwartet, spielen Dünger und Pflanzenschutzmittel eine untergeordnete Rolle in der Emissionsbilanz.

Die Studie zeigt deutlich, dass sich die gesamten Treibhausgasemissionen, der in Österreich produzierten Zierpflanzen wesentlich verringern, wenn diese nicht im beheizten Gewächshaus produziert werden. Es ist möglich bei unter klimatischen Bedingungen wie sie in Österreich herrschen Zierpflanzen zu produzieren, die ohne beheizte Gewächshäuser auskommen. Chrysanthemen und verschiedenste andere Schnittblumen, die im Zuge dieser Studie der Kategorie Sommerschnitt zugeordnet wurden, benötigen kaum Heizenergie. Sommerschnitt wird abgesehen von der Jungpflanzenproduktion gänzlich im Freiland oder im ungeheizten Gewächshaus produziert. Dieses Ergebnis unterstreichen sämtliche bisherige Studien, die sich mit diesem Thema befassen (Lazzerini et al. 2014; Russo et al. 2008; Russo et al. o. J.; Russo und De Lucia Zeller 2008; Sahle und Potting 2013; Williams 2007).

Es konnte kein genereller Unterschied der Höhe der Treibhausgasemissionen zwischen Topfpflanzen und Schnittblumen festgestellt werden, allerdings konnte gezeigt werden, dass unterschiedliche funktionelle Einheiten dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Die Frage der funktionellen Einheit im Zuge

einer LCA ist von großer Bedeutung und einer jener Gründe, warum die Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen einzelner Studien nur bedingt möglich ist. Die funktionelle Einheit „Tag Blühdauer“ stellte sich im Zuge dieser Studie als die am besten geeignete für Zierpflanzen heraus, insbesondere wenn verschiedene Zierpflanzen untereinander verglichen werden sollen.

Zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen österreichischer Zierpflanzen sollte in erster Linie bei den Gewächshäusern angesetzt werden. Bei bereits bestehenden Betrieben ist die bedeutendste Entscheidung mit welchem Energieträger die Gewächshäuser beheizt werden sollen und welche Isolierungsmaßnahmen getroffen werden können. Bei einer Betriebsneugründung oder beim Neubau von Gewächshäusern sollte zusätzlich auf die Wahl des Eindeckungsmaterials geachtet werden, da dadurch der Heizenergieverbrauch reduziert werden kann. Dieses Problemfeld trifft nicht nur auf Zierpflanzen zu, sondern auf alle gärtnerischen Gemüse, die in unseren Breitengraden in Gewächshäusern gezogen werden.

Der internationale Vergleich verschiedener Zierpflanzen unter unterschiedlichen Produktionsbedingungen ist aktuell nur bedingt möglich. Hauptgrund dafür sind die wenigen bisher durchgeführten Studien in diesem Bereich, die sich vor allem auf Schnittrosen beziehen. Die schlechte Datenlage erlaubt es nicht, Berechnungen für andere Schnittblumen einfach selbst durchzuführen. Es zeigt sich jedoch, dass bei Rosen die Produktion in Ländern des globalen Südens mit deutlich weniger Emissionen verbunden ist als die Produktion in europäischen Ländern. Jedoch können an dieser Stelle Treibhausgasemissionen nicht isoliert betrachtet werden. Die Produktion von Zierpflanzen in Ländern des Globalen Südens hat soziale Auswirkungen. Ebenso sind direkte, lokale Umweltschäden präsent, die unter Verwendung der LCA als Methode nicht gemessen werden können, dazu werden andere Vorgehensweisen benötigt. Zuletzt dürfen an dieser Stelle die negativen Auswirkungen von Pflanzenschutzmittel auf die menschliche Gesundheit nicht außer Acht gelassen werden, die vor allem bei mangelndem Schutz und falscher Anwendung, massiv sein können (Franze und Ciroth 2011; Sahle und Potting 2013; Mekonnen et al. 2012; Williams 2007).

Zukünftige Forschung im Bereich des Zierpflanzenbaus kann an mehreren Stellen ansetzen. Erstens ist die Frage interessant, aus welchen Gründen unterschiedliche Betriebe unterschiedliche Ergebnisse aufweisen. Welche Faktoren sind ursächlich dafür? Gibt es einen Zusammenhang mit der Betriebsgröße? Liegt es an der Ausstattung des Betriebes? Ist die Art von Zierpflanzen, die dort produziert werden der bestimmende Faktor?

Zweitens birgt die Frage nach Gewächshäusern und deren spezifische Auswirkungen Forschungspotential. Diese Frage ist nicht ausschließlich auf Zierpflanzen beschränkt, sondern auch in Bezug auf Nahrungsmittel besonders spannend. Wie viel Fläche ist weltweit von Gewächshäusern eingenommen? Welche Konsequenzen haben Gewächshäuser auf lokale Ökosysteme? Wie, wann und wo ist es sinnvoll Gewächshäuser zu heizen? Wie lange ist die tatsächliche Lebensdauer von Gewächshäusern?

Zuletzt ergibt sich ein Fragenkomplex rund um die Frage der Produktion in Ländern des globalen Nordens und jenen des globalen Südens. Im Anschluss an diese Studie beschäftige ich mich aktuell mit der Frage, welchen Einfluss Zertifizierungsprogramme, in ihrer aktuellen Form, im Hinblick auf ökologische Verbesserungen haben.

13 Literaturverzeichnis

- AIPH* (2011). International Statistics of Flowers and Plants 2011, Voorhout: International Association of Horticultural Production
- Andreas, Christoph und Seiler, Hans-Jürgen* (2000). Rosen: ganzjähriges Recycling-Verfahren auf Kokostorf 1999 mit dem höchsten Ertrag, in: *Landwirtschaftskammer Rheinland und Gartenbauzentrum Straelen* (Hrsg.): Versuche im deutschen Gartenbau, abrufbar unter: <http://www.hortigate.de/bericht?nr=4970> (letzter Zugriff: 22.2.2015)
- Andreas, Christoph und Seiler, Hans-Jürgen* (2001). Rosen: Größere Pflanzdichten bringen im 2. Anbaujahr höhere Erträge bei nur geringfügig minderen Qualitäten, in: *Landwirtschaftskammer Rheinland und Gartenbauzentrum Straelen* (Hrsg.): Versuche im deutschen Gartenbau, abrufbar unter: <http://www.hortigate.de/bericht?nr=9863> (letzter Zugriff: 21.2.2015)
- Anton, Assumpcio und Montero, Juan I. und Munoz, Pere und Castells, Francesc* (2005). LCA and tomato production in Mediterranean greenhouses, in: *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, Vol. 4(2), 102–112
- Austroaat* (2009). Blumen Katalog 2009,
Austroaat (2013). Blumen Katalog 2013,
Austroaat (2014). Blumen Katalog 2014,
Austroaat (2015). BLUMEN Katalog 2015, abrufbar unter: <http://www.austroaat.at/KATALOGE/BLUMEN-Katalog2015/#/1/> (letzter Zugriff: 7.2.2015)
- Balas, Johannes* (2003). Einführung in den Gartenbau (Zierpflanzenbau Grundlagen), *Bayrische Landesanstalt für Wein und Gartenbau* (2010a). Frühjahrsschnittblumen in der Einzelhandelsgärtnerei, abrufbar unter: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Pillnitz_2010_Nachlese_Schmitt_01062010.pdf (letzter Zugriff: 11.2.2015)
- Bayrische Landesanstalt für Wein und Gartenbau* (2010b). Schnittblumenversuche 2010/2011 Ranunkeln und Anemonen, abrufbar unter: http://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenbau/dateien/2011_g1-06-03neu_stiele_pro_pflanze.pdf (letzter Zugriff: 11.2.2015)
- BDEW, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.)* (2009). Erdgas in Gärtnereien, abrufbar unter: <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/vb/bericht?nr=39553> (letzter Zugriff: 26.1.2015)
- Blonk, Hans und Kool, Anton und Luske, Boki und Ponsioen, Tommie und et al.* (2010). Methodology for assessing carbon footprints of horticultural products,
- Böning, Jeannette A.* (1994). Methoden betrieblicher Ökobilanzierung, Marburg: Metropolis Verlag
- Bundesverband der österreichischen Gärtner* (2015). Gartenbau in Österreich, abrufbar unter: <http://www.gartenbau.or.at/index.php?channel=623> (letzter Zugriff: 27.1.2015)
- Cellura, Maurizio und Longo, Sonia und Mistretta, Marina* (2012). Life Cycle Assessment (LCA) of protected crops: an Italian case study, in: *Journal of Cleaner Production*, Vol. 28, 56–62
- Crutzen, Paul J.* (2002). Geology of mankind, in: *Nature*, Vol. 415(6867), 23–23

- Curran*, Mary Ann (Hrsg.) (2012). *Life Cycle Assessment Handbook: A Guide for Environmentally Sustainable Products*, John Wiley & Sons, abrufbar unter: <http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=51191&chunkid=267599427¬eMenuToggle=0&leftMenuState=1> (letzter Zugriff: 1.2.2015)
- Degen*, Martin und *Schrader*, Karl (2014). *Der Gärtner 1. Grundwissen für Gärtner 3. Aufl.*, Stuttgart: Ulmer
- Der Standard* (2013). Pestizide im Hausgarten sind hormonell wirksam - Umweltmedizin - [derStandard.at](http://derstandard.at) > Gesundheit, abrufbar unter: <http://derstandard.at/1363706639021/Pestizide-im-Hausgarten-sind-hormonell-wirksam> (letzter Zugriff: 20.2.2015)
- Desch Plantpark* (2015). Flower PP Thermoform Penta range 5°, abrufbar unter: <http://www.desch-plantpak.com/en/categorie/30/Flowerpots-PP-Thermoform-Penta-range-5.aspx> (letzter Zugriff: 20.2.2015)
- Einheitserde Werkverband e.V.* (2014). Substratfinder und Substratrechner, abrufbar unter: <http://www.einheitserde.de/produkte/substratfinder-und-substratrechner/> (letzter Zugriff: 20.2.2015)
- EnergieAgentur.NRW* (2015). Energieeffizienz im Gartenbau, abrufbar unter: <http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/energieeffizienz-im-gartenbau-3735.asp> (letzter Zugriff: 16.2.2015)
- EPAGMA* (2012). Comparative life cycle assessment of horticultural growing media based on peat and other growing media constituents, abrufbar unter: http://epagma.eu/sites/default/files/documents/epagma_growing-media-lca_final-report_2012-01-17_quantis.pdf (letzter Zugriff: 18.2.2015)
- Feldmann*, Rudolf (2008). Rosa- Schnittrosen - Pflanzenstärkungsmittel: Keine eindeutige Wirkung von Mykorrhiza feststellbar, in: *Staatsschule für Gartenbau, Stuttgart-Hohenheim* (Hrsg.): *Versuche im deutschen Gartenbau*,
- Finkbeiner*, Matthias und *Inaba*, Atsushi und *Tan*, Reginald und *Christiansen*, Kim und et al. (2006). The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 11(2), 80–85
- Food and Agriculture Organisation of the United Nations Statistics Division* (2014). FAOSTAT, abrufbar unter: <http://faostat3.fao.org/home/E> (letzter Zugriff: 27.11.2014)
- Franze*, Juliane und *Ciroth*, Andreas (2011). A comparison of cut roses from Ecuador and the Netherlands, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 16(4), 366–379
- Glas-Innung Düsseldorf* (2014). Lexikon - Flächengewicht Glas, abrufbar unter: <http://www.glaserinnung.de/index.php?cont=wirueberuns/lexikon/f&nav=wuu> (letzter Zugriff: 11.12.2014)
- Global 2000* (2014). GLOBAL 2000 Haus- und Gartenpestizid-Einkaufstest: Handel kommt Informationspflicht bei gefährlichen Pestiziden nicht nach, abrufbar unter: <https://www.global2000.at/presse/global-2000-haus-und-gartenpestizid-einkaufstest-handel-kommt-informationspflicht-bei> (letzter Zugriff: 20.2.2015)
- Google* (2015). Google Maps, abrufbar unter: <https://www.google.com/maps/search/kampm%C3%BCllerweg+1/@48.3336705,14.288814,102m/data=!3m1!1e3> (letzter Zugriff: 10.3.2015)
- Hornbach* (2014). Guttacryl Doppelstegplatte 16-32 Klar 2500x980 mm, in: www.hornbach.de, abrufbar unter: <http://www.hornbach.de/shop/Guttacryl->

- Doppelstegplatte-16-32-Klar-2500x980-mm/8350925/artikel.html (letzter Zugriff: 12.12.2014)
- IPCC* (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, abrufbar unter: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> (letzter Zugriff: 3.2.2015)
- IPCC* (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis, abrufbar unter: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf (letzter Zugriff: 21.2.2015)
- ISO* (2006a). DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006), abrufbar unter: http://www.bifne.de/fileadmin/bifne/userdata/Bilder_und_Grafik/DIN-EN-ISO_14040_-_2006.pdf (letzter Zugriff: 25.1.2015)
- ISO* (2006b). DIN EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006), abrufbar unter: http://www.lesenr.fr/les-actualites/1_ISO_14044_2006.pdf (letzter Zugriff: 25.1.2015)
- Jolliet*, Olivier und *Müller-Wenk*, Ruedi und *Bare*, Jane und *Brent*, Alan und et al. (2004). The LCIA midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC life cycle initiative, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 9(6), 394–404
- Keller*, Urs Oskar (2012). Rosen als Nische, in: *die grüne - Fachmagazin für die Schweizer Landwirtschaft*, (20), 8–10
- Klöpffer*, Walter und *Grahl*, Birgit (2009). Ökobilanz (LCA): Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, abrufbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/wileybooks.pisces.boku.ac.at/book/10.1002/9783527627158> (letzter Zugriff: 25.1.2015)
- Koehler*, Annette (2008). Water use in LCA: managing the planet's freshwater resources, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 13(6), 451–455
- Kowata*, H. und *Moriyama*, H. und *Hayashi*, K. und *Kato*, H. (2008). Comparison of air emissions for the construction of various greenhouses, in: Proceedings, 6th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector. Zurich
- Kunststoffhandel Schleiting* (2014). Hohlkammerplatten / Doppelstegplatten aus Acrylglas 16mm, abrufbar unter: http://www.stegplatten.net/hohlkammerplatten-doppelstegplatten-aus-acrylglas-16mm_97.html (letzter Zugriff: 12.12.2014)
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie - Freistaat Sachsen* (2013). Niedrigenergiesorten bei Pionsettien, abrufbar unter: [http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Wartenberg\(1\).pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Wartenberg(1).pdf) (letzter Zugriff: 16.2.2015)
- Lazzerini*, G. und *Lucchetti*, S. und *Nicese*, F. P. (2014). Analysis of greenhouse gas emissions from ornamental plant production: A nursery level approach, in: *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 13(3), 517–525
- Maharaj*, Niala und *Dorren*, Gaston (1995). The Game of the Rose - The Thrid World in Global Flower Trade, Utrecht: Internatzional Books

- Maree, Johannes und Van Wyk, Ben-Erik (2010). *Cut Flowers of the World - A Complete Reference for Growers and Florists* 1. Aufl., London: Timber Press, Inc.
- Mekonnen, M. M. und Hoekstra, A. Y. und Becht, R. (2012). Mitigating the Water Footprint of Export Cut Flowers from the Lake Naivasha Basin, Kenya, in: *Water Resources Management*, Vol. 26(13), 3725–3742
- Ministerium für ein lebenswertes Österreich (2014). *Grüner Bericht 2014 - Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft*, abrufbar unter: <http://www.gruenerbericht.at/cm3/download/finish/82-gruener-bericht-oesterreich/1392-gruener-bericht-2014/0.html> (letzter Zugriff: 25.2.2015)
- Müller, Norbert (Hrsg.) (2005). *Der Gärtner 2. Zierpflanzenbau, Friedhofsgärtnerei, Verkauf*, Stuttgart: Ulmer
- Muñoz, Ivan und Campa, Pablo und Fernández-Alba, Amadeo R. (2010). Including CO₂-emission equivalence of changes in land surface albedo in life cycle assessment. Methodology and case study on greenhouse agriculture, in: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Vol. 15(7), 672–681
- Munyuli, Bin Mushambanyi Théodore (2014). Is Cut-Flower Industry Promotion by the Government Negatively Affecting Pollinator Biodiversity and Environmental/Human Health in Uganda?, in: *International Scholarly Research Notices*, Vol. 2014, e368953
- Pfister, Stephan und Koehler, Annette und Hellweg, Stefanie (2009). Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA, in: *Environmental Science & Technology*, Vol. 43(11), 4098–4104
- Ribeiro, Marcela G. und Colasso, Camilla G. und Monteiro, Paula P. und Yonamine, Maurício und et al. (2012). Occupational safety and health practices among flower greenhouses workers from Alto Tietê region (Brazil), in: *Science of The Total Environment*, Vol. 416, 121–126
- Riisgaard, Lone (2007). What's in it for labour? Private social standards in the cut flower industries of Kenya and Tanzania, DIIS Working Paper, abrufbar unter: <http://www.econstor.eu/handle/10419/84538> (letzter Zugriff: 15.1.2015)
- Rockström, Johan und Steffen, Will und Noone, Kevin und Persson, Åsa und et al. (2009). A safe operating space for humanity, in: *Nature*, Vol. 461(7263), 472–475
- Roy, Poritosh und Nei, Daisuke und Orikasa, Takahiro und Xu, Qingyi und et al. (2009). A review of life cycle assessment (LCA) on some food products, in: *Journal of Food Engineering*, Vol. 90(1), 1–10
- Russo, G. und Buttol, P. und Tarantini, M. LCA (Life Cycle Assessment) of Roses and Cyclamen in Greenhouse Cultivation, in: *Acta Horticulturae*, (801), 359 – 366
- Russo, G. und De Lucia Zeller, B. (2008). Environmental Evaluation by Means of LCA Regarding the Ornamental Nursery Production in Rose and Sowbread Greenhouse Cultivation, in: *Acta Horticulturae*, (801), 1597– 1604
- Russo, G. und Scarascia Mugnozza, G. und De Lucia Zeller, B. (2008). Environmental Improvements of Greenhouse Flower Cultivation by Means of LCA Methodology, in: *Acta Horticulturae*, (801), 301–308
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (1998). *Anbauhinweise für Freesien*, abrufbar unter: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/9809_FreesieSchnitt_Sept98_Je.pdf (letzter Zugriff: 11.2.2015)

- Sahle, Abiy und Potting, José (2013). Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation, in: *Science of The Total Environment*, Vol. 443, 163–172
- Stanghellini, Cecilia und Kempkes, F.L.K. und Knies, P. (2003). Enhancing Environmental Quality in Agricultural Systems, in: *Acta Horticulturae*, Vol. 609, abrufbar unter: http://www.actahort.org/books/609/609_41.htm (letzter Zugriff: 16.1.2015)
- Statistik Austria (2015). Gartenbauerhebungen, abrufbar unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/gartenbau_feldgemueseerbau/index.html (letzter Zugriff: 30.1.2015)
- TASPO (2013). TASPO extra Sortengalerie: Grüne Augen ziehen die Blicke an: taspo.de, abrufbar unter: <http://taspo.de/aktuell/alle-news/detail/beitrag/45420-taspo-extra-sortengalerie-gruene-augen-ziehen-die-blicke-an.html> (letzter Zugriff: 17.2.2015)
- The Greenhouse Gas Protocol (2012). Greenhouse Gas Protocol - ProBas, abrufbar unter: <http://www.ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/ProBas> (letzter Zugriff: 1.2.2015)
- Theurl, Michaela C. (2008). CO₂-Bilanz der Tomatenproduktion: Analyse acht verschiedener Produktionssysteme in Österreich, Spanien und Italien, in: *Social Ecology Working Paper*, (110), abrufbar unter: http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/WP110_WEBVERSION.pdf
- Tiede-Arlt, Peter und Wergen, Peter (2014). Luftbefeuchtung und Kühlung - Einfluss auf Schaderreger und Ertrag, in: *Verband der Landwirtschaftskammern e.V.* (Hrsg.): *Versuche im deutschen Gartenbau - Jahrgang 2014 - Zierpflanzenbau: Ergebnisse - Analysen - Empfehlungen*, Berlin
- Torrellas, Marta und Antón, Assumpció und Ruijs, Marc und García Victoria, Nieves und et al. (2012). Environmental and economic assessment of protected crops in four European scenarios, in: *Journal of Cleaner Production*, Vol. 28, 45–55
- Umweltbundesamt (2014). CO₂ Rechner, abrufbar unter: <http://www5.umweltbundesamt.at/emas/co2mon/co2mon.htm> (letzter Zugriff: 6.2.2015)
- Umweltbundesamt (2015a). ProBas, in: *ProBas - Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente*, abrufbar unter: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php?> (letzter Zugriff: 1.2.2015)
- Umweltbundesamt (2015b). Prozessdetails: Chem-orgPflanzenschutzmittel-2000, abrufbar unter: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/prozessdetails.php?id={5EE3A45D-E703-4F2F-92C4-AD673866631F}> (letzter Zugriff: 15.2.2015)
- United Nations (2015). UN Comtrade | International Trade Statistics Database, abrufbar unter: <http://comtrade.un.org/> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- Volmary (2014). Volmary – Jungpflanzen und Saatgut für den Erwerbsgartenbau, abrufbar unter: <http://profi.volmary.com/erwerbsgartenbau/navigation.jsf> (letzter Zugriff: 7.2.2015)
- Wandl, Helga (2015). Mitteilung via Skype,
- Wandl, Manfred (2014a). Expertengespräch am 12. August 2014,
- Wandl, Manfred (2014b). persönliche Mitteilungen,

- Wandl, Manfred (2013). persönliche Mitteilungen,
Wandl, Manfred (2014c). telefonische Mitteilungen,
Wandl, Manfred und Wandl, Helga (2014). Expertengespräch am 14. Dezember 2014,
- Williams, Adrian (2007). Comparative Study of Cut Roses for the British Market Produced in Kenya and the Netherlands, Précis Report on World Flowers, abrufbar unter: http://www.fairflowers.de/fileadmin/flp.de/Redaktion/Dokumente/Studien/Comparative_Study_of_Cut_Roses_Feb_2007.pdf (letzter Zugriff: 22.2.2015)
- Wirtschaftskammer Oberösterreich (2006). Linzer Traditionsbetriebe,
Woods, Timothy und Anderson, Robert (1997). Single Stem Roses - An Economic Analysis, in: *Agricultural Economics Staff Paper*, Vol. 369, abrufbar unter: http://www2.ca.uky.edu/cmsspubclass/tinymce/jscripts/tiny_mce/plugins/filemanager/files/staffpapers/staff369.pdf (letzter Zugriff: 20.2.2015)
- Zabeltitz, Christian (2011). *Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates*, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, abrufbar unter: <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-14582-7> (letzter Zugriff: 25.2.2015)
- ZAMG (2013). Jahrbuch, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- ZAMG (2012). Jahrbuch, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- ZAMG (2011). Jahrbuch, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- ZAMG (2010). Jahrbuch, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- ZAMG (2009). Jahrbuch, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/jahrbuch> (letzter Zugriff: 23.2.2015)
- ZAMG (2014). Monatsrückblick, abrufbar unter: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/monatsrueckblick/temperaturmittel?monat=01&jahr=2014> (letzter Zugriff: 23.2.2015)

14 Anhang

Anhang Tabelle 1 Menge an verkaufsfertigen Produkten pro Kategorie

Menge an verkaufsfertigen Produkten
pro Kategorie

Schnittblumen

Sommerschnitt	51.470
Frühlingsblüher	39.106
Freesien und Ranunkeln	16.606
Chrysanthemen	6.706
Rosen	3.850
Lilien	3.855
Iris	2.868
Callas	2.125

Dahlien

Topfpflanzen

Beet- und Balkon	12.395
Viola	5.488
Pelargonium	4.163
Primeln	2.362
Poinsettia	931
Cyclamen	752
Hyazinthen	694
Azalea	423
Amaryllis	185

Gemüse, Kräuter und Salate

Gemüse und Salat	13.453
Kräuter	5.350
Fruchtgemüse	3.026

Anhang Tabelle 3 Emissionswerte

Emissionswerte							
Emissionsrelevante Faktoren	Quelle und Bezeichnung	Co2	CH4	N2O	Einheit	GWP 100	
Fernwärme	Linz AG Umwelterklärung	0,24				0,24	kg CO ₂ -Äqu.
	Pro Bas Fernwärme-Heizung-DE-2010/en	0,29	0,00	0,00	kg/kWh	0,31	kg CO ₂ -Äqu.
	Pro bas Fernwärme-Heizung-DE-2005/el-mix	0,23	0,00	0,00	kg/kWh	0,27	kg CO ₂ -Äqu.
	Fernwärme Wien 2005 lt. Studie vor Ort in Wien	0,13	0,00	0,00	kg/kWh	0,13	kg CO ₂ -Äqu.
	Fernwärme Wien 2005 lt. Studie inkl. Vorketten	0,18	0,00	0,00	kg/kWh	0,21	kg CO ₂ -Äqu.
Gas	ProBas Gas-Heizung-AT-2005	0,27	0,00	0,00	kg/kWh	0,33	kg CO ₂ -Äqu.
Strom	Linz AG Stromabrechnung 2013/2014	0,15			kg/kWh	0,15	kg CO ₂ -Äqu.
	Wienenergie Strommix lt- Abrechnung 2013/2014	0,14			kg/kWh	0,14	kg CO ₂ -Äqu.
Pflanzenschutzmittel	ProBas Chem-orgPflanzenschutzmittel-2000 inkl. Vorkette	11,30	0,02	0,00	kg/kg	12,59	kg CO ₂ -Äqu.
	Herbizid Lazzarini et al.					26,19	kg CO ₂ -Äqu.
	Fungizid Lazzarini et al.					29,19	kg CO ₂ -Äqu.
	Insektizid Lazzarini et al.					18,91	kg CO ₂ -Äqu.
Dünger	ProBas Chem-anorgDünger-N-DE-2010	2,96	0,01	0,02	kg/kg	7,64	kg CO ₂ -Äqu.
	ProBas Chem-anorgDünger-P-2000	1,20	0,00	0,00	kg/kg	1,27	kg CO ₂ -Äqu.
	ProBas Chem-anorgDünger-K-2000	1,12	0,00	0,00	kg/kg	1,22	kg CO ₂ -Äqu.
	IPCC N Dünger Applikation (N ₂ O) direkt			0,02	kg/kg	4,68	kg CO ₂ -Äqu.
	IPCC N Dünger Applikation (N ₂ O) indirekt 1			0,00	kg/kg	0,47	kg CO ₂ -Äqu.
	IPCC N Dünger Applikation (N ₂ O) indirekt 2			0,00	kg/kg	1,05	kg CO ₂ -Äqu.

Heizöl	CO ₂ Rechner Umweltbundesamt	2,98			kg/l	2,98	kg CO ₂ - Äqu.
Substrate	Weißtorf (+end of life)	175,00			kg/m ³	175,00	kg CO ₂ - Äqu.
	Weißtorf aus Epagma Studie ohne end of life	93,00			kg/m ³	93,00	kg CO ₂ - Äqu.
	Kompost aus Epagma Studie ohne distribution und end of life	48,00			kg/m ³	48,00	kg CO ₂ - Äqu.
	Kompost aus Epagma Studie mit distribution und end of life	287,00			kg/m ³	287,00	kg CO ₂ - Äqu.
	Kompost aus Epagma Studie mit distribution ohne end of life	239,00			kg/m ³	239,00	kg CO ₂ - Äqu.
Substrate für Topfpflanzen	Mix2.1	227,61			kg/m ³	227,61	kg CO ₂ - Äqu.
	Mix2.2	152,15			kg/m ³	152,15	kg CO ₂ - Äqu.
	Mix2.3	193,87			kg/m ³	193,87	kg CO ₂ - Äqu.
	Mix2.4	161,96			kg/m ³	161,96	kg CO ₂ - Äqu.
Substrat extern	Durchschnitt Topfpflanzen	183,90			kg/m ³	183,90	kg CO ₂ - Äqu.
Substrate für Jungpflanzenproduktion	EPAGMA Mix 3.1	192,00			kg/m ³	192,00	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Mix 3.2	129,60			kg/m ³	129,60	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Mix 3.3	136,00			kg/m ³	136,00	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Mix 3.4	149,60			kg/m ³	149,60	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Durchschnitt Jungpflanzen	158,22				158,22	kg CO ₂ - Äqu.
Substrate für den Hobby-Markt	EPAGMA Mix 5.1	206,00			kg/m ³	206,00	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Mix5.2	256,70			kg/m ³	256,70	kg CO ₂ - Äqu.
	EPGAMA Mix 5.3	238,38			kg/m ³	238,38	kg CO ₂ - Äqu.
	EPAGMA Mix 5.4	153,87			kg/m ³	153,87	kg CO ₂ - Äqu.
Substrat extern - Jungpflanzen							
Substrat intern	Mix Eigen gedämpft	159,40			kg/m ³	159,40	kg CO ₂ - Äqu.
	Mix Eigen inkl. Dist.	249,67			kg/m ³	249,67	kg CO ₂ - Äqu.

Kulturgefäße	ProBas Chem-OrgPP-Spritzguss-APME-EU-2005	2,37	0,01	0,00	kg/kg		2,83	kg CO ₂ -Äqu.
	ProBas Chem-OrgHDPE-Spritzguss-APME-EU-2005	2,66	0,01	0,00	kg/kg		3,13	kg CO ₂ -Äqu.
Gewächshausinfrastruktur								
Glas	ProBas Steine-ErdenGlas-flach-DE-2000	1,06	0,00	0,00	kg/kg		1,15	kg CO ₂ -Äqu.
Stahl	ProBas MetallStahl-feuerverzinkt-EU-2005	2,41	0,01	0,00	kg/kg		2,63	kg CO ₂ -Äqu.
	Pro Bas MetallStahl-feuerverzinkt-Welt-2005	2,34	0,01	0,00	kg/kg		2,55	kg CO ₂ -Äqu.
Beton	ProBas Steine-ErdenBeton-DE-2000	0,17	0,00	0,00	kg/kg		0,18	kg CO ₂ -Äqu.
	ProBas Beton	0,11	0,00	0,00	kg/kg		0,21	kg CO ₂ -Äqu.
PE Folie	ProBas Chem-OrgLDPE-DE-2000	2,54	- 0,00	0,00	kg/kg		2,53	kg CO ₂ -Äqu.
Doppelstegplatten	ProBas Chem-OrgLDPE-DE-2000	2,54	- 0,00	0,00	kg/kg		2,53	kg CO ₂ -Äqu.
	ProBas pmma sheet	6,89	0,06	0,00	kg/kg		8,80	kg CO ₂ -Äqu.
		1,89	0,02	0,00	kg/kg		2,55	kg CO ₂ -Äqu.
Luftpolsterfolie	ProBas Chem-OrgLDPE-DE-2000	2,54	- 0,00	0,00	kg/kg		2,53	kg CO ₂ -Äqu.
Aluminium	ProBas MetallAluminiumbarren-Welt-2005	18,30	0,05	0,00	kg/kg		20,07	kg CO ₂ -Äqu.
	MetallAluminium-DE-2000	13,10	0,01	0,00	kg/kg		13,69	kg CO ₂ -Äqu.
ZinK	ProBas MetallZink-DE-2000	5,05	0,01	0,00	kg/kg		5,79	kg CO ₂ -Äqu.

Anhang Tabelle 4 Übersicht Kategorien in Gewächshäusern

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Callahaus										BB-eig		
	Gem- und S Kräuter	Gem- und S Kräuter	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Salat				
									Pelargonien	Pelargonien		
				Sommersct	Sommerschnitt - eigen							
		Fruchtgemüse										
Rosenhaus	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen	Rosen
ehem. Rosenhaus		BB-JP	BB-JP	BB - JP								
	BB	BB	BB	BB								
	Kräuter	Kräuter	Kräuter	Kräuter								
	Pelargonien	Pelargonien	Pelargonien	Pelargonien							Pelargonien	Pelargonien
	Primel	Primel							Primel	Primel	Primel	Primel
			Viola	Viola					Viola	Viola	Viola	Viola
					Sommersct	Sommerschnitt						
Großes Haus	BB-eig											
	Calla	Calla	Calla	Calla	Calla					Calla	Calla	Calla
								Chrysanthei	Chrysanthei	Chrysanthei	Chrysanthem	
	Freisien un	Freisien un	Freisien un	Freisien un	Freisien un	Ranunkeln				Freisien un	Freisien un	Freisien un
	Iris	Iris	Iris	Iris						Iris	Iris	Iris
	Lilien	Lilien	Lilien	Lilien	Lilien	Lilien	Lilien				Lilien	Lilien
Warmhaus									Poinsettien	Poinsettien	Poinsettien	Poinsettien
	BBeig.											
	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S	Gem- und S		Amaryllis		
	Azalea	Azalea										
	Frühlingsblü	Frühlingsblü	Frühlingsblü	Frühlingsblüher								Frühlingsblü
	Hyazinthen	Hyazinthen	Hyazinthen	Hyazinthen								Hyazinthen
Gifthaus											Amaryllis	Amaryllis
			Fruchtgemü	Fruchtgemü	Fruchtgemü	Fruchtgemüse						
									Azalea	Azalea	Azalea	Azalea
Cylamenhaus						Cyclamen	Cyclamen	Cyclamen	Cyclamen	Cyclamen	Cyclamen	Cyclamen
	Cyclamen											
		Pelargonien	Pelargonien	Pelargonien	Pelargonien							
Tunnel				BB	BB	BB	BB	BB				
	Frühlingsblü	Frühlingsblü	Frühlingsblüher							Frühlingsblü	Frühlingsblü	Frühlingsblü
	Hyazinthen	Hyazinthen	Hyazinthen							Hyazinthen	Hyazinthen	Hyazinthen
			Primel	Primel								
			Viola	Viola								

Band 1

Umweltbelastungen in Österreich als Folge menschlichen Handelns. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Fischer-Kowalski, M., Hg. (1987)

Band 2

Environmental Policy as an Interplay of Professionals and Movements - the Case of Austria. Paper to the ISA Conference on Environmental Constraints and Opportunities in the Social Organisation of Space, Udine 1989. Fischer-Kowalski, M. (1989)

Band 3

Umwelt & Öffentlichkeit. Dokumentation der gleichnamigen Tagung, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut in Wien, (1990)

Band 4

Umweltpolitik auf Gemeindeebene. Politikbezogene Weiterbildung für Umweltgemeinderäte. Lackner, C. (1990)

Band 5

Verursacher von Umweltbelastungen. Grundsätzliche Überlegungen zu einem mit der VGR verknüpfbaren Emittenteninformationssystem. Fischer-Kowalski, M., Kissler, M., Payer, H., Steurer A. (1990)

Band 6

Umweltbildung in Österreich, Teil I: Volkshochschulen. Fischer-Kowalski, M., Fröhlich, U.; Harauer, R., Vymazal R. (1990)

Band 7

Amtliche Umweltberichterstattung in Österreich. Fischer-Kowalski, M., Lackner, C., Steurer, A. (1990)

Band 8

Verursacherbezogene Umweltinformationen. Bausteine für ein Satellitensystem zur österr. VGR. Dokumentation des gleichnamigen Workshop, veranstaltet vom IFF und dem Österreichischen Ökologie-Institut, Wien (1991)

Band 9

A Model for the Linkage between Economy and Environment. Paper to the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991. Dell'Mour, R., Fleissner, P., Hofkirchner, W., Steurer A. (1991)

Band 10

Verursacherbezogene Umweltindikatoren - Kurzfassung. Forschungsbericht gem. mit dem Österreichischen Ökologie-Institut. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H.; Steurer, A., Zangerl-Weisz, H. (1991)

Band 11

Gezielte Eingriffe in Lebensprozesse. Vorschlag für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Haberl, H. (1991)

Band 12

Gentechnik als gezielter Eingriff in Lebensprozesse. Vorüberlegungen für verursacherbezogene Umweltindikatoren. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Wenzl, P.; Zangerl-Weisz, H. (1991)

Band 13

Transportintensität und Emissionen. Beschreibung österr. Wirtschaftssektoren mittels Input-Output-Modellierung. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Dell'Mour, R.; Fleissner, P.; Hofkirchner, W.; Steurer, A. (1991)

Band 14

Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Ökologie-Institut. Payer, H. unter Mitarbeit von K. Turetschek (1991)

Band 15

Die Emissionen der österreichischen Wirtschaft. Systematik und Ermittelbarkeit. Forschungsbericht gem. m. dem Österr. Ökologie-Institut. Payer, H.; Zangerl-Weisz, H. unter Mitarbeit von R.Fellinger (1991)

Band 16

Umwelt als Thema der allgemeinen und politischen Erwachsenenbildung in Österreich. Fischer-Kowalski M., Fröhlich, U.; Harauer, R.; Vymazal, R. (1991)

Band 17

Causer related environmental indicators - A contribution to the environmental satellite-system of the Austrian SNA. Paper for the Special IARIW Conference on Environmental Accounting, Baden 1991. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H., Steurer, A. (1991)

Band 18

Emissions and Purposive Interventions into Life Processes - Indicators for the Austrian Environmental Accounting System. Paper to the ÖGBPT Workshop on Ecologic Bioprocessing, Graz 1991. Fischer-Kowalski M., Haberl, H., Wenzl, P., Zangerl-Weisz, H. (1991)

Band 19

Defensivkosten zugunsten des Waldes in Österreich. Forschungsbericht gem. m. dem Österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung. Fischer-Kowalski et al. (1991)

Band 20*

Basisdaten für ein Input/Output-Modell zur Kopplung ökonomischer Daten mit Emissionsdaten für den Bereich des Straßenverkehrs. Steurer, A. (1991)

Band 22

A Paradise for Paradigms - Outlining an Information System on Physical Exchanges between the Economy and Nature. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H., Payer, H. (1992)

Band 23

Purposive Interventions into Life-Processes - An Attempt to Describe the Structural Dimensions of the Man-Animal-Relationship. Paper to the Internat. Conference on "Science and the Human-Animal-Relationship", Amsterdam 1992. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1992)

Band 24

Purposive Interventions into Life Processes: A Neglected "Environmental" Dimension of the Society-Nature Relationship. Paper to the 1. Europ. Conference of Sociology, Vienna 1992. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1992)



Band 25

Informationsgrundlagen struktureller Ökologisierung. Beitrag zur Tagung "Strategien der Kreislaufwirtschaft: Ganzheitl. Umweltschutz/Integrated Environmental Protection", Graz 1992. Steurer, A., Fischer-Kowalski, M. (1992)

Band 26

Stoffstrombilanz Österreich 1988. Steurer, A. (1992)

Band 28

Naturschutzaufwendungen in Österreich. Gutachten für den WWF Österreich. Payer, H. (1992)

Band 29

Indikatoren der Nachhaltigkeit für die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung - angewandt auf die Region. Payer, H. (1992). In: KudlMudl SonderNr. 1992:Tagungsbericht über das Dorfsymposium "Zukunft der Region - Region der Zukunft?"

Band 31

Leerzeichen. Neuere Texte zur Anthropologie. Macho, T. (1993)

Band 32

Metabolism and Colonisation. Modes of Production and the Physical Exchange between Societies and Nature. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1993)

Band 33

Theoretische Überlegungen zur ökologischen Bedeutung der menschlichen Aneignung von Nettoprimärproduktion. Haberl, H. (1993)

Band 34

Stoffstrombilanz Österreich 1970-1990 - Inputseite. Steurer, A. (1994)

Band 35

Der Gesamtenergieinput des Sozio-ökonomischen Systems in Österreich 1960-1991. Zur Erweiterung des Begriffes "Energieverbrauch". Haberl, H. (1994)

Band 36

Ökologie und Sozialpolitik. Fischer-Kowalski, M. (1994)

Band 37

Stoffströme der Chemieproduktion 1970-1990. Payer, H., unter Mitarbeit von Zangerl-Weisz, H. und Fellinger, R. (1994)

Band 38

Wasser und Wirtschaftswachstum. Untersuchung von Abhängigkeiten und Entkoppelungen, Wasserbilanz Österreich 1991. Hüttler, W., Payer, H. unter Mitarbeit von H. Schandl (1994)

Band 39

Politische Jahreszeiten. 12 Beiträge zur politischen Wende 1989 in Ostmitteleuropa. Macho, T. (1994)

Band 40

On the Cultural Evolution of Social Metabolism with Nature. Sustainability Problems Quantified. Fischer-Kowalski, M., Haberl, H. (1994)

Band 41

Weiterbildungslehrgänge für das Berufsfeld ökologischer Beratung. Erhebung u. Einschätzung der Angebote in Österreich sowie von ausgewählten Beispielen in Deutschland, der Schweiz, Frankreich, England und europaweiten Lehrgängen. Rauch, F. (1994)

Band 42

Soziale Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung. Fischer-Kowalski, M., Madlener, R., Payer, H., Pfeffer, T., Schandl, H. (1995)

Band 43

Menschliche Eingriffe in den natürlichen Energiefluß von Ökosystemen. Sozio-ökonomische Aneignung von Nettoprimärproduktion in den Bezirken Österreichs. Haberl, H. (1995)

Band 44

Materialfluß Österreich 1990. Hüttler, W., Payer, H.; Schandl, H. (1996)

Band 45

National Material Flow Analysis for Austria 1992. Society's Metabolism and Sustainable Development. Hüttler, W., Payer, H., Schandl, H. (1997)

Band 46

Society's Metabolism. On the Development of Concepts and Methodology of Material Flow Analysis. A Review of the Literature. Fischer-Kowalski, M. (1997)

Band 47

Materialbilanz Chemie-Methodik sektoraler Materialbilanzen. Schandl, H., Weisz, H. Wien (1997)

Band 48

Physical Flows and Moral Positions. An Essay in Memory of Wildavsky. A. Thompson, M. (1997)

Band 49

Stoffwechsel in einem indischen Dorf. Fallstudie Merkar. Mehta, L., Winiwarter, V. (1997)

Band 50+

Materialfluß Österreich- die materielle Basis der Österreichischen Gesellschaft im Zeitraum 1960-1995. Schandl, H. (1998)

Band 51+

Bodenfruchtbarkeit und Schädlinge im Kontext von Agrargesellschaften. Dirlinger, H., Fliegenschnee, M., Krausmann, F., Liska, G., Schmid, M. A. (1997)

Band 52+

Der Naturbegriff und das Gesellschaft-Natur-Verhältnis in der frühen Soziologie. Lutz, J. Wien (1998)

Band 53+

NEMO: Entwicklungsprogramm für ein Nationales Emissionsmonitoring. Bruckner, W., Fischer-Kowalski, M., Jorde, T. (1998)

Band 54+

Was ist Umweltgeschichte? Winiwarter, V. (1998)

Mit + gekennzeichnete Bände sind unter <http://www.uni-klu.ac.at/socec/inhalt/1818.htm> im PDF-Format und in Farbe downloadbar.

Band 55+

Agrarische Produktion als Interaktion von Natur und Gesellschaft: Fallstudie SangSaeng. Grünbüchel, C. M., Schandl, H., Winiwarter, V. (1999)

Band 57+

Colonizing Landscapes: Human Appropriation of Net Primary Production and its Influence on Standing Crop and Biomass Turnover in Austria. Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Loibl, W., Schulz, N. B., Weisz, H. (1999)

Band 58+

Die Beeinflussung des oberirdischen Standing Crop und Turnover in Österreich durch die menschliche Gesellschaft. Erb, K. H. (1999)

Band 59+

Das Leitbild "Nachhaltige Stadt". Astleithner, F. (1999)

Band 60+

Materialflüsse im Krankenhaus, Entwicklung einer Input-Output Methodik. Weisz, B. U. (2001)

Band 61+

Metabolismus der Privathaushalte am Beispiel Österreichs. Hutter, D. (2001)

Band 62+

Der ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels. Erb, K.H., Krausmann, F., Schulz, N. B. (2002)

Band 63+

Material Flow Accounting in Amazonia: A Tool for Sustainable Development. Amann, C., Bruckner, W., Fischer-Kowalski, M., Grünbüchel, C. M. (2002)

Band 64+

Energieflüsse im österreichischen Landwirtschaftssektor 1950-1995, Eine humanökologische Untersuchung. Darge, E. (2002)

Band 65+

Biomasseeinsatz und Landnutzung Österreich 1995-2020. Haberl, H.; Krausmann, F.; Erb, K.H.;Schulz, N. B.; Adensam, H. (2002)

Band 66+

Der Einfluss des Menschen auf die Artenvielfalt. Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion als Pressure-Indikator für den Verlust von Biodiversität. Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Schulz, N. B., Plutzar, C., Erb, K.H., Krausmann, F., Loibl, W., Weisz, H.; Sauberer, N., Pollheimer, M. (2002)

Band 67+

Materialflussrechnung London. Bongardt, B. (2002)

Band 68+

Gesellschaftliche Stickstoffflüsse des österreichischen Landwirtschaftssektors 1950-1995, Eine humanökologische Untersuchung. Gaube, V. (2002)

Band 69+

The transformation of society's natural relations: from the agrarian to the industrial system. Research strategy for an empirically informed approach towards a European Environmental History. Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Schandl, H. (2003)

Band 70+

Long Term Industrial Transformation: A Comparative Study on the Development of Social Metabolism and Land Use in Austria and the United Kingdom 1830-2000. Krausmann, F., Schandl, H., Schulz, N. B. (2003)

Band 72+

Land Use and Socio-economic Metabolism in Pre-industrial Agricultural Systems: Four Nineteenth-century Austrian Villages in Comparison. Krausmann, F. (2008)

Band 73+

Handbook of Physical Accounting Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities MFA – EFA – HANPP. Schandl, H., Grünbüchel, C. M., Haberl, H., Weisz, H. (2004)

Band 74+

Materialflüsse in den USA, Saudi Arabien und der Schweiz. Eisenmenger, N.; Kratochvil, R.; Krausmann, F.; Baart, I.; Colard, A.; Ehgartner, Ch.; Eichinger, M.; Hempel, G.; Lehrner, A.; Müllauer, R.; Nourbakhch-Sabet, R.; Paler, M.; Patsch, B.; Rieder, F.; Schembera, E.; Schieder, W.; Schmiedl, C.; Schwarzmüller, E.; Stadler, W.; Wirl, C.; Zandl, S.; Zika, M. (2005)

Band 75+

Towards a model predicting freight transport from material flows. Fischer-Kowalski, M. (2004)

Band 76+

The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption. Weisz, H., Krausmann, F., Amann, Ch., Eisenmenger, N., Erb, K.H., Hubacek, K., Fischer-Kowalski, M. (2005)

Band 77+

Arbeitszeit und Nachhaltige Entwicklung in Europa: Ausgleich von Produktivitätsgewinn in Zeit statt Geld? Proinger, J. (2005)

Band 78+

Sozial-Ökologische Charakteristika von Agrarsystemen. Ein globaler Überblick und Vergleich. Lauk, C. (2005)

Band 79+

Verbrauchsorientierte Abrechnung von Wasser als Water-Demand-Management-Strategie. Eine Analyse anhand eines Vergleichs zwischen Wien und Barcelona. Machold, P. (2005)

Band 80+

Ecology, Rituals and System-Dynamics. An attempt to model the Socio-Ecological System of Trinket Island. Wildenberg, M. (2005)

Band 81+

Southeast Asia in Transition. Socio-economic transitions, environmental impact and sustainable development. Fischer-Kowalski, M., Schandl, H., Grünbüchel, C., Haas, W., Erb, K.H., Weisz, H., Haberl, H. (2004)

Band 83+

HANPP-relevante Charakteristika von Wanderfeldbau und anderen Langbrachesystemen. Lauk, C. (2006)

Band 84+

Management unternehmerischer Nachhaltigkeit mit Hilfe der Sustainability Balanced Scorecard. Zeitlhofer, M. (2006)

Band 85+

Nicht-nachhaltige Trends in Österreich: Maßnahmenvorschläge zum Ressourceneinsatz. Haberl, H., Jasch, C., Adensam, H., Gaube, V. (2006)

Band 87+

Accounting for raw material equivalents of traded goods. A comparison of input-output approaches in physical, monetary, and mixed units. Weisz, H. (2006)



Band 88+

Vom Materialfluss zum Gütertransport. Eine Analyse anhand der EU15 – Länder (1970-2000).

Rainer, G. (2006)

Band 89+

Nutzen der MFA für das Treibhausgas-Monitoring im Rahmen eines Full Carbon Accounting-Ansatzes; Feasibilitystudie; Endbericht zum Projekt BMLFUW-UW.1.4.18/0046-V/10/2005. Erb, K.-H., Kastner, T., Zandl, S., Weisz, H., Haberl, H., Jonas, M., (2006)

Band 90+

Local Material Flow Analysis in Social Context in Tat Hamelt, Northern Mountain Region, Vietnam. Hobbes, M.; Kleijn, R. (2006)

Band 91+

Auswirkungen des thailändischen logging ban auf die Wälder von Laos. Hirsch, H. (2006)

Band 92+

Human appropriation of net primary production (HANPP) in the Philippines 1910-2003: a socio-ecological analysis. Kastner, T. (2007)

Band 93+

Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen. Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells. Adensam, H., V. Gaube, H. Haberl, J. Lutz, H. Reisinger, J. Breinesberger, A. Colard, B. Aigner, R. Maier, Punz, W. (2007)

Band 94+

The Work of Konstantin G. Gofman and colleagues: An early example of Material Flow Analysis from the Soviet Union. Fischer-Kowalski, M.; Wien (2007)

Band 95+

Partizipative Modellbildung, Akteurs- und Ökosystemanalyse in Agrarintensivregionen; Schlußbericht des deutsch-österreichischen Verbundprojektes. Newig, J., Gaube, V., Berkhoff, K., Kaldrack, K., Kastens, B., Lutz, J., Schlußmeier B., Adensam, H., Haberl, H., Pahl-Wostl, C., Colard, A., Aigner, B., Maier, R., Punz, W.; Wien (2007)

Band 96+

Rekonstruktion der Arbeitszeit in der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert am Beispiel von Theyern in Niederösterreich. Schaschl, E.; Wien (2007)

Band 98+

Local Material Flow Analysis in Social Context at the forest fringe in the Sierra Madre, the Philippines. Hobbes, M., Kleijn, R. (Hrsg); Wien (2007)

Band 99+

Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP) in Spain, 1955-2003: A socio-ecological analysis. Schwarzlmüller, E.; Wien (2008)

Band 100+

Scaling issues in long-term socio-ecological biodiversity research: A review of European cases. Dirnböck, T., Bezák, P., Dullinger S., Haberl, H., Lotze-Campen, H., Mirtl, M., Peterseil, J., Redpath, S., Singh, S., Travis, J., Wijdeven, S.M.J.; Wien (2008)

Band 101+

Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP) in the United Kingdom, 1800-2000: A socio-ecological analysis. Musel, A.; Wien (2008)

Band 102 +

Wie kann Wissenschaft gesellschaftliche Veränderung bewirken? Eine Hommage an Alvin Gouldner, und ein Versuch, mit seinen Mitteln heutige Klima-politik zu verstehen. Fischer-Kowalski, M.; Wien (2008)

Band 103+

Sozialökologische Dimensionen der österreichischen Ernährung – Eine Szenarienanalyse. Lackner, M.; Wien (2008)

Band 104+

Fundamentals of Complex Evolving Systems: A Primer. Weis, E.; Wien (2008)

Band 105+

Umweltpolitische Prozesse aus diskurstheoretischer Perspektive: Eine Analyse des Südtiroler Feinstaubproblems von der Problemkonstruktion bis zur Umsetzung von Regulierungsmaßnahmen. Paler, M.; Wien (2008)

Band 106+

Ein integriertes Modell für Reichraming. Partizipative Entwicklung von Szenarien für die Gemeinde Reichraming (Eisenwurzen) mit Hilfe eines agentenbasierten Landnutzungsmodells. Gaube, V., Kaiser, C., Widenberg, M., Adensam, H., Fleissner, P., Kobler, J., Lutz, J., Smetschka, B., Wolf, A., Richter, A., Haberl, H.; Wien (2008)

Band 107+

Der soziale Metabolismus lokaler Produktionssysteme: Reichraming in der oberösterreichischen Eisenwurzen 1830-2000. Gingrich, S., Krausmann, F.; Wien (2008)

Band 108+

Akteursanalyse zum besseren Verständnis der Entwicklungsoptionen von Bioenergie in Reichraming. Eine sozialökologische Studie. Vrzak, E.; Wien (2008)

Band 109+

Direktvermarktung in Reichraming aus sozial-ökologischer Perspektive. Zeitlhofer, M.; Wien (2008)

Band 110+

CO₂-Bilanz der Tomatenproduktion: Analyse acht verschiedener Produktionssysteme in Österreich, Spanien und Italien. Theurl, M.; Wien (2008)

Band 111+

Die Rolle von Arbeitszeit und Einkommen bei Rebound-Effekten in Dematerialisierungs- und Dekarbonisierungsstrategien. Eine Literaturstudie. Bruckner, M.; Wien (2008)

Band 112+

Von Kommunikation zu materiellen Effekten - Ansatzpunkte für eine sozial-ökologische Lesart von Luhmanns Theorie Sozialer Systeme. Rieder, F.; Wien (2008)

Band 114+

Across a Moving Threshold: energy, carbon and the efficiency of meeting global human development needs. Steinberger, J. K., Roberts, J.T.; Wien (2008)

Band 115

Towards a low carbon society: Setting targets for a reduction of global resource use. Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Steinberger, J.K., Ayres, R.U.; Wien (2010)

Band 116+

Eating the Planet: Feeding and fuelling the world sustainably, fairly and humanely - a scoping study. Erb, K-H., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., Plutzar, C., Steinberger, J.K., Müller, C., Bondeau, A., Waha, K., Pollack, G.; Wien (2009)

Band 117+

Gesellschaftliche Naturverhältnisse: Energiequellen und die globale Transformation des gesellschaftlichen Stoffwechsels. Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2010)

Band 118+

Zurück zur Fläche? Eine Untersuchung der biophysikalischen Ökonomie Brasiliens zwischen 1970 und 2005. Mayer, A.; Wien (2010)

Band 119+

Das nachhaltige Krankenhaus: Erprobungsphase. Weisz, U., Haas, W., Pelikan, J.M., Schmied, H., Himpelmann, M., Purzner, K., Hartl, S., David, H.; Wien (2009)

Band 120+

LOCAL STUDIES MANUAL
A researcher's guide for investigating the social metabolism of local rural systems. Singh, S.J., Ringhofer, L., Haas, W., Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2010)

Band 121+

Sociometabolic regimes in indigenous communities and the crucial role of working time: A comparison of case studies. Fischer-Kowalski, M., Singh, S.J., Ringhofer, L., Grünbühel C.M., Lauk, C., Remesch, A.; Wien (2010)

Band 122+

Klimapolitik im Bereich Gebäude und Raumwärme. Entwicklung, Problemfelder und Instrumente der Länder Österreich, Deutschland und Schweiz. Jöbstl, R.; Wien (2012)

Band 123+

Trends and Developments of the Use of Natural Resources in the European Union. Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Steinberger, J.K., Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Weisz, U.; Wien (2011)

Band 125+

Raw Material Equivalents (RME) of Austria's Trade. Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Krausmann, F., Weisz, H.; Wien (2013)

Band 126+

Masterstudium "Sozial- und Humanökologie": Selbstevaluation 2005-2010. Schmid, M., Mayer A., Miechtner, G.; Wien (2010)

Band 127 +

Bericht des Zentrums für Evaluation und Forschungsberatung (ZEF). Das Masterstudium „Sozial- und Humanökologie“. Mayring, P., Fenzl, T.; Wien (2010)

Band 128+

Die langfristigen Trends der Material- und Energieflüsse in den USA in den Jahren 1850 bis 2005. Gierlinger, S.; Wien (2010)

Band 129+

Die Verzehrssteuer 1829 – 1913 als Grundlage einer umwelthistorischen Untersuchung des Metabolismus der Stadt Wien. Hauer, F.; Wien (2010)

Band 130+

Human Appropriation of Net Primary Production in South Africa, 1961- 2006. A socio-ecological analysis. Niedertscheider, M.; Wien (2011)

Band 131+

The socio-metabolic transition. Long term historical trends and patterns in global material and energy use. Krausmann, F. (Editor); Wien (2011)

Band 132+

„Urlaub am Bauernhof“ oder „Bauernhof ohne Urlaub“? Eine sozial-ökologische Untersuchung der geschlechtsspezifischen Arbeitsteilung und Zeitverwendung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Gemeinde Andelsbuch, Bregenzerwald. Winder, M.; Wien (2011)

Band 133+

Spatial and Socio-economic Drivers of Direct and Indirect Household Energy Consumption in Australia. Wiedenhofer, D.; Wien (2011)

Band 134+

Die Wiener Verzehrssteuer. Auswertung nach einzelnen Steuerposten (1830 – 1913). Hauer, F., Gierlinger, S., Nagele, C., Albrecht, J., Uschmann, T., Martsch, M.; Wien (2012)

Band 135+

Zeit für Veränderung? Über die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung und Zeitverwendung in landwirtschaftlichen Betrieben und deren Auswirkungen auf Landnutzungsveränderungen in der Region „Westlicher Wienerwald“. Eine sozial-ökologische Untersuchung. Madner, V.; Wien (2013)

Band 136+

The Impact of Industrial Grain Fed Livestock Production on Food Security: an extended literature review. Erb, K-H., Mayer, A., Kastner, T., Sallet, K-E., Haberl, H.; Wien (2012)

Band 137+

Human appropriation of net primary production in Africa: Patterns, trajectories, processes and policy implications. Fetzel, T., Niedertscheider, M., Erb, K-H., Gaube, V., Gingrich, S., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., Plutzar, C.; Wien (2012)

Band 138+

VERSCHMUTZT – VERBAUT – VERGESSEN: Eine Umweltgeschichte des Wienflusses von 1780 bis 1910. Pollack, G.; Wien (2013)

Band 139+

Der Fleischverbrauch in Österreich von 1950-2010. Trends und Drivers als Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Willerstorfer, T.; Wien (2013)

Band 141+

Wie das ERP (European Recovery Program) die Entwicklung des alpinen, ländlichen Raumes in Vorarlberg prägte. Groß, R.; Wien (2013)

Band 142+

Exploring local opportunities and barriers for a sustainability transition on a Greek island. Petridis, P., Hickisch, R., Klimek, M., Fischer, R., Fuchs, N., Kostakiotis, G., Wendland, M., Zipperer, M., Fischer-Kowalski, M.; Wien (2013)



Band 143+

Climate Change Mitigation in Latin America: A Mapping of Current Policies, Plans and Programs. Ringhofer, L., Singh, S.J., Smetschka, B.; Wien (2013)

Band 144+

Arbeitszeit und Energieverbrauch: Grundsatzfragen diskutiert an der historischen Entwicklung in Österreich. Weisz, U., Possanner, N.; Wien (2013)

Band 145+

Barrieren und Chancen für die Realisierung nachhaltiger Mobilität. Eine Analyse der Zeitabhängigkeit von Mobilitätsmustern am Beispiel von Krems/Donau. Gross, A.; Wien (2013)

Band 147+

The rise of the semi-periphery: A physical perspective on the global division of labour. Material flow analysis of global trade flows (1970-2005). Loy, C.; Wien (2013)

Band 148+

Historische Energietransitionen im Ländervergleich. Energienutzung, Bevölkerung, Wirtschaftliche Entwicklung. Pallua, I.; Wien (2013)

Band 149+

Socio-Ecological Impacts of Land Grabbing for Nature Conservation on a Pastoral Community: A HANPP-based Case Study in Oloosokwan Village, Northern Tanzania. Bartels, L. E.; Wien (2014)

Band 150+

Teilweise waren Frauen auch Traktorist. Geschlechtliche Arbeitsteilung in landwirtschaftlichen Betrieben Ostdeutschlands heute – Unterschiede in der biologischen und konventionellen Bewirtschaftung. Fehlinger, J.; Wien (2014)

Band 151+

Economy-wide Material Flow Accounting Introduction and guide. Krausmann, F., Weisz, H., Schütz, H., Haas, W., Schaffartzik, A.; Wien (2014)

Band 152+

Large scale societal transitions in the past. The Role of Social Revolutions and the 1970s Syndrome. Fischer-Kowalski, M., Hausknost, D. (Editors); Wien (2014)

Band 153+

Die Anfänge der mineralischen Düngung in Österreich-Ungarn (1848-1914)
Mayrhofer, I.; Wien (2014)

Band 154+

Environmentally Extended Input-Output Analysis
Schaffartzik, A., Sachs, M., Wiedenhofer, D., Eisenmenger, N.; Wien (2014)

Band 155+

Rural Metabolism: Material flows in an Austrian village in 1830 and 2001
Haas, W., Krausmann, F.; Wien (2015)

Band 156+

A proposal for a workable analysis of Energy Return On Investment (EROI) in agroecosystems. Part I: Analytical approach
Tello, E., Galán, E., Cunfer, G., Guzmán-Casado, G.I., Gonzales de Molina, M., Krausmann, F., Gingrich, S., Sacristán, V., Marco, I., Padró, R., Moreno-Delgado, D.; Wien (2015)

Band 157+

Auswirkungen des demographischen Wandels auf die Landwirtschaft und Landnutzung in der LEADER Region Mostviertel-Mitte
Riegler, M.; Wien (2014)

Band 158+

Ökobilanzierung im Zierpflanzenbau. Treibhausgasemissionen der Produktion von Zierpflanzen am Beispiel eines traditionellen Endverkaufsbetriebs in Österreich
Wandl, M. T.; Wien (2015)