

Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion

V1.0



Sarah Wettstein¹, Matthias Stucki¹, Matthias Meier², Peter Schumacher¹, Jürg Buchli¹

¹ Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

² Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Wädenswil, 18.05.2016

Titel: Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion

Projektleitung: Matthias Stucki (matthias.stucki@zhaw.ch)

Autoren: Sarah Wettstein, Peter Schumacher, Jürg Buchli, Matthias Stucki von der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW und Matthias Meier vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt BAFU

Begleitung BAFU: Peter Gerber, Ruth Freiermuth

Haftungsausschluss: Dieser Bericht beruht auf als verlässlich eingeschätzten Quellen. Die Autoren geben keine Garantie bezüglich der Vollständigkeit der aufgeführten Informationen und lehnen eine rechtliche Haftung für Schäden jeglicher Art ab.

Inhaltliche Verantwortung: Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich

Zitierung: Wettstein, S., Stucki, M., Schumacher, P., Meier, M. S., Buchli, J. (2016): Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Wädenswil und Frick

Titelbilder: shutterstock.com

Copyright © 2016

Version: 18.05.2016 15:00:00

ZUSAMMENFASSUNG

Der Konsum von Alkoholika und anderen Genussmitteln trägt neben tierischen Lebensmitteln massgeblich zur Umweltbelastung der Ernährung bei. Im Jahr 2014 war Wein mit 35 Liter pro Kopf und Jahr nach Bier das meist konsumierte alkoholische Getränk. Die Bewirtschaftung von Rebbergen ist mit einem hohen Ressourcen- und Energieverbrauch verbunden sowie mit produktionsbedingten Emissionen in die Luft, in Böden und in Gewässer. Eine Reduktion der Emissionen erfolgte mit der Einführung der Integrierten Produktion (IP). Einen Schritt weiter geht die biologische Produktion mit dem Verbot von chemisch-synthetischen Pestiziden und dem vermehrten Anbau von pilzwiderstandsfähigen (PIWI-)Sorten.

Das Ziel der vorliegenden Studie besteht darin, mit einer Ökobilanz die Umweltauswirkungen der Weinproduktion in der Schweiz mit den beiden erwähnten Produktionssystemen und dem Anbau von PIWI-Sorten zu beurteilen und die wichtigsten Einflussfaktoren hervorzuheben. Zudem wurde eine Biodiversitätsbewertung durchgeführt, um die Auswirkungen unterschiedlicher Produktionssysteme auf die Biodiversität aufzuzeigen.

In den drei Weinbauregionen der Schweiz (Genfer-See-Region, Drei-Seen-Region und Deutschschweiz) wurden auf je vier Bio- und ÖLN-Betrieben und insgesamt 24 Parzellen Datenerhebungen von der Trauben- und Weinproduktion durchgeführt. Zu weiteren 28 Betrieben standen in der «Zentralen Auswertung von Agrarumweltindikatoren» der Agroscope detaillierte Erhebungen zur Verfügung. Für die Biodiversitätsbewertung wurde das Artenverlustpotenzial eines Bio-Betriebs mit dem Szenario verglichen, dass derselbe Betrieb nach ÖLN-Richtlinien bewirtschaftet wird.

Das Treibhauspotential der untersuchten Rot- und Weissweine ab Produktionsstätte liegt bei 0.6 kg CO₂-eq und 1.4 kg CO₂-eq pro Flasche Wein, wobei die Flaschenherstellung (0.3 – 0.5 kg CO₂-eq) und die Traubenproduktion (0.2 – 0.5 kg CO₂-eq) die Hauptbeiträge verursachen, gefolgt von der Infrastruktur und dem Energieverbrauch in der Weinproduktion. Falls die Weinflaschen vom Konsumenten selbst abgeholt werden, kann sich das Treibhauspotential jedoch verdoppeln. Der Anteil der Traubenproduktion am Treibhauspotenzial variiert aufgrund unterschiedlicher Ertragsziele für verschiedene Rebsorten deutlich.

Die Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2013 wird durch die Einträge von kupferhaltigen und synthetischen Pflanzenschutzmitteln im Rebberg dominiert. Wein aus PIWI-Sorten hat aufgrund des tieferen Spritzmittelbedarfs 21 % bis 61 % tiefere Umweltauswirkungen als Wein aus Europäersorten. Die biologische Traubenproduktion weist, wenn die dominante Umweltwirkung von den Kupfereinträgen in den Boden des Rebbergs ausgeblendet wird, im Schnitt tendenziell tiefere

Umweltauswirkungen auf als die ÖLN-Traubenproduktion. Die Unterschiede sind jedoch sehr variabel und hängen stark vom Wirkungsindikator und davon ab, ob PIWI-Sorten angebaut werden oder nicht.

Die Biodiversitätsbewertung weist unter biologischer Bewirtschaftung, sowohl auf eine Hektare Betriebsfläche als auch auf eine Flasche Wein bezogen, ein deutlich geringeres Artenverlustpotenzial auf als unter der angenommenen ÖLN-Bewirtschaftung. Dies zeigt das Potenzial der biologischen Weinproduktion für die Biodiversität auf.

Schweizer Wein ist dann besonders umweltfreundlich, wenn in der Traubenproduktion hohe Erträge bei gleichzeitig tiefen Pflanzenschutzmitteleinträgen erzielt werden, die Rebflächen ein geringes Artenverlustpotenzial aufweisen, der Wein in leichte Flaschen abgefüllt wird und die Distribution auf Konsumentenseite ohne Transporte mit Privatautos erfolgt.

DANK

Ein besonderer Dank gilt den Winzern, welche zur Datenerhebung ihrer Betriebe einwilligten und damit die Durchführung dieser Studie erst ermöglichten. Dem Bundesamt für Umwelt BAFU sei herzlich für die finanzielle Unterstützung des Projekts gedankt. Alain Valsangiacomo und Christine Bosshard von der Agroscope bereicherten das Projekt durch die Bereitstellung der Daten aus der zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) und erlaubten damit eine breitere Abstützung der Ergebnisse.

Ein grosser Dank gebührt ebenfalls allen Kontaktpersonen aus der Industrie, welche die Studie mit Informationen zur Herstellung, zur Zusammensetzung, zu Mengen sowie zum Treibstoff- und Stromverbrauch unterstützten. Namentlich sind dies Benjamin Heiler von Rapid Technic AG, Johannes Krütten von Clemens Technologies, Roger Näf von Kuhn Landmaschinen AG, Peter Kreuzer von FS-Maschinencenter AG und Regula Brast von Felco Suisse, die Angaben zu Treibstoff- und Stromverbrauch von Maschinen und Geräten im Weinbau machten.

Von Andreas Längle von gvz_rossat stammen Detailinformationen zu den Hagelschutznetzen und Drahtspannern. Die Zusammensetzung von Algicin gab Heinz Gerber von Plantosys bekannt und Françoise Devaud von Air Glaciers schilderte das Vorgehen und übermittelte technische Angaben zu den Helikopter-Sprühflügen. Informationen zur Traubenpresse stammen von Philippe Besse von Bucher Vaslin und Johannes Sengl von der Kellereitechnik Sengl-Pridt präziserte Angaben zum Verdampfer. Jérôme Zolle von Romfil GmbH und Max Hiltl von der Max Baldinger AG lieferten Details zum Crossflowfilter und den verwendeten Filtermodulen. Informationen zu Drehverschlüssen wurden von Michael Hänzi von Oenoservice zur Verfügung gestellt. Angaben zu Holzpaletten und Stretchfolie stammen von Herbert Graf von der Holzbau Keyser AG resp. von Rahel Keel vom Model Pack Shop.

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	I
DANK.....	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
2 ZIEL UND UNTERSUCHUNGSRAHMEN	3
2.1 Ziel der Studie.....	3
2.2 Die Ökobilanz-Methode	4
2.3 Systemgrenzen	4
2.4 Funktionelle Einheit.....	5
2.5 Datenerhebung	6
2.6 Andere Datenquellen	7
2.7 Wirkungsabschätzungsmethoden.....	9
3 SACHBILANZ DER BIO- UND ÖLN-TRAUBENPRODUKTION	10
3.1 Traubenproduktion	10
3.2 Modellierung der Stickstoff-Emissionen	20
3.3 Pestizid-Emissionen in landwirtschaftliche Böden.....	26
4 SACHBILANZ DER BIO- UND ÖLN-WEINPRODUKTION	27
4.1 Weinproduktion	27
4.2 Distribution.....	33
5 WIRKUNGSABSCHÄTZUNG DER BIO- UND ÖLN-TRAUBENPRODUKTION.....	35
5.1 BIO-Traubenproduktion	35
5.2 ÖLN-Traubenproduktion	36
5.3 Vergleich BIO- und ÖLN-Traubenproduktion	39
5.4 Sensitivitätsbetrachtung des Kupfer-Eintrags in den Boden.....	41

5.5	Neuerstellung einer Rebanlage.....	43
6	WIRKUNGSABSCHÄTZUNG DER BIO- UND ÖLN-WEINPRODUKTION.....	46
6.1	Treibhauspotenzial von Rotwein.....	46
6.2	Treibhauspotenzial von Weisswein.....	47
6.3	Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit.....	48
6.4	Sensitivitätsbetrachtung des Kupfer-Eintrags in den Boden.....	50
6.5	Auswirkungen auf Gesundheit und Ökosysteme.....	53
6.6	Distribution.....	60
7	FALLSTUDIE BIODIVERSITÄTBEWERTUNG.....	63
7.1	Einleitung.....	63
7.2	Methodisches Vorgehen.....	64
7.3	Resultate Fallbeispiel.....	66
7.4	Diskussion Fallbeispiel.....	67
8	DISKUSSION.....	69
8.1	Datenqualität und Unsicherheiten.....	69
8.2	Literaturvergleich.....	72
8.3	Biodiversität.....	74
8.4	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	74
8.5	Fazit.....	75
	LITERATUR.....	77
	TABELLENVERZEICHNIS.....	81
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	83
	ANHANG.....	85

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Kanton Aargau
Bb	Blauburgunder, rote Europäersorte
BDP	Artenverlustpotenzial (engl. biodiversity depletion potential)
Bio	Biologische Produktion
Ch	Chasselas, weisse Europäersorte
CJ	Cabernet Jura, weisse PIWI-Sorte
CTUe	Comparative Toxic Units for aquatic ecotoxicity
CTUh	Comparative Toxic Units for human toxicity
dt	Dezitonne
EU	Europäersorten
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
FR	Kanton Fribourg
GVE	Grossvieheinheit
J	Johanniter, weisse PIWI-Sorte
MF	Maréchal Foch, rote PIWI-Sorte
MT	Müller-Thurgau, weisse Europäersorte
NE	Kanton Neuenburg
NPK-Dünger	Volldünger, der die Nährelemente Stickstoff (N), Phosphat (P) und Kalium (K) enthält
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
PIWI	Pilzwiderstandsfähige Rebsorten
PM	Particulate Matter (= Feinstaub)
PSM	Pflanzenschutzmittel
S	Solaris, weisse PIWI-Sorte
SaB	Sauvignon Blanc, rote Europäersorte
SeB	Seyval Blanc, weisse PIWI-Sorte
SG	Kanton St. Gallen

Abkürzungsverzeichnis

SH	Kanton Schaffhausen
TG	Kanton Thurgau
VD	Kanton Waadt
ZH	Kanton Zürich

1 EINLEITUNG

Die Ernährung wirkt sich massgeblich auf die Umweltauswirkungen von Schweizer Haushalten aus: 16 % der Treibhausgasemissionen, 17 % des Primärenergiebedarfs und 28 % der Gesamtumweltbelastung (gemäss der Methode der ökologischen Knappheit 2006) werden durch die Ernährung verursacht. Neben Fleisch-, Fisch- und Milchprodukten machen Getränke und Genussmittel – insbesondere Alkoholika und Kaffee – ebenfalls einen erheblichen Anteil an der Gesamtumweltbelastung aus (Jungbluth et al., 2012). Im Jahr 2014 lag der pro-Kopf-Konsum von Wein in der Schweiz bei 35 Litern und war damit nach Bier (ca. 56 Liter) das meist konsumierte alkoholische Getränk¹. Über den gesamten Lebenszyklus von Wein – von der Bewirtschaftung der Rebberge bis zum Konsum – werden Ressourcen verbraucht und Emissionen in die Umwelt abgegeben. Mit einer Ökobilanz werden diese Umweltauswirkungen systematisch quantifiziert. Dadurch wird es möglich, verschiedene Alternativen aus Umweltsicht zu vergleichen und ökologische Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren und quantifizieren.

Verschiedene Studien haben sich bereits mit den Umweltwirkungen von Wein befasst. So wurden beispielsweise die wichtigsten Lebenszyklusphasen von spanischem Rotwein (Gazulla et al., 2010) und von portugiesischem Weisswein (Neto et al., 2013) identifiziert, der ökologische Fussabdruck (m² pro Flasche) von italienischem Wein für einen biologischen und einen konventionellen Traubenanbau bestimmt (Niccolucci et al., 2008) und Optimierungspotenziale im Lebenszyklus eines kanadischen Weins (Point et al., 2012) berechnet.

Für Schweizer Wein liegt noch keine veröffentlichte umfassende Ökobilanzstudie vor und es fehlen Sachbilanzdaten zu wichtigen Prozessen und Produkten im Weinbau und in der Weinherstellung. In einer unveröffentlichten Bachelor-Arbeit wurde für zwei Schweizer Weingüter und ein französisches Weingut eine Ökobilanz des produzierten Weins erstellt (Girardi, 2010). Die Studie berücksichtigt allerdings nur wenige Umweltindikatoren und vernachlässigt die End-of-Life-Phase. Zudem wird keine Unterscheidung zwischen Weintypen vorgenommen. Eine weitere unveröffentlichte Studie stammt von der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW). Sie vergleicht ebenfalls die Ökobilanz von Wein aus der Schweiz mit derjenigen von Wein aus dem Ausland (Deutschland, Libanon und Neuseeland) und wird auf der Webseite des Weinhauses Caduff² vorgestellt. Aus der FHNW-Studie geht hervor, dass die Umweltauswirkungen des Transports im Verhältnis zur Weinproduktion gering sind und die Belastungen der Weinproduktion

¹ Eidgenössische Alkoholverwaltung EAV – Konsum; <http://www.eav.admin.ch/dokumentation/00439/00564/index.html?lang=de>, aufgerufen am 8.9.2015

² Weinhaus Caduff – Die Wein-Ökobilanz; <http://weinhaus-caduff.ch/index.php?id=132>

Einleitung

hauptsächlich von klimatischen Verhältnissen abhängen. Die Autoren folgern, dass Weine aus Übersee somit geringere Umweltbelastungen verursachen können als einheimische Weine. Wie auch in der Arbeit von Girardi wird dabei aber nicht zwischen verschiedenen Weintypen unterschieden. Details zu den berücksichtigten Prozessen sind in keiner der beiden Studien öffentlich zugänglich.

Die Ergebnisse der veröffentlichten Studien aus dem Ausland zeigen, dass der landwirtschaftliche Anbau der Trauben für die Gesamtumweltbelastung des Weins eine zentrale Rolle spielt. Auch die Verpackung ist – je nach betrachtetem Umweltindikator – von Bedeutung. Für Schweizer Wein fehlen bis heute jedoch öffentlich verfügbare Daten zu den Umweltauswirkungen der verschiedenen Lebenszyklusphasen. Solche Daten sind aber eine Grundvoraussetzung, damit die Umweltbelastung der Schweizer Weinproduktion verringert werden kann. Sie sollen nun im Rahmen dieser Studie für verschiedene Weintypen erhoben und anhand einer detaillierten Ökobilanz ausgewertet werden.

2 ZIEL UND UNTERSUCHUNGSRAHMEN

In diesem Kapitel werden die Relevanz und das Ziel der vorliegenden Arbeit dargelegt. Es wird erläutert, mit welchen Methoden vorgegangen wurde, um dieses Ziel zu erreichen.

2.1 ZIEL DER STUDIE

Ziel dieser Studie ist die Erstellung einer Ökobilanz für verschiedene Schweizer Weintypen. Die Studie liefert ein umfassendes Bild der Umweltauswirkungen der Weinproduktion, welches sich auf verschiedene Umweltindikatoren stützt. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus von der Gewinnung der Rohstoffe über den Anbau und die Verarbeitung der Trauben, das Abfüllen und die Distribution bis hin zur Entsorgung der Verpackung berücksichtigt (cradle-to-grave).

In der Studie werden insgesamt vier biologisch (Bio) und vier nach den Anforderungen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) bewirtschaftete Weinbaubetriebe und Kellereien betrachtet, um für beide Produktionssysteme auf spezifische Optimierungspotenziale entlang des Lebenszyklus hinweisen zu können. Die acht ausgewählten Betriebe sind über die wichtigsten Weinbauregionen der Schweiz verteilt. Der Fokus der Studie liegt dabei auf den Unterschieden in der Bewirtschaftung des Rebbergs und in der Kellerei zwischen biologischen und ÖLN-Betrieben. Neben der Gegenüberstellung von roten und weissen Weinen wird zusätzlich der Anbau von Europäersorten mit dem Anbau von pilzwiderstandsfähigen (PIWI-)Rebsorten verglichen. Im Unterschied zu den klassischen Europäersorten sind PIWI-Sorten ursprünglich Kreuzungen zwischen Europäersorten und pilzresistenten amerikanischen Rebsorten³, welche aufgrund ihrer erhöhten Pilzwiderstandsfähigkeit einen geringeren Einsatz von Fungiziden benötigen (Basler & Scherz, 2011).

Die Studie zeigt die Umwelthotspots im Lebenszyklus von Wein und wie die Umweltbelastung durch verschiedene Parameter wie zum Beispiel die Mechanisierung beeinflusst wird. Zudem wird untersucht, wie verschiedene Distributionsvarianten die Umweltbelastung beeinflussen.

In Ökobilanzen werden heute aufgrund methodischer Schwierigkeiten standardmässig landwirtschaftliche Auswirkungen auf die Biodiversität nach wie vor nicht ausgewertet, obwohl diese weitreichende Auswirkungen auf die Biodiversität haben. Im Rahmen dieses Projektes soll anhand eines Fallbeispiels der

³ PIWI International – Internationale Gemeinschaft zur Förderung pilzwiderstandsfähiger Rebsorten, <http://www.piwi-international.de/de>, Abruf am 19.10.2015

Ziel und Untersuchungsrahmen

Einfluss der verschiedenen Produktionssysteme auf die Biodiversität eruiert werden. Hierzu wurde anhand einer vom FiBL entwickelten Life Cycle Impact Assessment-Methode (LCIA) das Artenverlustpotenzial eines biologisch bewirtschafteten Betriebs ermittelt und dieses mit dem Szenario verglichen, wie wenn derselbe Betrieb nach ÖLN-Richtlinien bewirtschaftet würde.

2.2 DIE ÖKOBILANZ-METHODE

Die Beurteilung der Umweltwirkungen der Weinproduktion erfolgt anhand von Ökobilanzen. Die Ökobilanzierung ist eine standardisierte Methode zur Quantifizierung der Umweltauswirkungen von Produkten über deren gesamten Lebenszyklus. Gemäss ISO 14040 erfolgt die Ökobilanzierung in vier Phasen: In einem ersten Schritt werden **Ziel und Untersuchungsrahmen** definiert. Die zweite Phase ist die **Sachbilanzierung**, in der für jeden Prozess innerhalb des betrachteten Systems die Ressourcen- und Energieflüsse sowie die Emissionen und Abfälle quantifiziert werden. In der dritten Phase, der **Wirkungsabschätzung**, werden mit Hilfe der Sachbilanzergebnisse die Umweltwirkungen des Systems beurteilt. Dazu werden die Sachbilanzdaten mit spezifischen Wirkungsindikatoren verknüpft. Für diesen Schritt stehen verschiedene Wirkungsabschätzungsmethoden zur Verfügung (siehe Kapitel 2.7). In der letzten Phase, der **Auswertung**, werden die Ergebnisse interpretiert (International Organization for Standardization (ISO), 2006). In der vorliegenden Studie werden in Kapitel 3 die Sachbilanzierung für die Traubenproduktion und in Kapitel 4 die Sachbilanzierung für die Weinproduktion beschrieben. In Kapitel 5 folgen die Resultate für die ökologische Wirkungsabschätzung.

2.3 SYSTEMGRENZEN

Die Studie umfasst die Traubenproduktion im Rebberg, die Weinproduktion in der Kellerei und die Distribution in den Detailhandel resp. zu den Konsumenten. Folgende Prozesse werden in den erwähnten Produktionsphasen berücksichtigt:

- **Traubenproduktion im Rebberg:** Hierzu werden die Ausbringung von Dünger und Pestiziden, der Einsatz von Maschinen und Geräten und deren Diesel- und Stromverbrauch, die Gebäude, die Hälfte der versiegelten Fläche durch allfällige Zufahrtsstrassen und Parkplätze sowie gegebenenfalls die Bewässerung inkl. der dazu benötigten Infrastruktur berücksichtigt. Weiter wird das für die Neuerstellung der Rebanlage benötigte Material, wie Pfähle, Draht und Hagelschutznetze sowie die Entsorgung des Materials nach Ablauf der Standzeit integriert. Die Transporte durch den Einkauf von Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie der Transport der geernteten Trauben zum Weingut werden der Traubenproduktion angerechnet.

Ziel und Untersuchungsrahmen

- Weinproduktion in der Kellerei:** Diese Phase beinhaltet die eingesetzten Hilfsstoffe und Chemikalien in der Weinproduktion, den Wasserbedarf, die eingesetzten Maschinen und Geräte sowie deren Strom- und Dieserverbrauch. Ebenfalls werden die Produktion der Glasflaschen und das Verpackungsmaterial, die Gebäude und die Hälfte der versiegelten Fläche beim Weingut (die andere Hälfte wird der Traubenproduktion angerechnet) durch allfällige Zufahrtsstrassen und Parkplätze berücksichtigt. Transporte von eingekauften Hilfsstoffen und Chemikalien sowie Fahrten für externe Weinanalysen werden ebenfalls der Weinproduktion angerechnet.
- Distribution:** Die Distribution umfasst den Transport einer Flasche Wein vom Weingut über den Detailhandel oder direkt zum Konsumenten. Dabei werden unterschiedliche Transportmittel berücksichtigt.

Eine schematische Darstellung der Weinproduktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette ist in Abbildung 2-1 gegeben.

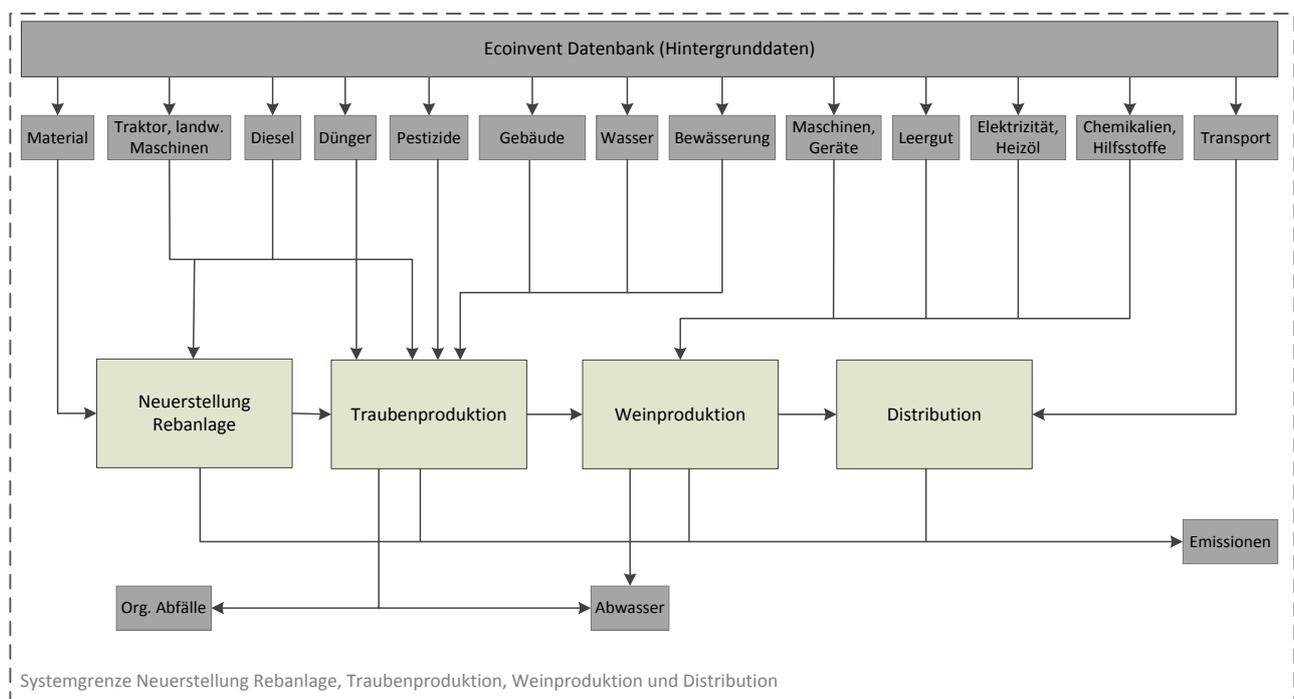


Abbildung 2-1: Schematische Darstellung der Systemgrenzen der Trauben- und Weinproduktion inkl. Distribution

2.4 FUNKTIONELLE EINHEIT

Um die mehrstufige Produktion von Wein abzubilden, werden Funktionelle Einheiten für die Traubenproduktion im Rebberg, die Weinproduktion in der Kellerei und die Distribution definiert. Die funktionelle Einheit für die **Traubenproduktion** ist die Bewirtschaftung von einer Hektare Rebberg während einem Jahr. Daraus resultiert die funktionelle Einheit von einem Kilogramm Trauben. Dies schliesst die

Ziel und Untersuchungsrahmen

Produktion der Trauben auf dem Rebberg sowie den Transport der geernteten Trauben zur Kellerei ein. In der **Weinproduktion** wird die funktionelle Einheit als den in der Kellerei für eine Flasche mit Füllvolumen von 0.75 Liter produzierten und abgefüllten Rot- oder Weisswein definiert. Als funktionelle Einheit der **Distribution** wird der Transport von einer Flasche Rot- oder Weisswein bis zum Konsumenten festgelegt.

2.5 DATENERHEBUNG

Die Vordergrunddaten für diese Studie wurden auf insgesamt vier biologisch wirtschaftenden und vier ÖLN-Betrieben erhoben. Um Antworten auf die Fragestellungen dieser Studie zu finden und die Schweizer Weinproduktion möglichst in ihrer gesamten Breite zu erfassen, wurden für die Betriebsauswahl folgende Kriterien definiert:

- a) Die Betriebe sollen in den verschiedenen Hauptanbaugebieten der Schweiz liegen und damit die unterschiedlichen klimatischen Anbaubedingungen der Schweiz abdecken.
- b) Pro Hauptanbaugebiet sind je ein Bio- und ein ÖLN-Betrieb auszuwählen, die sowohl PIWI- als auch Europäer-Sorten anbauen und möglichst nahe beieinander liegen.
- c) Die Betriebe sollen eine vergleichbare Betriebsgrösse aufweisen.
- d) Die Betriebe keltern den Wein selbst.

Da der Anbau von PIWI-Sorten vor allem auf biologisch bewirtschafteten Betrieben verbreitet ist, wurden, ausgehend von dem am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) vorhandenen Betriebsnetz, Betriebe identifiziert, welche die oben aufgeführten Kriterien erfüllten. Nachdem für jedes Hauptanbaugebiet ein biologischer Betrieb aus dieser Auswahl für die Datenerhebung gewonnen werden konnte, wurde innerhalb der Region des Bio-Betriebes ein ÖLN-Betrieb gesucht, der die oben aufgeführten Kriterien nach Möglichkeit ebenfalls erfüllte.

Da der Anbau von PIWI-Sorten im ÖLN-Anbau und aufgrund der günstigeren klimatischen Bedingungen in der Westschweiz insgesamt weniger verbreitet ist, konnte lediglich für die Nordschweiz ein ÖLN-Betrieb gefunden werden, der sowohl Europäer- als auch PIWI-Sorten anbaut. Tabelle 2-1 gibt eine Übersicht über die Lage und die Rebsorten der untersuchten Parzellen der acht erhobenen Betriebe.

Die Datenerhebungen auf den Betrieben erfolgten mittels Fragebogen-geleiteten Interviews. Aufgrund klimatisch bedingter Einflüsse wie Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Schädlingsdruck können die Erträge von Jahr zu Jahr stark variieren. Um die Betriebe dennoch untereinander vergleichen zu können, ist die Angabe des Referenzjahres für die erhobenen Daten erforderlich. Als Referenzjahr wurde ein Jahr mit durchschnittlichen Erträgen im Weinbau innerhalb der letzten fünf Jahre (2010 – 2014) gewählt, wobei das Referenzjahr zwischen den erhobenen Betrieben aufgrund klimatischer Verhältnisse variieren konnte.

Ziel und Untersuchungsrahmen

Tabelle 2-1: Übersicht der erhobenen Bio- und ÖLN-Betriebe in der Schweiz

Betriebsform	ID	Region		Europäer		PIWI	
				weiss	rot	weiss	rot
Bio	D-CH Bio 1	Deutschschweiz	Norden	Müller-Thurgau	Blauburgunder	Solaris	Cabernet Jura
Bio	D-CH Bio 2	Deutschschweiz	Osten	Müller-Thurgau	Blauburgunder	-	Cabernet Jura
Bio	W-CH Bio 3	Westschweiz	Genfer-See	Chasselas	Blauburgunder	Johanniter	-
Bio	W-CH Bio 4	Westschweiz	Drei-Seen	Chasselas	Blauburgunder	Johanniter	Maréchal Foch
ÖLN	D-CH ÖLN 1	Deutschschweiz	Norden	Müller-Thurgau	Blauburgunder	Seyval Blanc	Maréchal Foch
ÖLN	D-CH ÖLN 2	Deutschschweiz	Osten	Müller-Thurgau	Blauburgunder	-	-
ÖLN	W-CH ÖLN 3	Westschweiz	Genfer-See	Chasselas	Blauburgunder	-	-
ÖLN	W-CH ÖLN 4	Westschweiz	Drei-Seen	Sauvignon Blanc	Blauburgunder	-	-

2.6 ANDERE DATENQUELLEN

Die Hintergrunddaten für die Ökobilanzierung stammen aus der internationalen Datenbank ecoinvent v3.1 (ecoinvent Centre, 2014) mit der Systemvariante 'allocation, recycled content'. Berechnungen der Umweltauswirkungen werden mit der Software SimaPro 8.0 (PRé Consultants, 2013) ausgeführt.

Neben den selbst erhobenen Daten steht eine umfangreiche Datengrundlage von Agroscope über die jährlichen Erhebungen in 28 Betrieben aus den Jahren 2009 bis 2013 zur Plausibilisierung und Erweiterung der eigenen Datenerhebung zur Verfügung⁴. Im Rahmen der zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) werden seit 2009 einzelbetriebliche Datenerhebungen von Weinbaubetrieben durchgeführt. Die ZA-AUI erfasst in erster Linie Daten, welche für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) und im Rahmen der Tierarzneimittelverordnung erhoben werden müssen. Diese Datenerhebungen umfassen derzeit 28 Weinbaubetriebe aus den Kantonen Waadt (VD), Neuchâtel (NE), Fribourg (FR), Thurgau (TG), Schaffhausen (SH), St. Gallen (SG), Aargau (AG) und Zürich (ZH). Die Erhebungen sind für die Jahre 2009 bis 2013 vorhanden und umfassen sowohl biologisch als auch nach IP bewirtschaftete Betriebe.

Basierend auf den Daten für die Jahre 2009 bis 2013 werden in einem ersten Schritt Jahreswerte für zwei unterschiedliche Regionen (Westschweiz und Nordostschweiz) und zwei unterschiedliche Rebsorten für jede Region aggregiert. Die Rebsorten sind Chasselas und Blauburgunder für die Westschweiz sowie Müller-Thurgau und Blauburgunder für die Nordostschweiz. Die Rebsorte ist das wichtigste Kriterium für die Aggregation, da die Erträge von verschiedenen Rebsorten nur begrenzt vergleichbar sind. Zusätzlich werden die beiden Regionen Westschweiz und Nordostschweiz unterschieden. Diese Unterscheidung ist nötig, da nicht alle Rebsorten schweizweit angebaut werden (z. B. Chasselas und Müller-Thurgau). Tabelle 2-2 zeigt eine Übersicht über die Regionen und Rebsorten, welche bei der Aggregation berücksichtigt sind.

⁴ Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI), unveröffentlicht. Agroscope, Kompetenzzentrum AUI, Zürich, Schweiz

Ziel und Untersuchungsrahmen

Tabelle 2-2: Regionen und Rebsorten für die Aggregation

Region	Rebsorte	Anbau
Westschweiz (VD, NE, FR)	alle	ÖLN
	Chasselas	ÖLN
	Blauburgunder	ÖLN
Nordostschweiz (TG, SH, SG, AG, ZH)	alle	ÖLN
	Müller-Thurgau	ÖLN
	Blauburgunder	ÖLN

Die Jahreswerte für die Jahre 2009 bis 2013 werden anschliessend gemittelt und ergeben sechs verschiedene Datensätze als Mittel für die Jahre 2009-2013. Die Aggregation basiert auf einzelnen Schlägen und nicht per Betrieb. Ein Betrieb bearbeitet unterschiedliche Parzellen, welche wiederum in Schläge unterteilt sind. Der Schlag ist die kleinste Fläche, für welche Daten zu Ertrag, Pflegearbeiten und Pestizideinsatz erfasst werden. Schläge mit nicht plausiblen Werten für den Ertrag und Jungreben wurden bei der Aggregation ausgeschlossen. Die Erträge der nach Rebsorte und Region aggregierten Schläge sind in Abbildung 2-2 abgebildet. Für den Anbau nach biologischen Richtlinien sind nur Daten von einem Betrieb verfügbar. Eine repräsentative Aussage ist damit nicht möglich, entsprechend wurde dieser Betrieb ausgeschlossen.

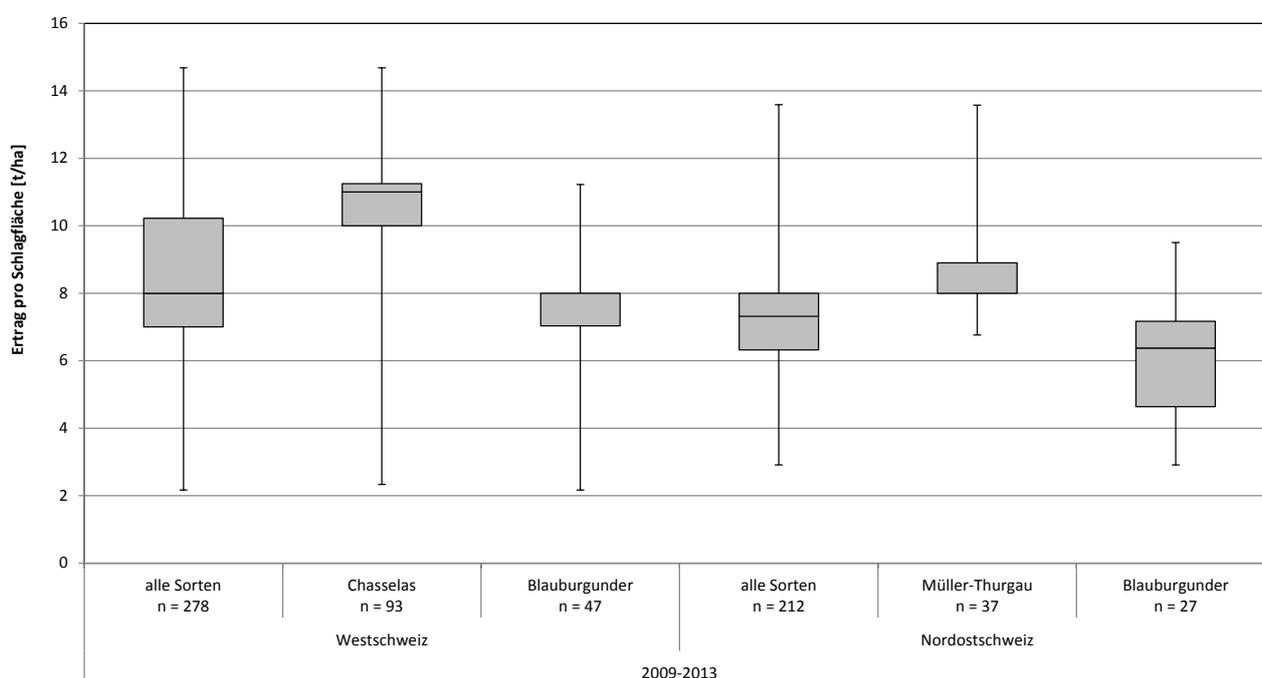


Abbildung 2-2: Ertrag pro Schlagfläche [t/ha] der ZA-AUI, aggregiert nach Rebsorten und Region. n = Anzahl Schläge

Da Daten für die Weinproduktion in den Agroscope-Erhebungen fehlen, wurde für die Weinproduktion aus diesen Trauben die durchschnittliche Weinproduktion der Rotweine resp. Weissweine aus den eigenen Erhebungen übernommen. Dabei wurde eine Ausbeute von 75 % angenommen.

2.7 WIRKUNGSABSCHÄTZUNGSMETHODEN

Die Umweltauswirkungen wurden mit den vom Envifood-Protocol empfohlenen Bewertungsmethoden beurteilt, welche für die Weinproduktion relevant sind. Die gewählten Bewertungsmethoden sind in Tabelle 2-3 beschrieben.

Tabelle 2-3: Wirkungsindikatoren zur Abschätzung der Umweltauswirkungen durch die Schweizer Weinproduktion

Bewertungs- methode	Quelle	Umweltauswirkungen / Midpoints	Beschreibung
IPCC GWP (2013)	(IPCC, 2013)	Treibhauspotenzial	Das Treibhauspotenzial (engl. Global Warming Potential) erfasst alle Emissionen, die zum Klimawandel beitragen. Die potenzielle Klimaauswirkung von allen Treibhausgasen wird mit der Auswirkung von CO ₂ verglichen und als CO ₂ -Äquivalente ausgedrückt.
Methode der ökologischen Knappheit (2013)	(Frischknecht et al., 2013)	Wasser-, Energie- und Mineralienverbrauch, Landnutzung, Treibhauspotenzial, Ozonzerstörung, Luftverschmutzung und Feinstaub, krebserregende Stoffe in Luft, Schwermetalle in Luft, Wasser und Böden, Wasserschadstoffe, POP (persistente org. Schadstoffe) in Wasser, Pestizide in Böden, Verkehrslärm, radioaktive Substanzen in Luft und Wasser, radioaktive und nicht-radioaktive Abfälle	Die Methode gewichtet anhand von Ökofaktoren insgesamt 19 Umweltauswirkungen (Emissionen und Ressourcenverbrauch) und drückt diese in Umweltbelastungspunkten (UBP) aus. Der Ökofaktor eines Stoffes ist abgeleitet vom schweizerischen Umweltschutzgesetz und den politischen Zielen der Schweiz. Je stärker die Emissionen oder der Ressourcenverbrauch eines Produktes die festgelegten Ziele übersteigen, desto grösser wird dessen Ökofaktor resp. desto höher wird die Anzahl Umweltbelastungspunkte (UBP). Da der Eintrag von Kupfer in den Boden in Übereinstimmung mit der schweizerischen Bodenschutzpolitik (persistente Ablagerung) in der Methode der ökologischen Knappheit 2013 als sehr problematisch beurteilt wird (Vorsorgeprinzip), ist der Ökofaktor für Kupfer entsprechend hoch. In anderen Wirkungsabschätzungsmethoden wird Kupfer nicht als kritische Emission eingestuft. Im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung wird mit dem tieferen Ökofaktor für Kupfer als Pflanzenschutzmittel gerechnet (Frischknecht et al., 2013, S. 227). Dieser tiefere Faktor kommt zu einem grossen Teil aufgrund des grösseren Normierungsflusses (Menge Pflanzenschutzmittel) zustande.
ILCD 2011 Midpoint (2011)	(European Comission, 2011)	Klimawandel, Ozonabbau, Humantoxizität, Feinstaub, Smog, ionisierende Strahlung, Versauerung, Eutrophierung, Ökotoxizität, Landnutzung, Ressourcenverbrauch	Der ILCD Midpoint erfasst verschiedene Umweltauswirkungen basierend auf der Empfehlung der Europäischen Kommission. Die Resultate der einzelnen Midpoints werden normalisiert, aber nicht gewichtet oder aggregiert. Unter anderem werden die die human- und ökotoxischen Auswirkungen durch die Ausbringung von Chemikalien in die Umwelt charakterisiert. Die krebserregende Humantoxizität wird in CTU _h /kg (Comparative Toxic Units) angegeben. Dies ist ein Mass für die Mortalitätszunahme in der gesamten Weltbevölkerung durch die Emission von einem Kilogramm der chemischen Substanz. Die Süsswasser-Ökotoxizität wird in CTU _e (Comparative Toxic Units) gemessen. Damit wird das Ausmass des potentiell betroffenen Anteils von Arten über die Zeit pro Kilogramm emittierte Substanz abgeschätzt. Gemäss der ILCD-Empfehlung wurden die Langzeitemissionen nicht berücksichtigt.

Als Ergänzung zu den Wirkungsabschätzungsmethoden der Ökobilanz wurde in einer Fallstudie für einen Betrieb eine Auswertung zur Biodiversität durchgeführt (siehe Kapitel 7 Seite 63).

3 SACHBILANZ DER BIO- UND ÖLN-TRAUBENPRODUKTION

Um die Auswirkungen der biologischen und ÖLN-Traubenproduktion auf die Umwelt abzuschätzen, wurden die in Kapitel 2.3 erwähnten Produktionsphasen berücksichtigt. In den folgenden Kapiteln werden die Sachbilanzen der biologischen und ÖLN-Traubenproduktion erläutert. Die vollständigen Sachbilanzen sind im Anhang in Tabelle A - 1 und Tabelle A - 2 aufgeführt.

3.1 TRAUBENPRODUKTION

Die Tabelle 3-1 gibt eine Übersicht über die biologischen Traubenproduktionen der erhobenen Weinbaubetriebe in der Schweiz. Auf allen vier erhobenen Weinbaubetrieben wurde die rote Europäersorte Blauburgunder angebaut. Im westlichen Teil der Schweiz (VD, BE) wurde die weisse Traubensorte Chasselas und im östlichen Teil (GR, TG) der Schweiz die weisse Traubensorte Müller-Thurgau angebaut. PIWI-Sorten sind vor allem in der Westschweiz, aber auch in der Ostschweiz weniger verbreitet.

Bei jedem Weinbaubetrieb wurden die standort-repräsentativen roten und weissen Traubensorten ausgewählt und deren Erträge in einem repräsentativen Jahr innerhalb der letzten fünf Jahre erhoben. Wenn vorhanden, wurden neben den Europäersorten auch rote und weisse PIWI-Sorten ausgewählt und deren Erträge notiert.

Tabelle 3-1: Merkmale der erhobenen biologisch bewirtschafteten Weinbaubetriebe in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte

	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Referenzjahr	2014		2011		2014*		2012	
Fläche Rebberg [ha]	10 - 20		< 5		> 20		5 - 10	
Remontierungszeit [a]	35		40		40		20-30	
Rote Traubensorte	Blauburgunder	Cabernet Jura	Blauburgunder	Cabernet Jura	Blauburgunder	-	Blauburgunder	Maréchal Foch
Ertrag rote Trauben [kg/ha]	6'750	6'714	6'257	5'200**	8'000		8'000	4'000
Weisse Traubensorte	Müller-Thurgau	Solaris	Müller-Thurgau	-	Chasselas	Johanniter	Chasselas	Johanniter
Ertrag weisse Trauben [kg/ha]	6'750	11'000	8'000	-	10'000	9'000	6'000	8'000

* standardisierte Erträge in den Jahren 2010 bis 2014

** Ertrag von D-CH Bio 1 für Cabernet Jura, da kein Vollertrag von Cabernet Jura im 2011

In Tabelle 3-2 ist eine Übersicht der ÖLN-Traubenproduktionen der erhobenen Weinbaubetriebe in der Schweiz aufgeführt. Auf allen vier erhobenen Weinbaubetrieben wurde die rote Europäersorte Blauburgunder angebaut. Im westlichen Teil der Schweiz (VD, BE) wurden die weissen Traubensorten Chasselas und Sauvignon Blanc angebaut, im östlichen Teil (GR, TG) der Schweiz war die weisse

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Traubensorte Müller-Thurgau vorherrschend. PIWI-Sorten waren selten und wurden nur in D-CH ÖLN 1 angebaut.

Tabelle 3-2: Merkmale der erhobenen ÖLN bewirtschafteten Weinbaubetriebe in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte

	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3		W-CH ÖLN 4	
	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Referenzjahr	2010		2012		2011		2012	
Fläche Rebberg [ha]	5 - 10		5 - 10		10 - 20		< 5	
Remontierungszeit [a]	30-40		30		25-30		30	
Rote Traubensorte	Blauburgunder	Maréchal Foch	Blauburgunder	-	Blauburgunder	-	Blauburgunder	-
Ertrag rote Trauben [kg/ha]	6'753	6'418	5'773	-	5'174	-	7'500	-
Weisse Traubensorte	Müller-Thurgau	Seyval Blanc	Müller-Thurgau	-	Chasselas	-	Sauvignon Blanc	-
Ertrag weisse Trauben [kg/ha]	9'161	6'068	8'738	-	9'919	-	10'000	-

Das Menge-Güte-Gesetz besagt, dass die Qualität des Weins mit abnehmendem Ertragsniveau zunimmt. Das optimale Ertragsniveau hängt dabei von der Sorte, dem Produktionsziel, dem Jahrgang und dem Standort ab. Unter Deutschschweizer Verhältnissen liegt das angestrebte Ertragsniveau meist zwischen 500 bis 1'200 kg pro Hektare. In der Westschweiz werden Ertragsniveaus von 900 kg pro Hektare bei weissen Rebsorten und 700 kg pro Hektare bei roten Rebsorten angestrebt (OCVP - Office Cantonal de la Viticulture et de la Promotion, 2015).

3.1.1 NEUERSTELLUNG REBANLAGE

Jedem Rebberg liegt eine material- und arbeitsintensive Neuerstellung zugrunde, die – je nach Betrieb – nach einer Standzeit von circa 25 – 40 Jahren ansteht. Bei der Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette muss jeder Flasche Wein ein entsprechender Anteil dieser Neuerstellung angerechnet werden. Es wurden drei Datensätze erstellt, welche den unterschiedlichen Materialeinsatz bei der Neuerstellung eines Rebbergs abbilden. Die Endpfähle waren entweder aus Stahl, Beton oder Holz. Dies ergab die drei Datensätze mit Endpfählen aus Stahl ('vineyard, construction, steel poles, ha/CH'), aus Beton ('vineyard, construction, concrete poles, ha/CH') oder aus Holz ('vineyard, construction, wood poles, ha/CH'). Bei der Variante mit Betonpfählen waren die Zeilenpfähle und Stickle aus Stahl. Bei der Variante mit Holzpfählen waren die Zeilenpfähle ebenfalls aus Stahl, die Stickle jedoch aus Holz. Die Dampfdruckimprägnierung der Holzpfähle mit einem chromhaltigen Imprägnierungsmittel wurde berücksichtigt. Die Annahmen zum Materialersatz während einer Standzeit beruhten auf eigenen Schätzungen. Bei Endpfählen, Reihenpfählen und Stickle aus Stahl müssen während der Standzeit eines Rebbergs ca. 5 % ersetzt werden. Bei Betonpfählen sind es schätzungsweise 7.5 % und bei Holzpfählen überdauert nur etwa die Hälfte der Pfähle und Stickle die Standzeit.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Um die Anzahl der verwendeten Rebstöcke, End- und Zeilenpfähle sowie Stickel und die Drahtlänge etc. zu berechnen, wurde bei allen Versionen mit einer Norm-Parzelle von einer Hektare mit 100 m x 100 m, mit 50 Rebzeilen und einem Stockabstand von 1.0 m gerechnet. Je nach Weingut wurden bei der Neuerstellung eines Rebbergs bestimmte Arbeitsschritte, wie die Entfernung der alten Rebstöcke oder die Bodenbearbeitung, durch ein Lohnunternehmen mit einem Landwirtschaftstraktor ausgeführt.

In Tabelle 3-3 sind das verwendete Material, die eingesetzten Maschinen, der Treibstoffverbrauch sowie das jährlich und am Ende der Standzeit anfallende Material zur Entsorgung aufgeführt. Die Standzeit des Rebbergs ist an dieser Stelle nicht eingerechnet.

Tabelle 3-3: Maschineneinsatz, verwendete Materialien und deren Entsorgung für die Neuerstellung einer Hektare Rebberg. Die Angaben gelten für die Errichtung einer Hektare einer genormten Rebparzelle von 100 x 100 m mit 50 Rebzeilen und einem Stockabstand von 1.0 m.

pro ha und Erstellung		Neuerstellung mit Stahlpfählen, ha/CH	Neuerstellung mit Betonpfählen, ha/CH	Neuerstellung mit Holzpfählen, ha/CH
Anzahl Rebstöcke	#	5'000	5'000	5'000
Draht	kg	625	625	625
Stahlpfähle, Stickel, Anker, Drahtspanner	kg	7'006	6'220	3'770
Betonpfähle	m ³	0	4.21	0
Holzpfähle	m ³	0	0	3.61
Dieserverbrauch	MJ	5'966	5'966	5'966
Schmalspurtraktor	kg	1.5	1.5	1.5
Landwirtschaftstraktor	kg	9.6	9.6	9.6
Anhänger und landw. Geräte	kg	4.1	4.1	4.1
Transport mit Traktor und Anhänger	tkm	20.3	18.7	13.8
Transport mit Lieferwagen	tkm	101	93	69
Recycling von Stahl	kg	7'631	6'845	4'395
Entsorgung von Biomasse	kg	2'500	2'500	2'500
Entsorgung von Beton	kg	0	8'421	0
Entsorgung von Holz, in KVA	kg	0	0	2'744

Die Anrechnung eines Anteils der Neuerstellung an jede Flasche Wein basiert auf der durchschnittlichen Standzeit des Rebbergs (von der Pflanzung bis zur Rodung) inklusive der Anzahl Jahre bis zum ersten Vollertrag (Aufbau der Reben). Sowohl die Standzeit als auch die Anzahl Jahre bis zum ersten Vollertrag waren betriebsspezifisch und variierten zwischen 25 und 40 Jahren Standzeit und einer Dauer von vier oder fünf Jahren bis zum ersten Vollertrag. Es wurde angenommen, dass die Anzahl Jahre bis zum ersten Vollertrag einem Jahr mit Vollertrag entsprechen. Betrug die durchschnittliche Standzeit eines Rebbergs beispielsweise 30 Jahre und der erste Vollertrag konnte im fünften Standjahr geerntet werden, so wurde mit einer korrigierten Standzeit von 27 (30-4+1) Jahren gerechnet.

3.1.2 DÜNGER

Im biologisch bewirtschafteten Weinbau wurden während der Traubenkultivierung teilweise organische Dünger wie Mist-Kompost und Kieserit ausgebracht. Tresterreste wurden auf allen Bio-Betrieben in den Rebberg zurückgeführt. Zudem diente das liegengelassene Schnittgut nach dem Mähen und Mulchen als Nährstofflieferant. Auf den Weingütern W-CH Bio 2 und D-CH Bio 4 wurden die Reben nicht gedüngt. Auf

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

D-CH Bio 1 wurde der Blattdünger Algicin und auf W-CH Bio 3 Mistkompost und Kieserit ausgebracht. Die mit diesen Düngern ausgebrachten Nährstoffe sind in Tabelle 3-4 dargestellt.

Tabelle 3-4: Durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen durch organische Dünger in der biologischen Traubenproduktion für die erhobenen Weinbaubetriebe

Dünger	Nährstoffe	Einheit	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
			EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Algicin		L/ha	3.0							
	Algenextrakt	kg/ha	0.336							
	Rindenextrakt	kg/ha	0.336							
	Siliziumoxid	kg/ha	0.034							
Mistkompost		t/ha					9.643	9.643		
	Stickstoff	kg/ha					67.5	67.5		
Kieserit										
	Magnesiumoxid	kg/ha					18.8	18.8		
	Schwefeltrioxid	kg/ha					37.5	37.5		

In den ÖLN bewirtschafteten Rebbergen wurden mineralische Dünger wie NPK-Dünger, Mg-Ammonsalpeter, Vignal und Goemar Start ausgebracht. Die mit diesen mineralischen Düngern ausgebrachten Nährstoffe sind in Tabelle 3-5 aufgelistet.

Tabelle 3-5: Durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen durch mineralische Dünger in der ÖLN-Traubenproduktion für die erhobenen Weinbaubetriebe

Nährstoffe	Einheit	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4
		EU	PIWI	EU	EU	EU
N	kg/ha	28.1	28.1		18.0	-
P als P ₂ O ₅	kg/ha	6.1	6.1		-	-
K als K ₂ O	kg/ha	25.0	25.0		39.6	-
S	kg/ha	16.1	16.1		21.6	-
Mg	kg/ha	10.4	10.4		5.4	0.172
Schwefeltrioxid (SO ₃)	kg/ha	-	-	11.25	-	0.352
Bor	kg/ha	-	-		-	0.103
Molybdän	kg/ha	-	-		-	0.001
Magnesiumoxid (MgO)	kg/ha	-	-	5.63	-	-

3.1.3 PESTIZIDE

Im biologisch bewirtschafteten Weinbau sind nur wenige Pestizide erlaubt, darunter fallen kupfer- und schwefelhaltige Spritzmittel wie z. B. Kocide Opti und Solfovit. Synthetische Pestizide wurden im Bio-Weinbau nicht eingesetzt. In Tabelle 3-6 sind die mit den Pflanzenschutzmitteln ausgebrachten aktiven Wirkstoffmengen der erhobenen Bio-Weinbaubetriebe aufgeführt.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-6: Ausgebrachte aktive Wirkstoffmengen in der biologischen Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe

Pflanzenschutz- mittel	Aktiver Wirkstoff [kg/ha] od. [L/ha]	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
		EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Algicin	Algenextrakt	0.3	0						
	Rindenextrakt	0.3	0						
	Siliziumoxid	0.0	0						
Kocide Opti	Kupfer	1.78		3.59	2.16	0.8	0.16	0.96	
Myco-Sin	Aluminiumsulfat			22.75				12.68	
Solfovite	Netzschwefel	16.32		16.0	4.8	21.6	0.8	32.64	
Stäubeschwefel	Schwefel							10.0	10.0

In der ÖLN-Produktion wurde eine Bandbreite von synthetischen Fungiziden und Herbiziden ausgebracht. Die Mengen der ausgebrachten aktiven Wirkstoffe dieser Präparate sind in Tabelle 3-7 aufgelistet. Auf dem Weingut W-CH ÖLN 4 wurde eine mit Europäersorten bepflanzte Parzelle mit dem Helikopter (in der Tabelle als «EU, Helikopter» bezeichnet) durch Air Glaciers gespritzt. Diese Parzelle war bei Air Glaciers für Fungizid-Spritzungen angemeldet und wurde nach eigenem Regime zusammen mit Flächen anderer Winzer gespritzt. Die Helikopter-Spritzungen wurden von Anfang Juni bis Anfang August durchgeführt. Vor und nach diesen Spritzungen wurde die Fläche durch den Winzer mit den gleichen Präparaten und Mengen behandelt wie Parzellen, die nicht mit dem Helikopter gespritzt wurden.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-7: Ausgebrachte Präparate und aktive Wirkstoffmengen in der ÖLN-Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe

Präparate	Aktive Wirkstoffe [kg/ha]	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4	
		EU	PIWI	EU	EU	EU	EU, Helikopter
Fungizide							
Gazelle	Acetamiprid	0.16			0.06		
Cyrano, Profiler	Aluminiumfosethyl	4.40		4.60	1.60	4.43	3.47
Quadris Max	Azoxystrobin			0.22	0.21		
Cantus	Boscalid	0.61	1.07				
Bravo 500, Vinipur Prior	Chlorothalonil	2.40	2.40				1.80
Mildicut	Cyazofamid				0.10		
Dynali	Cyflufenamid			0.01	0.02		0.02
Bacchus, Cyrano	Cymoxanil	0.35		0.37	0.30	0.18	0.19
Switch	Cyprodinil	0.45	0.45	0.45		0.45	
Dynali, Slik	Difenoconazol			0.11	0.10		0.07
Teldor	Fenhexamid					0.77	0.77
Astor	Fenpropidin	0.30					
Mapro	Fluazinam	0.40	0.40				
Switch	Fludioxonil	0.30	0.30	0.30		0.30	
Profiler	Fluopicolide					0.14	0.07
Moon Privilege	Fluopyram			0.25			
Cuprosan, Cyrano, Folpet, Melody Comby, Pergado, Ridomil Vino	Folpet	13.53	8.40	9.79	7.14	9.65	5.99
Melody Comby	Iprovalicarb	0.16				0.22	0.22
Amaline Flow, Bacchus	Kupfer	0.75			1.66		0.75
Kocide Opti	Kupferhydroxid				0.30	1.13	0.30
Cupravit Blau	Kupferhydroxidcalciumc hlorid						0.35
Cuprosan, Cupravit Blau, Cuprofix Fluid, Cuprofix Pulver	Kupferoxychlorid	1.58		0.86			
Pergado	Mandidpropamid	0.32		0.31		0.15	
Ridomil Vino	Metalaxyl M	0.20		0.19	0.29		0.13
Vivando	Metrafenone			0.24	0.16		
Noidio Gold, Topas Vino	Penconazol	0.15					0.05
Talendo	Proquinazid			0.08			
Parexan, Pyrethrum	Pyrethrin	0.09					
Legend	Quinoxifen				0.08	0.08	
Solfovite, Thiovit Jet	Schwefel	7.52	3.84	5.60	12.8		4.0
Parexan, Pyrethrum	Sesamöl als Wirkungsverstärker	0.36					
Audienz	Spinosad	0.09		0.09			
Prosper	Spiroxamin	1.00			0.40	2.95	2.80
Flint	Trifloxystrobin	0.15		0.20	0.20	0.22	0.05
Amaline Flow	Zoxamid	0.11			0.11		0.11
Herbizide							
Basta	Glufosinat	0.50	0.50		0.68	0.68	0.68
Roundup	Glyphosat	1.80	1.80	1.80	3.60	1.08	1.08

3.1.4 TRANSPORTE, FAHRZEUGE UND LANDWIRTSCHAFTLICHE MASCHINEN

Transportdistanzen fielen im Weinbau durch den Transport von Dünger und Pestiziden entweder mit einem Lieferwagen oder einem Personenwagen vom Regionallager zum Weingut und durch den Transport der

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

geernteten Trauben mit Traktor und Anhänger vom Rebberg zur Kellerei an. Für Handarbeiten wurde zusätzlich ein Personentransport für die Distanz von der Kellerei zum Rebberg eingerechnet. Für den Traubentransport und den Einkauf von Dünger und Pestiziden wurde jeweils mit einer Fahrt pro Jahr gerechnet. In Tabelle 3-8 sind die Transportdistanzen für die biologische Weinproduktion nach Transportgrund aufgeführt.

Tabelle 3-8: Transportdistanzen [km] der erhobenen Bio-Weinbetriebe

Transportdistanzen [km] von / zu	Transportmittel	D-CH Bio 1	D-CH Bio 2	W-CH Bio 3	W-CH Bio 4
Traubentransport	Traktor und Anhänger	2.0	1.0	2.0	1.0
Dünger und Pestizide	Lieferwagen oder Pkw	2.2	5.3	5.0* / 9.8**	11.0

* Mistkompost vom Nachbar

** Dünger vom Regionallager

In Tabelle 3-9 sind die Transportdistanzen für die ÖLN-Weinproduktion nach Transportgrund aufgeführt.

Tabelle 3-9: Transportdistanzen [km] der erhobenen ÖLN-Weinbetriebe

Transportdistanzen [km] von / zu	Transportmittel	D-CH ÖLN 1	D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4
Traubentransport	Traktor und Anhänger	1.0	0.5	2.0	0.5
Dünger und Pestizide	Lieferwagen	2.7	6.1	11.1	11.0

3.1.5 MASCHINENEINSATZ

In der betrieblichen Datenaufnahme wurden für die einzelnen Rebsorten die Anzahl der jährlich anfallenden Arbeitsschritte und Maschinendurchgänge erhoben. Saisonale Arbeiten im Weinbau wie schneiden, heften oder Trauben lesen wurden meistens von Hand, allenfalls mit Unterstützung von elektrischen Rebscheren oder Bindegeräten, ausgeführt. Rebholz hacken, entlauben, mähen, mulchen und spritzen wurden entweder mit einem Schmalspurtraktor und den jeweils angehängten Maschinen oder mit selbstfahrenden Maschinen ausgeführt. Einzelne Winzer verfügten über keinen Schmalspurtraktor. Stattdessen wurden die Maschinengänge mit selbstfahrenden Raupenfahrzeugen (Fischer Minitrac) hinterhergehend ausgeführt.

Der Einsatz von Landwirtschaftstraktoren, Schmalspurtraktoren, Raupenfahrzeugen und selbstfahrenden Aufsitzsprühergeräten (Fischer Turbomobil) wurde berücksichtigt, indem der Datensatz für einen Traktor aus ecoinvent ('tractor, 4-wheel, agricultural {CH} production') durch das Gewicht eines Landwirtschaftstraktors (ca. 4'400 kg)⁵, respektive durch das Gewicht eines Schmalspurtraktors (ca.

⁵ Deutz-Fahr – Traktoren; <http://www.deutz-fahr.com/de-CH/produkte/traktoren/959-serie-6>, aufgerufen am 02.06.2015

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

2'700 kg)⁶ angepasst wurde. Die Nutzungsdauer von 10'000 h wurde von Gazzarin (2014) übernommen. Der Datensatz für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte ('agricultural trailer {CH}| production') wurde analog durch das Gewicht der eingesetzten Maschinen und Geräte (gemäss Herstellerangaben oder abgeschätzt) und einer Nutzungsdauer von 1'200 h gemässecoinvent angepasst.

Der Treibstoffverbrauch durch den Maschineneinsatz im Rebberg wurde für die verschiedenen Bewirtschaftungsschritte aus Angaben zu gemessenen Treibstoffverbräuchen in der Literatur und aus Ackerbauprozessen inecoinvent abgeleitet. Die in der Bilanzierung verwendeten Treibstoffverbräuche sind in Tabelle 3-10 zusammengefasst. Für alle Betriebe wurde angenommen, dass die Rebparzellen einen Kilometer vom Betrieb entfernt sind. Entsprechend ist in allen Verbrauchsangaben eine Transportdistanz von zwei Kilometern berücksichtigt (Hin- und Rückfahrt). Die betriebsspezifischen Angaben zur Anzahl Maschinengänge wurden mit den entsprechenden Verbrauchswerten pro Hektare aus Tabelle 3-10 multipliziert, um den gesamten Treibstoffverbrauch eines bestimmten Maschineneinsatzes pro Hektare und Jahr zu berechnen. Das Ausbringen von Kompost sowie der Abtransport der Ernte vom Rebberg zum Betrieb wurden über die ausgebrachte Kompostmenge bzw. die geerntete Traubenmenge multipliziert mit dem Treibstoffverbrauch pro Tonne Kompost ausbringen bzw. pro tkm für die Trauben berechnet.

⁶ New Holland – Traktoren; http://agriculture.newholland.com/austria/de/Products/Tractors/T4V/Pages/T4.65V_modelversion.aspx, aufgerufen am 02.06.2015

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-10: Angenommener Treibstoffverbrauch für die auf den Betrieben durchgeführten Maschinengänge

Maschine / Prozess	Verbrauch	Einheit	Quelle/Annahmen
Aufsitzsprühgerät Fischer Turbomobil	2.9	kg Benzin/ha	Eigene Abschätzung / FAT Berichte 382, 1990: 3.9 l/h, 4 km/h --> 1.275 h/ha
Einachser	3.1	kg Benzin/ha	ecoinvent: Mowing, by motor mower {CH} processing Alloc Rec, U
Kleinmäher	3.1	kg Benzin/ha	ecoinvent: Mowing, by motor mower {CH} processing Alloc Rec, U
Raupenfahrzeug Fischer Mintrac mit Sprühgerät	2.9	kg Benzin/ha	Abgeleitet aus FAT Berichte 382, 1990: 2.3 l/h, 4 km/h --> 1.275 h/ha
Traktor mit Anhänger (für Traubentransport)	0.0436	kg Diesel/tkm	ecoinvent: Transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U
Traktor mit Bodenfräse	27.0	kg Diesel/ha	Berechnung FiBL aus Projekt KLINE AG
Traktor mit Düngerstreuer	5.3	kg Diesel/ha	ecoinvent: Fertilising, by broadcaster {CH} processing Alloc Rec, U
Traktor mit Grubber	15.5	kg Diesel/ha	ecoinvent: Tillage, cultivating, chiselling {CH} processing Alloc Rec, U
Traktor mit Kultivator	14.1	kg Diesel/ha	ecoinvent: Tillage, rotary cultivator {CH} processing Alloc Rec, U
Traktor mit Laubschneider	5.3	kg Diesel/ha	Geyrhofer (2013)
Traktor mit Kompoststreuer	0.000531	kg Diesel/t Mist	ecoinvent: Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader {CH} processing Alloc Rec, U
Traktor mit Mulcher	13.4	kg Diesel/ha	Geyrhofer (2013)
Traktor mit Pfahlramme	9.3	kg Diesel/ha	www.oekl.at/wp-content/uploads/2010/.../RW-2014-3-Kraftstoffverbrauch.pdf ; Auslastung: gering; 40 kW; 2.6 l/h
Traktor mit Pflanzlochbohrer	18.8	kg Diesel/ha	www.oekl.at/wp-content/uploads/2010/.../RW-2014-3-Kraftstoffverbrauch.pdf ; Auslastung: mittel; 40 kW; 5.3 l/h
Traktor mit Spatenmaschine	13.8	kg Diesel/ha	Geyrhofer (2013)
Traktor mit Stockräumgerät	9.4	kg Diesel/ha	Geyrhofer (2013)

Wie oben erwähnt, wurden einige Arbeiten im Weinbau von Hand ausgeführt, wobei handbetriebene elektrische Geräte wie Rebscheren oder benzinbetriebene Maschinen wie Rückenmäher zum Einsatz kamen. In der Ökobilanz werden Handarbeiten nicht berücksichtigt, da ihnen keine Emissionen anlasten. Eingerechnet wurden jedoch die Produktion und der Betrieb der handbetriebenen Geräte und Maschinen sowie die Fahrten mit Personenfahrzeugen, die notwendig waren, um die Arbeiter zum Rebberg und zurück zu befördern. Wenn nicht genauer bekannt, wurden pro Rebberg drei Arbeiter à 8.5 h pro Arbeitstag eingerechnet.

3.1.6 TREIBSTOFFE UND ELEKTRIZITÄT

Angaben zum Verbrauch von Diesel, Benzin und Strom konnten nur gesamtbetrieblich genannt werden. Von Weingut zu Weingut variierte der Maschineneinsatz für die Bewirtschaftung von Rebflächen, aber auch innerhalb der Weingüter wies die Bewirtschaftung von Europäer- und PIWI-Sorten grosse Unterschiede bezüglich des Maschineneinsatzes auf. Daher wurde der Verbrauch von Diesel und Benzin für jeden Weinbetrieb anhand des individuellen Maschineneinsatzes und den herstellereigenen Angaben zum Treibstoffverbrauch von Schmalspurtraktoren, selbstfahrenden Aufsitzsprühgeräten (Turbomobil) und Autos berechnet (Tabelle 3-11 und Tabelle 3-12). Der Stromverbrauch von elektrisch betriebenen Handgeräten (Rebscheren) wurde analog berechnet. Um die Emissionen aus der Verbrennung von Benzin

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

im Motor abbilden zu können, wurde der Benzinverbrauch auf Basis des Heizwertes von Benzin (42.1 MJ/kg) in Dieseläquivalente umgerechnet.

Tabelle 3-11: Verbrauch an Treibstoff und Elektrizität der erhobenen Bio-Weinbetriebe (ohne Traubentransport)

Treibstoffe und Elektrizität	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Anzahl Durchgänge für Pflege pro ha und Jahr	18.5	8.5	10.5	10.5	14	14	2.5	2.5
Anzahl Durchgänge für Pflanzenschutz pro ha und Jahr	10	0	10	3	9	2	11*	0
Diesel [kg/ha]	132.1	92.9	181.5	126.4	196.9	141.9	0.9	0.3
Benzin [kg/ha]	14.6	0	0	0	0	0	36.5	3.6
Strom [kWh/ha]	4.1	4.1	4.1	4.1	0	0	4.1	4.1

* Spritzungen werden zu Fuss durchgeführt

Eine Parzelle des Weinguts W-CH ÖLN 4 wurde, wie bereits erwähnt, mit dem Helikopter durch Air Glaciers gespritzt. Der Kerosinverbrauch des Helikopters setzt sich zusammen aus dem Verbrauch während des Flugs und dem Verbrauch während eines LTO-Zyklus (Landing-and-Take-Over = abheben – drehen – landen). Die spezifischen Kerosinverbrauchsdaten für den Helikopter Aérospatiale SA 315B Lama, angetrieben von einer Gasturbine Turboméca Artouste IIB, der gemäss Air Glaciers⁷ für Spritzflüge eingesetzt wird, wurden Rindlisbacher (2009) entnommen.

Tabelle 3-12: Verbrauch an Treibstoff und Elektrizität der erhobenen ÖLN-Weinbetriebe (ohne Traubentransport)

Treibstoffe und Elektrizität	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4	
	EU	PIWI	EU	EU	EU	EU Helikopter
Anzahl Durchgänge für Pflege pro ha und Jahr	16	15.5	12.3	8.5	16	18
Anzahl Durchgänge für Pflanzenschutz pro ha und Jahr	17	11	6	7	9	3 / (5)*
Diesel [kg/ha]	245.5	195.6	182.3	80.4	0.4	0.3
Benzin [kg/ha]	0	0	0	30.8	60.4	33.1
Strom [kWh/ha]	4.1	4.1	4.1	4.1	4.9	4.9
Kerosin [kg/ha]	0	0	0	0	0	9.0**

* 5 Spritzungen durch Helikopter

** Kerosinverbrauch des Flugs und des LTO-Zyklus (abheben – drehen – landen) berücksichtigt

3.1.7 WASSERVERBRAUCH UND BEWÄSSERUNG

Der Wasserverbrauch setzt sich zusammen aus dem Wasser, das zur Herstellung der Spritzbrühen eingesetzt wurde, und aus dem Wasser zur Bewässerung. Der Wasserverbrauch für die Herstellung der Spritzbrühen wurde mittels der Anzahl Durchgänge und der im Zielsortiment für Pflanzenbehandlungsmittel im Obst- und Weinbau (Fenaco, 2015) empfohlenen Verdünnung der Pflanzenschutzmittel pro Hektare und Jahr berechnet. Tabelle 3-13 und Tabelle 3-14 führen den

⁷ Ökobilanzstudie von Air Glaciers, zugestellt von Françoise Devaud am 12.8.2015

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Wasserverbrauch der erhobenen Bio- und ÖLN-Weinbetriebe auf. Auf dem Weingut W-CH Bio 4 werden die Parzellen mit Seewasser bewässert.

Tabelle 3-13: Wasserverbrauch für Spritzbrühen und Bewässerung in der biologischen Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe

Wasser	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Verdünnung Pestizide [kg/ha]	5'829	0	4'500	1'500	14'400	3'200	3'850	0
Bewässerung [m ³ /ha]	-	-	-	-	-	-	117*	117**

* Bewässerung alle drei Jahre

** Bewässerung alle drei Jahre, nur Maréchal Foch; Johanniter wird nicht bewässert

Auf dem Weingut D-CH ÖLN 2 wurde nur eine der erhobenen Parzellen ca. alle drei Jahre bewässert. Dabei wurde nicht die ganze Parzelle, sondern jeweils nur ca. ein Drittel der Fläche mit 10 L pro Rebstock bewässert. Diese Angaben wurden in der Berechnung des Wasserverbrauchs durch die Bewässerung berücksichtigt. Das Wasser zur Bewässerung stammt aus dem öffentlichen Leitungsnetz.

Tabelle 3-14: Wasserverbrauch für Spritzbrühen und Bewässerung in der ÖLN-Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe

Wasser	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4	
	EU	PIWI	EU	EU bewässert	EU	EU	EU Helikopter
Verdünnung Pestizide [kg/ha]	7'100	3'000	14'600	14'600	13'800	11'200	2'900
Bewässerung [kg/ha]	-	-	-	16'700	-	-	-

3.2 MODELLIERUNG DER STICKSTOFF-EMISSIONEN

Ein Kernproblem der Modellierung reaktiver Stickstoffemissionen aus der Anwendung von Düngern innerhalb von Ökobilanzinventaren ist zum einen, dass die Wirkungsweise von organischen Düngern zu wenig berücksichtigt wird (Meier et al. 2012), da Stickstoffflüsse in und aus dem Boden-C-N-Pool in den üblicherweise verwendeten Modellen nicht betrachtet werden. Zum anderen führt die getrennte Modellierung der Ammoniak- und Stickoxid-, der Lachgas- sowie der Nitratemissionen mit verschiedenen unabhängigen Modellen dazu, dass die modellierte Stickstoffmenge stark vom tatsächlichen Stickstoffüberschuss in einem landwirtschaftlichen Produktionssystem abweichen kann (Meier et al. 2014). In der Tendenz scheinen insbesondere Nitratmodellierungen die Nitratemissionen bei organischer Düngung zu überschätzen. Bei der Anwendung von Kunstdünger werden sie dagegen tendenziell eher unterschätzt, weil die Nitratmodelle den aus dem Boden mineralisierten Stickstoff, der gegebenenfalls neben der Kunstdüngergabe für das Pflanzenwachstum notwendig ist, in der Regel nicht berücksichtigen.

3.2.1 DIREKTE LACHGASEMISSIONEN

In dem von Meier et al. (2012; 2014) vorgeschlagenen Modell zur Berechnung der Stickstoffemissionen aus der Düngieranwendung werden bei organischem Dünger der mineralisch vorliegende Stickstoff und der organisch gebundene Stickstoff getrennt betrachtet. Der mineralisch vorliegende Stickstoff wird wie Mineraldünger behandelt und entsprechend den direkten Lachgasemissionen von diesem Anteil berechnet. Vom organisch gebundenen Stickstoff wird angenommen, dass er in den Boden-C-N-Pool wandert. Ebenso wird der Stickstoff in den ober- und unterirdischen Ernterückständen dem Boden-C-N-Pool angerechnet. Das Modell schätzt dann aufgrund der angegebenen Erntemenge den in der Gesamtbiomasse der Kulturpflanze eingebauten Stickstoff ab und berechnet unter Berücksichtigung des mineralischen Stickstoffanteils im Dünger und der auftretenden Stickstoffverluste, wie viel Stickstoff aus dem Boden-C-N-Pool für das Pflanzenwachstum notwendig ist. Dieser sogenannte management-induzierte mineralisierte Stickstoff aus dem Boden-C-N-Pool wird gemäss dem Kohlenstoffbilanzierungsmodell von Brock et al. (2012) berechnet.

Der gesamte Umsatz des Boden-C-N-Pools wird durch den Anbau einer bestimmten Kultur induziert. Neben dem management-induzierten mineralischen Stickstoff beinhaltet der Boden-C-N-Pool auch den Stickstoff, der über Abbauprozesse der Ernterückstände in den Folgejahren mineralisiert wird. Von diesem gesamten Umsatz werden über denselben Emissionsfaktor wie für den mineralischen Stickstoff die direkten Lachgasemissionen bestimmt.

3.2.2 INDIREKTE LACHGASEMISSIONEN

Die indirekten Lachgasemissionen werden aus den Ammoniakemissionen, welche über die Emissionsfaktoren aus dem Agrammon-Modell für unterschiedliche Dünger abgeschätzt werden, sowie aus den kurzfristigen Nitratemissionen (während der Kultivierungsdauer) und den langfristigen Nitratemissionen (entstehen in den Folgejahren aus den Ernterückständen), abgeschätzt. Da Nitratemissionen auch mit komplexen Modellen schwer zu modellieren sind (Pedersen et al., 2007), werden die kurzfristigen Nitratemissionen im vorliegenden Modell über den Stickstoffüberschuss aus der Stickstoffbilanz der Pflanze abzüglich der direkten Lachgas-, der Ammoniak- und der Stickoxidemissionen abgeschätzt. Die langfristigen Nitratemissionen aus den Ernterückständen werden über den IPCC-Faktor für Auswaschung aus organischem Dünger abgeschätzt (IPCC, 2006).

Die Stickstoffbilanz auf Ebene der Pflanze berücksichtigt sämtliche Stickstoff-Inputquellen. Neben dem Input aus Dünger und Boden-C-N-Pool umfassen diese auch gegebenenfalls fixierten Stickstoff und den Stickstoff aus der Deposition. Depositionsraten wurden für die verschiedenen Regionen der bilanzierten

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Weingüter der Karte zur Stickstoff-Deposition⁸ des Bundesamtes für Umwelt entnommen. Tabelle 3-15 zeigt die verwendeten Werte.

Tabelle 3-15: In der Berechnung der Stickstoffemissionen verwendenden N-Depositionsraten.

Region	N-Deposition [kg/ha*a ⁻¹]
Nordschweiz	25.0
Ostschweiz	20.0
Drei-Seen-Region	15.0
Genfer-See-Region	15.0

3.2.3 MODELLANPASSUNGEN FÜR REBEN

Das bisher angewendete Modell zur Berechnung von stickstoffhaltigen Emissionen war ausschliesslich für einjährige Ackerkulturen entwickelt worden. Da es sich bei Reben um eine mehrjährige Kultur handelt, waren Modellanpassungen notwendig. Das angepasste Modell berücksichtigt den Stickstoffumsatz über den jährlichen Biomassezuwachs der Reben, des einjährigen Holzes und der Blätter. Die Bandbreite für den Stickstoffentzug über die verschiedenen Pflanzenteile bei einem Referenzertrag von 10 t/ha wurde der Zusammenstellung auf Vitipendium⁹ entnommen, welche u.a. auf die Arbeiten von Löhnertz et al. (1989a; 1989b; 1989c) zurückgeht (Tabelle 3-16). Daraus wurde die prozentuale Verteilung des Stickstoffentzugs über die verschiedenen Pflanzenteile errechnet. Über einen angenommenen durchschnittlichen N-Gehalt pro kg Trauben von 2.05 g/kg errechnet das Modell ertragsabhängig den N-Entzug über die Trauben (inkl. Gerüst). Ausgehend vom totalen N-Gehalt in den Trauben pro ha errechnet das Modell über die prozentuale Verteilung aus Tabelle 3-16 den N-Gehalt in den übrigen Pflanzenteilen (einjähriges Holz und Laub). Da einige Winzer den Traubentrester wieder auf die Rebfläche zurückführen, errechnet das Modell den N-Gehalt im Trester über einen Faktor von 0.9 des N-Gehalts⁹ in den Trauben (inkl. Gerüst). Das Schnittholz wird in der Regel auf der Rebfläche belassen und der im Holz enthaltene Stickstoff wird wieder dem Boden-C-N-Pool zurückgeführt. Das Modell behandelt Schnittholz, Blätter und Trester als Ernterückstände. Entsprechend wird ein Teil des in Zukunft daraus mineralisierten Stickstoffs den direkten Lachgasemissionen angerechnet.

⁸ Bundesamt für Umwelt, Thema Luft; <http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/schadstoffkarten/stickstoff-deposition/index.html?lang=de>

⁹ Vitipendium – Wissen über Rebe und Wein; <http://www.vitipendium.de/Stickstoff>

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-16: Jährlicher Stickstoffentzug durch Reben bei einem Ertrag von 10 t Trauben pro ha (in kg ha⁻¹ a⁻¹)

Bestandteile	N-Entzug [kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	kg N/ha	kg N/kg Trauben	[%]
Trauben (10 t)	18.0 bis 23.0	20.5	0.00205	42
einjähriges Holz	4.5 bis 6.5	5.5	0.00055	11
Laub	15.5 bis 29.5	22.5	0.00225	46
Gesamt	38.0 bis 59.0	48.5	0.00485	100

Da in der Schweiz der Boden in den Rebbergen in der Regel mit einer Grasdecke bewachsen ist, welche regelmässig gemulcht wird, wird auch der im Gras enthaltene Stickstoff dem Boden-C-N-Pool angerechnet. Somit fliesst der darin enthaltene Stickstoff ebenfalls in die Berechnung der direkten und indirekten Lachgas- sowie der langfristigen Nitratemissionen ein. Dabei würde für alle Rebberge unabhängig vom Standort von einem jährlichen Grasertrag 3.5 t [TS]/ha (Wiese wenig intensiv, 1 oder 2 Nutzungen; (Flisch et al., 2009) mit einem N-Gehalt von 15 g N/kg [TS] ausgegangen.

Eine Untersuchung aus Frankreich hatte gezeigt, dass eine alternierender Begrünung der Rebberge (nur jede zweite Fahrgasse mit Grasbedeckung) zu einer Reduktion der Nitratauswaschung von mindestens einem Faktor 4 führt (Tournebize et al., 2012). Ausgehend von einer konservativen Handhabung dieses Sachverhaltes wurde der IPCC-Emissionsfaktor für Nitratauswaschung bei ganzflächiger Grasbedeckung durch vier dividiert. Da in konventionell (ÖLN) bewirtschafteten Rebbergen die Grasdecke entlang der Rebzeilen mit Herbiziden beseitigt wird, wurde im Modell für diese Art der Bewirtschaftung der IPCC-Emissionsfaktor für Nitrat lediglich durch drei dividiert. Sämtliche im Stickstoffemissions-Modell verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 3-17 zusammengefasst.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-17: Im Stickstoffemissions-Modell verwendete Emissionsfaktoren.

Beschreibung Emissionsfaktor	Wert	Quelle
Emissionsfaktor für N ₂ O aus verfügbarem Stickstoff für Kunstdünger, organischer Dünger, Ernterückstände und mineralisiertes N	0.01	IPCC (2006)
Emissionsfaktor für N ₂ O aus Boden-C-N-Pool	0.01	IPCC (2006)
Emissionsfaktor für N ₂ O aus NH ₄	0.01	IPCC (2006)
Emissionsfaktor für N ₂ O aus NO ₃	0.0075	IPCC (2006)
Anteil verflüchtigter N aus Kunstdünger (NH ₃ -N + NO _x -N)	0.02	IPCC (2006)
Anteil verflüchtigter N aus Harnstoff	0.15	Kupper & Menzi (2013)
Anteil verflüchtigter N aus Rindergülle und Ausscheidungen auf der Weide (NH ₃ -N + NO _x -N)	0.5	Kupper & Menzi (2013)
Anteil verflüchtigter N aus Rindermist	0.8	Kupper & Menzi (2013)
Anteil verflüchtigter N aus Kompost	0.7	Kupper & Menzi (2013)
Anteil verflüchtigter N aus Schafmist	0.8	Kupper & Menzi (2013)
N-Verluste durch Auswaschung ohne Grasdecke	0.3	IPCC (2006)
N-Verluste durch Auswaschung mit vollständiger Grasdecke	0.075	abgeleitet aus Tournebize et al. (2012)
N-Verluste durch Auswaschung bei teilweiser Grasdecke	0.1	abgeleitet aus Tournebize et al. (2012)
C-Emissionen aus Harnstoffdüngung	0.2	IPCC (2006)
Emissionsfaktor für NO aus N-Dünger-Input	0.0078	Bouwman et al. (2002)

3.2.4 DIREKTE UND INDIREKTE FELDEMISSIONEN – REAKTIVE STICKSTOFFVERBINDUNGEN

Nachfolgend (Tabelle 3-18 und Tabelle 3-19) sind die direkten und indirekten Feldemissionen als Ammoniak (NH₃), Lachgas (N₂O), Nitrat (NO₃) und Stickoxiden (NO_x) gemäss dem N-Emissionsmodell von Meier et al. (2012) (siehe Kapitel 3.2) dargestellt, die in der biologischen und ÖLN-Bewirtschaftung entstehen.

Tabelle 3-18: Direkte und indirekte Feldemissionen in der biologischen Bewirtschaftung der erhobenen Bio-Weinbaubetriebe in der Schweiz

Feld-emissionen	D-CH Bio 1				D-CH Bio 2			W-CH Bio 3			W-CH Bio 4			
	Bb	MT	CJ	S	Bb	MT	CJ	Bb	Ch	J	Bb	Ch	MF	J
N ₂ O [kg/ha]	1.9	1.9	1.8	2.2	1.8	2.0	1.8	3.1	3.2	3.2	1.9	1.8	1.6	1.9
NH ₃ [kg/ha]	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.8	2.8	0	0	0	0
NO ₃ [kg/ha]	88.7	88.7	88.6	105.3	80.6	87.4	82.4	88.5	96.3	92.4	81.3	73.4	65.6	81.3
NO _x [kg/ha]	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0

Die direkten und indirekten Feldemissionen aus der ÖLN-Bewirtschaftung sind in Tabelle 3-19 dargestellt.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Tabelle 3-19: Direkte und indirekte Feldemissionen in der ÖLN-Bewirtschaftung der erhobenen ÖLN-Weinbaubetriebe in der Schweiz

Feld-emissionen	D-CH ÖLN 1				D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3		W-CH ÖLN 4		
	Bb	MT	MF	SeB	Bb	MT bewässert	Bb	Ch	Bb	SaB	Bb
N ₂ O [kg/ha]	2.2	2.3	2.1	2.1	1.6	1.8	1.9	2.1	1.7	1.8	1.7
NH ₃ [kg/ha]	0.7	0.7	0.7	0.7	0	0	0.4	0.4	0	0	0
NO ₃ [kg/ha]	118.3	127.0	117.1	115.9	79.4	88.8	89.3	106.4	78.1	87.2	78.1
NO _x [kg/ha]	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0.1	0.1	0	0	0

3.2.5 DIREKTE FELDEMISSIONEN - PHOSPHOR

Im Folgenden werden die Phosphor-Austräge ins Grundwasser und in Oberflächengewässer durch Ausschwemmung berechnet, wobei Phosphor (P) mehrheitlich in gelöster bzw. eutrophierungswirksamer Form vorliegt. Phosphor-Verluste entstehen mehrheitlich durch ein Zusammenspiel ungünstiger Umstände von Witterung und landwirtschaftlicher Nutzung. Die Berechnungen beziehen sich auf mittlere klimatische Bedingungen und basieren auf schweizerischen Begebenheiten (Prasuhn, 2006). Die Abschätzung des P-Austrags einer Hektare basiert auf dem nutzungsabhängigen P-Auswaschungswert, multipliziert mit dem Bodenfaktor, dem P-Düngungsfaktor und dem P-Testzahlfaktor.

Für den Phosphor-Auswaschungswert in Abhängigkeit von der Landnutzung wird ein Ausgangswert von 0.07 kg P/ha für den Rebbau übernommen. Die parzellenspezifische P-Menge aus Gülle ist aufgrund fehlender Ausbringung von Gülle gleich Null. In Tabelle 3-20 sind die verwendeten Parameter zur Berechnung des P-Austrags ins Grundwasser aufgeführt. Da die erforderlichen Parameter für die Abschätzung des P-Austrags ins Grundwasser nicht betriebsspezifisch erhoben wurden, wurden für alle Betriebe die gleichen Parameter übernommen und an dieser Stelle auf die Aufführung der Parameter für die ÖLN-Produktion verzichtet. Sowohl in den biologisch als auch den nach ÖLN-Richtlinien bewirtschafteten Rebbergen wird keine Gülle ausgebracht. Der P-Austrag ins Grundwasser basiert somit auf der Phosphor-Menge, die durchschnittlich von Rebflächen ausgewaschen wird.

Tabelle 3-20: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags ins Grundwasser gemäss Prasuhn (2006)

P-Austrag ins Grundwasser	D-CH Bio 1	D-CH Bio 2	W-CH Bio 3	W-CH Bio 4
Landnutzungstyp	Rebbau	Rebbau	Rebbau	Rebbau
P-Ausgangswert [kg P/ha]	0.07	0.07	0.07	0.07
Bodenfaktor	1.0 (Risikoklasse 2)	1.0 (Risikoklasse 2)	1.0 (Risikoklasse 2)	1.0 (Risikoklasse 2)
Parzellenspezifische P-Menge aus Gülle [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Düngungsfaktor	1.0	1.0	1.0	1.0
P-Testzahlfaktor	1.0 (Versorgungs-klasse C)	1.0 (Versorgungs-klasse C)	1.0 (Versorgungs-klasse C)	1.0 (Versorgungs-klasse C)
P-Austrag ins Grundwasser [kg P/ha]	0.07	0.07	0.07	0.07

Die Phosphor-Auswaschung in Oberflächengewässer setzt sich zusammen aus dem Ausgangswert in Abhängigkeit der Landnutzung, dem Bodenfaktor, der Topographie, dem P-Anfall aus Düngern und der P-

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Testzahl. Aufgrund fehlender spezifischer Datenerhebung zur Topographie und den Bodeneigenschaften wurden für alle Betriebe für den Bodenfaktor, die Topographie, die Bodeneigenschaften und die Testzahl die Standard-Parameter aus Prasuhn (2006) angenommen, welche für die biologische Bewirtschaftung in Tabelle 3-21 und für die ÖLN-Bewirtschaftung in Tabelle 3-22 aufgeführt sind. Der resultierende P-Austrag (in kg pro Hektare) ist jeweils in der untersten Zeile aufgeführt.

Tabelle 3-21: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags in Oberflächengewässer bei Bio-Betrieben gemäss Prasuhn (2006)

P-Austrag in Oberflächengewässer	D-CH Bio 1	D-CH Bio 2	W-CH Bio 3	W-CH Bio 4
Landnutzungstyp	Rebbau	Rebbau	Rebbau	Rebbau
P-Ausgangswert [kg P/ha]	0.175	0.175	0.175	0.175
P-Menge aus organischen Düngern [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Menge aus mineralischen Düngern [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Menge aus Gülle [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Austrag in Oberflächengewässer [kg P/ha]	0.175	0.175	0.175	0.175

In Rebbergen unter ÖLN-Bewirtschaftung wurden nur mineralische Dünger – keine Gülle und keine festen Hofdünger – ausgebracht. Massgebend für die P-Auswaschung ins Grundwasser ist somit die von Rebflächen durchschnittlich ausgewaschene Phosphor-Menge. Die zur Berechnung des P-Austrags verwendeten P-Mengen aus Dünger sowie der berechnete P-Austrag in Oberflächengewässer für die Bewirtschaftung eines ÖLN-Rebbergs sind in Tabelle 3-22 aufgeführt.

Tabelle 3-22: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags in Oberflächengewässer bei ÖLN-Weinbaubetrieben gemäss Prasuhn (2006)

P-Austrag in Oberflächengewässer	D-CH ÖLN 1	D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4
Landnutzungstyp	Rebbau	Rebbau	Rebbau	Rebbau
P-Ausgangswert [kg P/ha]	0.175	0.175	0.175	0.175
P-Menge aus organischen Düngern [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Menge aus mineralischen Düngern [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	47.8	0	0	0
P-Menge aus Gülle [kg P ₂ O ₅ /ha und Jahr]	0	0	0	0
P-Austrag in Oberflächengewässer [kg P/ha]	0.196	0.175	0.175	0.175

3.3 PESTIZID-EMISSIONEN IN LANDWIRTSCHAFTLICHE BÖDEN

Die Pestizid-Emissionen in landwirtschaftliche Böden entsprechen den aktiven Wirksubstanzen in den ausgebrachten Pflanzenschutzmitteln (siehe Kapitel 3.1.3, Tabelle 3-6 und Tabelle 3-7).

4 SACHBILANZ DER BIO- UND ÖLN-WEINPRODUKTION

Um die Auswirkungen einer Flasche Bio- oder ÖLN-Wein auf die Umwelt zu bestimmen, wurden die in Kapitel 2.3 aufgeführten Produktphasen berücksichtigt.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Sachbilanzen der biologischen und ÖLN-Weinproduktion erläutert. Die vollständigen Datentabellen sind im Anhang in Tabelle A - 3 und Tabelle A - 4 aufgeführt.

4.1 WEINPRODUKTION

Die Daten der Kellereien stammen aus denselben Betrieben wie die Angaben der Traubenproduktion und beziehen sich jeweils auf dasselbe Referenzjahr. Eine Übersicht der erhobenen Kellereien, die biologischen Wein produzieren, ist in Tabelle 4-1 aufgeführt.

Tabelle 4-1: Eckdaten der erhobenen biologisch wirtschaftenden Kellereien in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte

	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI	EU	PIWI
Referenzjahr	2014		2011		k. A. *		2012	
Jahresproduktion Wein [L]	75'000		13'196		150'000		24'000	
Traubenmenge für 0.75 L Wein [kg]	1.00	1.04	1.00	1.00	0.96	1.07	0.97	1.05
Rote Traubensorte	Blauburgunder	Cabernet Jura	Blauburgunder	Cabernet Jura	Blauburgunder	-	Blauburgunder	Maréchal Foch
Weisse Traubensorte	Müller-Thurgau	Solaris	Müller-Thurgau	-	Chasselas	Johanniter	Chasselas	Johanniter
Ertrag Rotwein classic [L]	5'888	3'900	10'806	128	11'000	0	12'960	816
Ertrag Rotwein Barrique [L]	0	0	600	0	0	0	3'240	0
Ertrag Weisswein [L]	6'090	4'508	240	0	50'000	7'000	4'871	2'700

* Referenzjahr nicht entscheidend, da Erträge reguliert werden und über die Jahre hinweg identisch sind

In Tabelle 4-2 sind die Eckdaten der Kellereien dargestellt, die ÖLN-Wein produzieren.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Tabelle 4-2: Eckdaten der erhobenen nach ÖLN-Richtlinien wirtschaftenden Kellereien in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte

	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2	W-CH ÖLN 3	W-CH ÖLN 4
	EU	PIWI	EU	EU	EU
Referenzjahr	2010		2014	2011	2012
Jahresproduktion Wein [L]	31'505		24'960	88'706	37'500
Traubenmenge für 0.75 L Wein [kg]	1.11	1.09	1.05	0.94	1.00
Rote Traubensorte	Blauburgunder	Maréchal Foch	Blauburgunder	Blauburgunder	Blauburgunder
Weisse Traubensorte	Müller-Thurgau	Seyval Blanc	Müller-Thurgau	Chasselas	Müller-Thurgau
Ertrag Rotwein classic [L]	13'985	1'140	2'850	6'721	1'928
Ertrag Rotwein Barrique [L]	0	1'140	1'248	0	964
Ertrag Weisswein [L]	2'185	1'495	2'496	66'951	3'075

4.1.1 FLASCHENAUSSTATTUNG UND GEBINDE

Zur Ausstattung einer Flasche Wein gehören der Verschluss, die Kapsel und die Etikette. Weissweine wurden oft mit Drehverschlüssen und Rotweine hauptsächlich mit Natur- oder Presskork verschlossen.

Ein Natur- oder Presskork wiegt ca. 3.5 g. Der Drehverschluss und die Kapsel bestehen aus Aluminium und wiegen je ca. 3.0 g. Obwohl die Etiketten von unterschiedlicher Grösse waren, wurde standardmässig für alle Weinflaschen eine Etikette der Grösse 9 x 12 cm aus Papier mit dem spezifischen Gewicht von 80 g/m² angenommen. Daraus ergab sich ein Gewicht pro Etikette von 0.86 g. In Tabelle 4-3 sind die Massen und verwendeten Datensätze aus ecoinvent für die Flaschenausstattung aufgelistet.

Tabelle 4-3: Gewicht [g] und verwendete Datensätze aus ecoinvent für die Flaschenausstattung

Flaschenausstattung	Gewicht [g]	Datensatz aus ecoinvent
Naturkork	3.5	cork slab {RER} production
Presskork	3.5	cork slab {RER} production
Drehverschluss	3.0	sheet rolling, aluminium {RER} processing
Kapsel	3.0	sheet rolling, aluminium {RER} processing
Etikette	0.86	paper, wood containing, lightweight coated {RER} production

In der Kellerei wurden die Flaschen auf ganzen und halben Paletten und in Gitterboxen gestapelt und mit Stretchfolie fixiert. Für die Paletten wurde eine Nutzungsdauer von fünf und für die Gitterboxen von 25 Jahren angenommen. Verkauft wurden die Weinflaschen meist in Gebinde von mehreren Flaschen wie Kartons à 6 und à 12 Flaschen und Tragtaschen à 2-3 Flaschen.

Die Winzer bezogen die Flaschen gemäss ihren Angaben entweder von Vetrum AG oder Vetropack Group. Die Vetropack Group besitzt Glaswerke in der Schweiz, in Österreich, in Tschechien, in der Slowakei, in Kroatien und in der Ukraine. Der verwendete Glas-Datensatz basiert auf einem Mix der Vetropack Group, welcher die Produktionsbedingungen der verschiedenen Produktionsländer widerspiegelt. Das Gewicht der Glasflasche wurde betriebsspezifisch erhoben (Gewichte von 450 bis 600 g pro Flasche). Für alle anderen Gebinde wurden die gleichen Massen übernommen, die von den Herstellern (meist per-E-Mail) zur

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Verfügung gestellt worden sind. Die Gewichte und verwendeten Datensätze aus ecoinvent für die Gebinde sind in Tabelle 4-4 dargestellt.

Tabelle 4-4: Gewicht [kg] und verwendete Datensätze aus ecoinvent für die Gebinde

Gebinde	Gewicht [kg]	Hersteller	Datensatz aus ecoinvent
Flasche, 0.75 (min)	0.45	Wiegand-Glas	packaging glass, green {CH} production Alloc Rec
Flasche, 0.75 (max)	0.60	Univerre	packaging glass, green {CH} production Alloc Rec
Karton à 6 Flaschen	0.55	Model AG	carton board box production service, with offset printing CH
Karton à 12 Flaschen	1.0	Model AG	carton board box production service, with offset printing CH
Tragtasche à 2-3 Flaschen	0.2*	Model AG	carton board box production service, with offset printing CH
Palette, halb	10.0	Holzbau Kayser AG	EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec
Palette, ganz	23.0	Holzbau Kayser AG	EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec
Gitterbox	46	SAMETO technifil	steel production, electric, low-alloyed RER
Stretchfolie	2.8	Model AG	packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Rec

* Annahme

4.1.2 HILFSSTOFFE UND MATERIALIEN

In der biologischen Weinproduktion wurden Hilfsstoffe und Materialien wie Aktivkohle, kohlensaurer Kalk, schwefelige Säure, Zucker, Bentonit, Kieselgur, Hefe und Filterschichten (aus Cellulose und Perlit) verwendet. In der ÖLN-Produktion kamen – je nach Betrieb – zusätzlich Kaliumhydrogencarbonat, Kupfersulfat, Metaweinsäure, Gelatine, Magermilch, Hefenährsalz, Enzyme, Proteine (Kasein) und Bakterien (für den biologischen Säureabbau) zum Einsatz.

Da diese Stoffe im Allgemeinen in eher geringen Mengen eingesetzt wurden, bezogen sich die Mengenangaben jeweils auf die ganze Produktionsmenge eines Jahres. Dies führte zu einer sehr geringen Menge dieser Stoffe pro Flasche Wein à 0.75 L.

4.1.3 MASCHINEN

Die Weinproduktion besteht aus den Phasen Traubenverarbeitung, Weinbereitung und Abfüllung. In jedem dieser Schritte sind unterschiedliche Maschinen im Einsatz. In der Abbeermaaschine werden die Trauben vom Stielgerippe getrennt und in der Presse gequetscht und gepresst. Schichtenfilter und Crossflowfilter dienen zur Klärung und Schönung der Jungweine. Die Umzüge werden mit Pumpen ausgeführt. Mit Hilfe der Abfüllmaschine wird der Wein in Flaschen abgefüllt, verschlossen, eventuell mit einer Kapsel und mit einer Etikette versehen. In grösseren Betrieben werden die Weinflaschen maschinell verpackt. Für kleine Transport- und Hebevorgänge werden elektrische und/oder benzinbetriebene Gabelstapler benutzt (Tabelle 4-5).

Für sämtliche Maschinen wurde der Datensatz 'industrial machine production, heavy, unspecified RER' aus ecoinvent verwendet. Um jeder Flasche Wein einen Anteil des Maschineneinsatzes anrechnen zu können, wurde für jede Maschine eine standardmässige Nutzung von 50'000 h angenommen und unter

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Berücksichtigung der effektiven Nutzungsdauer und der Gewichte der einzelnen Maschinen auf eine Flasche skaliert.

Tabelle 4-5: Marke und Massen der in der Weinproduktion eingesetzten Maschinen und Geräte

Maschine	Marke	Gewicht [kg]
Abbeermaschine	Hammerschmied	850
Abfüllmaschine	GAI	1'700
Etikettiermaschine	ENOS	350
Filter (Schichten- od. Crossflowfilter)	Velo	1'500
Gabelstapler, Benzin	Kawasaki	1'000
Gabelstapler, elektrisch	Stöcklin	985
Hochdruckreiniger mit Heisswasser, elektrisch	Kärcher	112
Pumpen, Maischeförderer	Armbruster	180
Traubenpresse	Bucher Vasolin	1'680
Verpackungsmaschine	Comarme	144

4.1.4 FAHRZEUGE UND TRANSPORTE

In der Weinproduktion fielen Transporte durch den Einkauf von Materialien und Hilfsstoffen, durch Transporte von gemieteten Abfüllmaschinen und durch Fahrten für Weinanalysen in externe Labors an. Transporte durch die eigene Spedition des Weins wurden separat in Kapitel 4.2 behandelt. Für die Anlieferungen der gemieteten Abfüllmaschine wurde jeweils mit einer Fahrt pro Jahr gerechnet. Fahrten für externe Weinanalysen wurden je nach Betriebsangaben mehrmals berücksichtigt. Als Transportfahrzeuge wurden Personenfahrzeuge ('transport, passenger car {RER}| market for') und kleine Lieferwagen ('transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER') aus ecoinvent übernommen.

In Tabelle 4-6 sind die Anzahl Fahrten und über die Anzahl aufsummierten Transportdistanzen (inkl. Hin- und Rückfahrten) für die biologische Weinproduktion nach Transportgrund aufgeführt. Bei unbekannter Transportdistanz wurde die Standarddistanz von 20 km angenommen.

Tabelle 4-6: Anzahl Fahrten und Transportdistanzen [km] der erhobenen Bio-Weinbetriebe

Transportdistanzen von / zu	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	Anzahl Fahrten	Distanz [km]						
Hilfsstoffe und Materialien	2	8.8	2	21.2	2	58.8	2	44.0
Anlieferung Abfüllmaschine	1	132.8	0	0	1	5.0	0	0
Externe Weinanalysen	0	0	3	21.6	6	43.8	4	160.0*

* Standarddistanz von 20.0 km pro einfache Fahrt bei unbekannter Transportdistanz

In Tabelle 4-7 sind die Anzahl Fahrten und die über die Anzahl aufsummierten Transportdistanzen nach Transportgrund für die ÖLN-Weinproduktion aufgeführt.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Tabelle 4-7: Anzahl Fahrten und Transportdistanzen [km] der erhobenen ÖLN-Weinbetriebe

Transportdistanzen von / zu	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3		W-CH ÖLN 4	
	Anzahl Fahrten	Distanz [km]						
Hilfsstoffe und Materialien	2	199.2	2	80.0*	2	58.8	2	44.0
Anlieferung Abfüllmaschine	0	0	1	5.0	1	5.0	1	4.0
Externe Weinanalysen	0	0	10	90.0	2	32.4	0	0

* Standarddistanz von 20.0 km pro einfache Fahrt bei unbekannter Transportdistanz

4.1.5 ENERGIEVERBRAUCH

Der Verbrauch von Treibstoffen und Strom konnte von allen Betrieben nur gesamtbetrieblich und nicht differenziert nach Rot- und Weissweinen angegeben werden. Um dennoch Produktionsunterschiede zwischen Rot- und Weissweinen hervorheben zu können, wurde der Stromverbrauch anhand des Energieverbrauchs durch die Erwärmung und Kühlung des Weins hergeleitet. Ob eine Erwärmung und/oder Kühlung stattfand, auf welche Temperatur die Weine dabei erwärmt resp. gekühlt wurden und für welche Zeitdauer die Kühlung resp. Erwärmung aufrecht erhalten wurde, konnte durch die Winzer in Erfahrung gebracht werden. Der Verbrauch an Heizöl und Holz für die Heizung konnte ebenfalls nur gesamtbetrieblich angegeben werden und wurde prozentual auf eine Flasche Wein à 0.75 L skaliert.

Zur Berechnung des Energiebedarfs E [kWh] der Maischeerwärmung und/oder Weinkühlung wurde die Menge Maische m [kg] mit der spez. Wärmekapazität c [4 kJ/kg K], der Temperaturdifferenz ΔT [K] und der geschätzten Effizienz η [-] multipliziert (Gleichung 1). Die geschätzte Effizienz wurde mit dem Gesamtenergieverbrauch des Betriebs plausibilisiert.

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T \cdot \eta$$

Gleichung 1: Berechnung des Energiebedarfs E [kWh] der Maischeerwärmung und Maischekühlung

Die Angaben zum Energieverbrauch in Form von Strom, Diesel, Heizöl und Holz der Bio-Kellereien für 1'000 Flaschen Wein aufgetrennt nach der Produktion von Rot- und Weissweinen sind in Tabelle 4-8 aufgelistet.

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Tabelle 4-8: Verbrauch an Strom, Diesel, Heizöl und Holz pro 1'000 Flaschen Wein in der Weinproduktion der erhobenen Bio-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein

Energie pro 1'000 Flaschen	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss
Stromverbrauch für Weinkühlung [kWh]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stromverbrauch für Weinerwärmung [kWh]	0	0	0	0	45.5	43.8	0	0
Stromverbrauch allgemein, ab Netz [kWh]	15.9	15.9	36.6	36.6	39.0	31.2	0.04	0.04
Stromverbrauch aus eigener PV-Anlage [kWh]	134	134	0	0	0	0	0	0
Wärme	110	110	0	0	0	0	0	0
Diesel [kg]	0.8	0.8	0	0	0.55	0.55	0	0
Heizöl [L]	2.5	2.5	0	0	0.64	0.64	0	0
Holz [MJ]	0	0	3'734	3'734	0	0	5.92	5.92

Da der Stromverbrauch nur gesamtbetrieblich angegeben wurde und nicht alle Weine eines Winzers die gleichen Produktionsschritte wie Erwärmen, Kühlen und Verdampfen durchliefen, wurde aus dem Stromverbrauch der Bio-Produktion ein durchschnittlicher Stromverbrauch für die Weinproduktion berechnet, der weder die Erwärmung, die Kühlung noch die Verdampfung von Wein beinhaltet. Dieser durchschnittliche Stromverbrauch von 1.01 kWh pro 0.75 L Wein wurde allen ÖLN-Weinen als Grundstromverbrauch angerechnet. Der Energieverbrauch von Strom, Diesel und Heizöl der ÖLN-Kellereien für 1'000 Flaschen Wein, getrennt nach der Produktion von Rot- und Weissweinen, ist in Tabelle 4-9 aufgelistet.

Tabelle 4-9: Verbrauch an Strom, Diesel, Heizöl und Holz pro 1'000 Flaschen in der Weinproduktion der erhobenen ÖLN-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein

Energie	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3		W-CH ÖLN 4	
	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss
Durchschnittlicher Stromverbrauch ohne Erwärmung, Kühlung und Verdampfung [kWh]	1'006	1'006	1'006	1'006	1'006	1'006	1'006	1'006
Stromverbrauch für Weinkühlung [kWh]	0	62.5	29.2	0	86.8	18.5	0	116.7
Stromverbrauch für Weinerwärmung [kWh]	41.7	0	0	0	56.3	0	0	0
Stromverbrauch für Verdampfung [kWh]	19.8	0	0	0	0	0	0	0
Diesel [L]	0	0	0	0	0	0	0	0
Heizöl [L]	0	0	75.1	75.1	0	0	0	0
Heizöl [L] für Weinerwärmung	0	0	6.1	0	0	0	0	0

4.1.6 WASSERVERBRAUCH

Die Angaben zum Wasserverbrauch konnten ebenfalls nur gesamtbetrieblich zur Verfügung gestellt werden und schlossen meist noch einen (oder zwei) Haushalte à drei bis vier Personen ein. Gemäss dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) verbraucht ein Schweizer Haushalt im Durchschnitt täglich ungefähr 160 Liter Wasser

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

pro Person¹⁰. Diese Angabe wurde bei der Berechnung des Wasserverbrauchs pro Flasche Wein à 0.75 L berücksichtigt. Der Wasserverbrauch für die Verdünnung der Spritzbrühen und die Bewässerung wurde – falls das Wasser aus dem öffentlichen Leitungsnetz stammt – vom angegebenen totalen Wasserverbrauch subtrahiert. Bei fehlenden oder fehlerbehafteten Angaben von Seiten der Winzer wurde der durchschnittliche Wasserverbrauch in der Weinproduktion über alle Kellereien berechnet. Der Wasserverbrauch der Bio-Kellereien und der zugehörigen Haushalte ist in Tabelle 4-10 aufgelistet.

Tabelle 4-10: Wasserverbrauch in der Weinproduktion der erhobenen Bio-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein

Energie	D-CH Bio 1		D-CH Bio 2		W-CH Bio 3		W-CH Bio 4	
	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss
Wasserverbrauch Haushalt(e) [L]	100'000		175'200		k. A.		175'200	
Wasserverbrauch [L] pro Flasche Wein à 0.75 L	4.5	4.6	6.2*	0.2	12.3*	0.3	5.5	5.5

* Basiert aufgrund fehlerhafter Angaben auf dem durchschnittlichen Wasserverbrauch in der Weinproduktion über alle Winzer

Grosse Variationen bezüglich des Wasserverbrauchs in der Weinproduktion sind auf die eher tiefe Datenqualität der Angaben zum Wasserverbrauch zurückzuführen (siehe Kapitel 8.1.2). In Tabelle 4-11 ist der Wasserverbrauch der ÖLN-Kellereien angegeben. Der Wasserverbrauch der zugehörigen Haushalte ist separat aufgeführt.

Tabelle 4-11: Wasserverbrauch in der Weinproduktion der erhobenen ÖLN-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein

Energie	D-CH ÖLN 1		D-CH ÖLN 2		W-CH ÖLN 3		W-CH ÖLN 4	
	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss	rot	weiss
Wasserverbrauch Haushalt(e) [L]	k. A.		525'600		1'868'800		k. A.	
Wasserverbrauch [L] pro Flasche Wein à 0.75 L	12.3*	12.3*	12.6	11.1	70.0	50.0	6.2*	12.3*

* Basiert aufgrund fehlenden Angaben auf dem durchschnittlichen Wasserverbrauch in der Weinproduktion über alle Winzer

4.2 DISTRIBUTION

Um eine Aussage zur Umweltauswirkung durch die Distribution im Vergleich zur Trauben- und Weinproduktion machen zu können, wurden drei möglichst verschiedene und realistische Distributionsvarianten betrachtet:

- Selbstabholung durch den Kunden mit Privatauto
- Auslieferungstour durch den Winzer mit Lieferwagen
- Lieferung in Detailhandel mit LKW und Einkauf durch Kunden mit Privatauto

¹⁰ Bundesamt für Umwelt, BAFU – Indikator Wasserverbrauch, <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren/08605/12306/index.html?lang=de>

Sachbilanz der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Bei der Selbstabholung durch den Kunden wurde mit einem Einkauf von 36 Flaschen und bei der Auslieferungstour durch den Winzer mit einer Auslieferung von 750 Flaschen Wein pro Fahrt gerechnet. Werden die Weinflaschen durch eine Distributionsfirma vom Winzer in den Detailhandel gebracht, wurde die Annahme getroffen, dass pro Fahrt 10'000 Flaschen transportiert werden. Die getroffenen Annahmen der Distributionsvarianten sind in Tabelle 4-12 aufgeführt.

Tabelle 4-12: Datengrundlage der drei Distributionsvarianten

	Einheit	Distribution, Abholung durch Kunden mit Privatauto, kg/CH	Distribution, Auslieferungstour durch Winzer mit Lieferwagen, kg/CH	Distribution, Anlieferung mit LKW, Einkauf in Detailhandel mit Privatauto kg/CH
Gewicht pro Flasche Wein	kg	1.25	1.25	1.25
Anzahl transportierter Flaschen total	#	36	750	10'000
Gewicht transportierter Flaschen total	kg	45	937.5	12'500
Distanz zu Weingut	km	240		240
Distanz Auslieferungstour	km		500	
Distanz zu Detailhandel	km			3.0

5 WIRKUNGSABSCHÄTZUNG DER BIO- UND ÖLN-TRAUBENPRODUKTION

In den folgenden Kapiteln werden das Treibhauspotenzial und die Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit der biologischen und ÖLN-Traubenproduktion in Bezug auf die Bewirtschaftung einer Hektare Rebfläche während eines Jahres erläutert.

5.1 BIO-TRAUBENPRODUKTION

Die biologische Bewirtschaftung eines Rebbergs verursacht im Jahr – je nach Betrieb – zwischen 1'300 kg CO₂-eq und fast 2'300 kg CO₂-eq an Treibhausgas-Emissionen (Abbildung 5-1). Die Produktion von PIWI-Sorten verursacht auf den gleichen Betrieben niedrigere Emissionen als die Produktion von Europäersorten, da die PIWI-Sorten aufgrund ihrer Resistenz gegen Pilzbefall weniger häufig gespritzt werden müssen. Dies wirkt sich in einem geringeren Dieserverbrauch für Maschinenfahrten und folglich geringeren Emissionen aus. Auf W-CH Bio 2 verursacht der Dieserverbrauch für die Produktion von Europäersorten 36 % der gesamten Emissionen. Auf dem Rebberg W-CH Bio 4, der sich durch einen geringen Maschineneinsatz in der Bewirtschaftung auszeichnete, verursacht der Dieserverbrauch für die Produktion von Europäersorten 8 % der gesamten Emissionen. Die Bewässerung, die auf einem Rebberg in der Westschweiz eingesetzt wird, verursacht 2 % der gesamten Emissionen.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

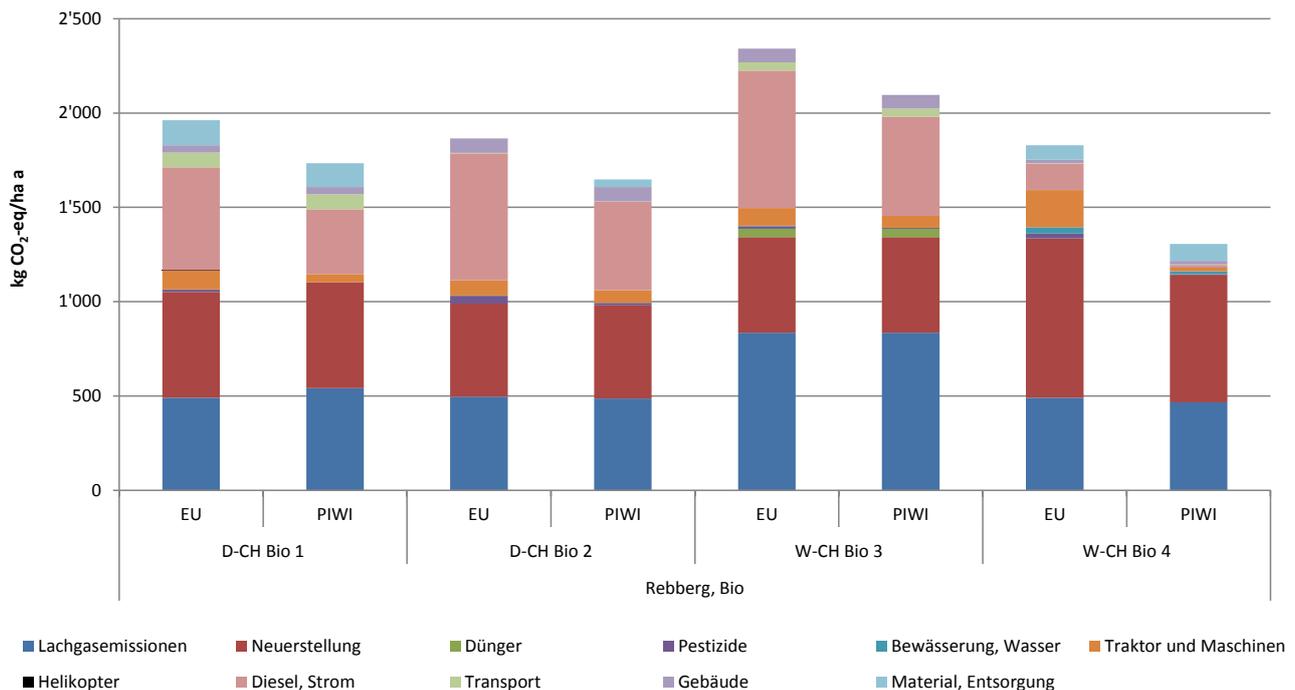


Abbildung 5-1: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq/ha a] der biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres

Der unterschiedliche Anteil der Neuerstellung auf denselben Weinbaubetrieben für Rebflächen mit Europäer- und PIWI-Sorten wird durch unterschiedliche Standzeiten der Parzellen verursacht.

Der hohe Dieserverbrauch auf dem Weingut W-CH Bio 3 ist durch einen hohen Maschineneinsatz während der Bewirtschaftung erklärbar. Dieses Weingut umfasst total 23 Hektaren. Pflegearbeiten wie Vorschneiden, Gipfeln und Laubschneiden werden auf grossen Betrieben tendenziell maschinell ausgeführt, bei kleineren Betrieben hingegen von Hand. Dies zeichnet sich einerseits durch einen erhöhten Dieserverbrauch und andererseits durch einen höheren Beitrag durch die Produktion von Traktor und Maschinen aus (Abbildung 5-1).

Die Produktion von Pflanzenschutzmitteln und Dünger verursachen maximal 3 % der gesamten Umweltbelastungen, wobei der Anteil bei Europäersorten höher ist als bei PIWI-Sorten. Die Lachgasemissionen entstehen direkt im Rebberg durch die Bewirtschaftung und tragen maximal 36 % zum Treibhauspotenzial bei.

5.2 ÖLN-TRAUBENPRODUKTION

Im Vergleich zu den Treibhausgas-Emissionen der biologischen Bewirtschaftung sind die Treibhausgas-Emissionen der ÖLN-Bewirtschaftung im Durchschnitt 20 % höher (Abbildung 5-2). Die höchsten Emissionen werden von D-CH ÖLN 1 mit rund 2'900 kg CO₂-eq verursacht. Der Dieserverbrauch (max. 31 %), die

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Neuerstellung der Rebanlage (max. 32 %) und die direkten Lachgasemissionen (max. 23 %) sind die Hauptverursacher des Treibhauspotenzials. Die höheren Werte im Vergleich zur biologischen Produktion sind vor allem auf den Anbau von pilzwiderstandsfähigen Sorten und den Verzicht von chemisch-synthetischen Produkten zurückzuführen. Bei der biologischen Produktion verursacht die Produktion von Dünger und Pestiziden nur 3 % der Emissionen, während diese in der ÖLN-Produktion bis zu einem Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen ausmachen. Die Bewässerung und der Wasserverbrauch zur Herstellung der Spritzbrühe tragen minimal zum Treibhauspotenzial bei.

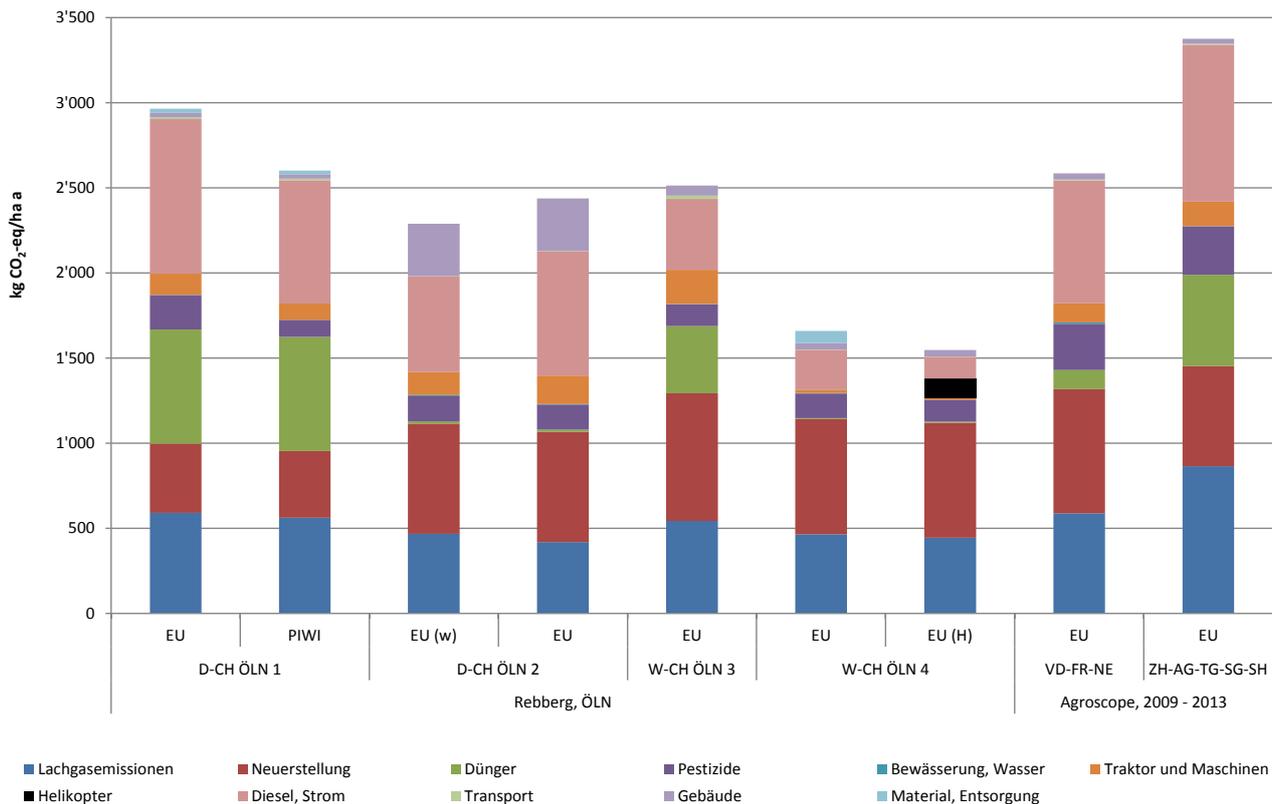


Abbildung 5-2: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq/ha a] der ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres

Der Beitrag der Neuerstellung einer Rebanlage am Treibhauspotenzial der ÖLN-Traubenproduktion variiert in Abhängigkeit von der jeweiligen Standzeit des Rebbergs (Abbildung 5-2). Als längste Standzeit wurden 38 Jahre angegeben, die kürzeste beträgt nur ca. 25 Jahre. Je länger die Standzeit einer Rebanlage ist, desto geringer ist der Einfluss von deren Neuerstellung auf die Umwelt. Wie bereits unter Kapitel 5.5 erläutert, trägt bei der Neuerstellung die Materialproduktion bis zu 94 % zum Treibhauspotenzial bei.

Die Lachgasemissionen entstehen u. a. durch die Ausbringung von Dünger auf dem Rebberg. Durchschnittlich betragen die Lachgasemissionen 1.9 kg pro Hektare und Jahr. Unter biologischer

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Bewirtschaftung liegen die durchschnittlichen Lachgasemissionen durch die Ausbringung von organischen Hofdüngern wie Schafmist oder Mistkompost leicht höher bei 2.1 kg pro Hektare und Jahr.

Unterschiede im Flächenverbrauch resultieren aus den Gebäuden des Weinguts. Weingüter mit grossen und/oder mehreren Garagen und Remisen, befestigten Strassen und Plätzen zeichnen sich durch einen höheren Beitrag zum Treibhauspotenzial durch den Flächenverbrauch aus. Die Spannweite der Flächenbelegung durch Gebäude und befestigte Strassen reicht von ca. 50 m² bis zu 500 m² pro Weingut. Der Dieselverbrauch ist direkt abhängig von der Mechanisierung der Arbeitsschritte im Rebberg. Je mehr Arbeitsgänge mit Maschinen ausgeführt werden, desto höher sind der Anteil des Dieselverbrauchs und dessen Emissionen am Treibhauspotenzial. Die Mechanisierung hängt einerseits von der Grösse des Weinguts und andererseits von der Lage und der Hangneigung der Rebpzellen ab. Grössere Betriebe und Betriebe in flacheren Gebieten setzen vermehrt auf Maschineneinsatz. Auf kleineren Betrieben mit an steileren Lagen befindlichen Rebpzellen werden Arbeiten bevorzugt von Hand ausgeführt und damit der Dieselverbrauch reduziert. Zudem werden an Steillagen vermehrt Raupenfahrzeuge statt Kleintraktoren und Rückenmäher sowie Rückenspritzen statt Aufsitzsprühgeräte eingesetzt, die einen geringeren Dieselverbrauch aufweisen. Jährliche Pflegearbeiten wie schneiden, entlauben und mulchen etc. werden auf allen Betrieben in ähnlicher Intensität ausgeführt. Grössere Unterschiede bestehen in der Anzahl Durchgänge für Pflanzenschutzmittelapplikationen (Variation von neun bis siebzehn Durchgängen), was sich wiederum auf den Dieselverbrauch auswirkt.

Bei Rebpzellen, auf denen mineralischer Dünger ausgebracht wurde, verursacht die Produktion des Düngers bis zu 26 % des gesamten Treibhauspotenzials. Die Bewässerung der Reben, die nur auf einem Weingut in der Ostschweiz stattfindet, trägt mit < 0.4 % zu den Emissionen bei.

Die Pestizidapplikation mit dem Helikopter auf einer einzelnen Parzelle führt auf demselben Weingut zu geringeren, durch den Kerosinverbrauch bedingten, Treibhausgasemissionen als die Pestizidapplikation mit einer Gebläsespritze, die von einem Raupenfahrzeug gezogen wird. Die Helikopterflüge durch Air Glaciers werden zentral organisiert, effizient und mit einem leichten Helikopter (1'200 kg) durchgeführt. Der Anflug ins Weingebiet erfolgt entweder von Sion VS oder Collombey VS aus. Vor Ort ist eine Plattform eingerichtet, bei welcher die Pflanzenschutzmittel nachgefüllt werden. Die Behandlung einer Hektare dauert zwei Minuten¹¹. Pro An- und Rückflug werden schätzungsweise 30 Hektaren mit Pflanzenschutzmitteln besprüht. Durch die schnelle und effiziente Applikation der Pflanzenschutzmittel fällt der hohe spezifische Kerosinverbrauch des Helikopters von 190 Liter pro Stunde nicht ins Gewicht.

¹¹ Mündliche und schriftliche Informationen von Frau F. Devaud, Air Glaciers, 7. - 14.7.2015

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Das Treibhauspotenzial der Bewirtschaftung gemäss den Agroscope-Daten ist in der gleichen Grössenordnung wie die Bewirtschaftung der erhobenen Daten. Die Bewirtschaftung des Rebbergs in der Nordostschweiz mit rund 3'400 kg CO₂-eq weist das höchste Treibhauspotenzial auf und ist somit höher als die erhobenen Treibhauspotenziale der Betriebe in der Ostschweiz. Die Neuerstellung, der Dieserverbrauch und die Lachgasemissionen auf dem Rebberg sind auch hier die grössten Verursacher der Treibhausgasemissionen.

5.3 VERGLEICH BIO- UND ÖLN-TRAUBENPRODUKTION

Aus Abbildung 5-3 wird ersichtlich, dass die Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit der biologischen und ÖLN-Produktion von Trauben auf einem vergleichbaren Niveau ist. Auffällig ist aber die deutlich geringere Umweltbelastung durch die biologische Traubenproduktion bei PIWI-Sorten. Im Durchschnitt verursacht die biologische PIWI-Traubenproduktion um 49 % geringere Umweltbelastungen als die ÖLN-Produktion von Europäersorten.

Sowohl bei der ÖLN- als auch bei der biologischen Traubenproduktion tragen die direkten Emissionen im Rebberg am stärksten zum Treibhauspotenzial bei. Der höchste Anteil der direkten Emissionen an der Gesamtumweltbelastung wird auf einem biologischen Rebberg in der Ostschweiz (D-CH Bio 2) mit einem Beitrag von 94 % erreicht. Die direkten Emissionen entstehen durch den produktionsbedingten Nährstoffumsatz im Boden. Dieser Nährstoffumsatz findet auch ohne Düngerzugabe statt.

Die direkten Emissionen verursachen ebenfalls den grössten Anteil (88 %) der Umweltbelastungen bei der Bewirtschaftung der Rebberge gemäss den Agroscope-Daten.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

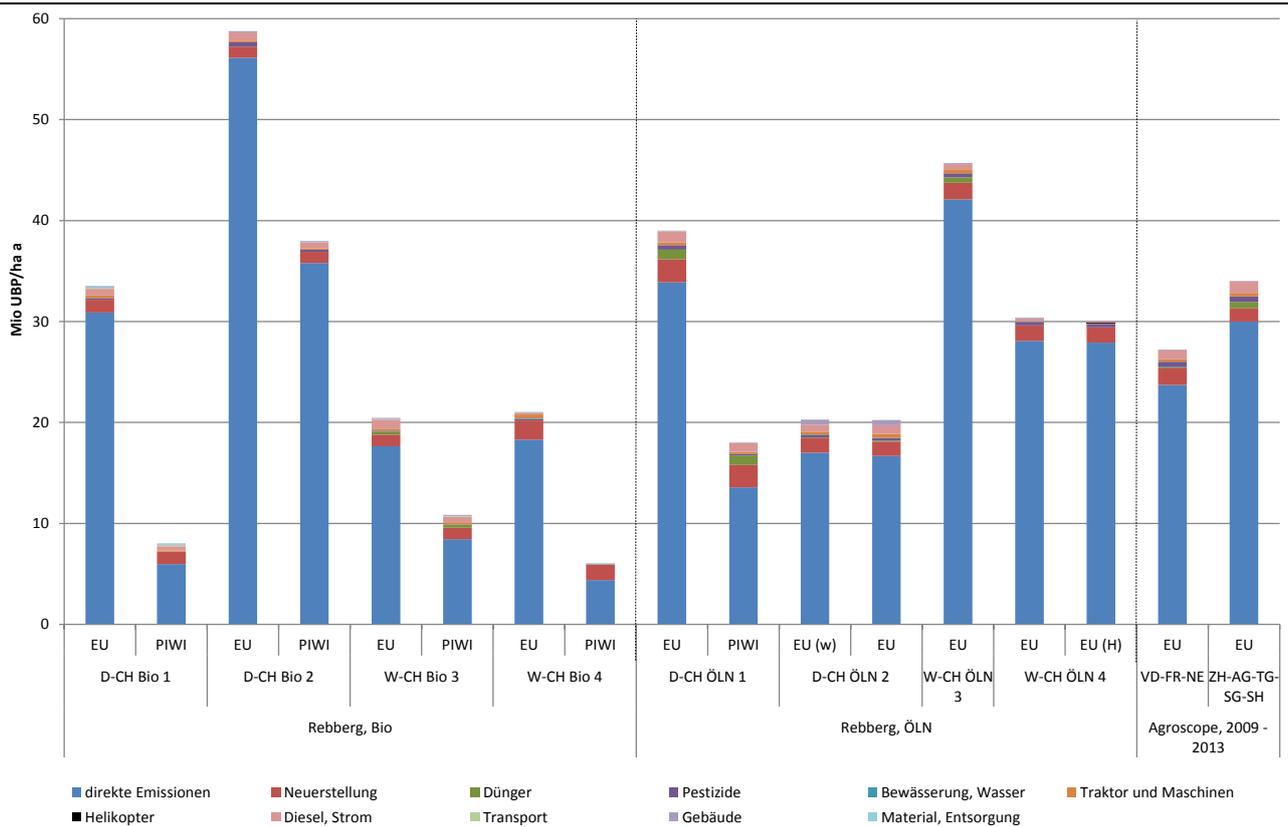


Abbildung 5-3: Gesamtumweltbelastung [UBP] der biologischen und ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres

Das Hauptproblem der biologischen Bewirtschaftung des Rebbergs sind die Schwermetalleinträge in den Boden (Abbildung 5-4). Der Anteil der Umweltbelastung durch Einträge von Schwermetallen in die Böden beträgt bis zu 86 % an der Gesamtumweltbelastung. Dies ist hauptsächlich auf die Kupfereinträge durch die Ausbringung von kupferhaltigen Fungiziden zurückzuführen.

Bei der ÖLN-Traubenproduktion tragen die Einträge von Schwermetallen in die Böden, hauptsächlich Kupfer, bis zu 58 % und die Pestizidbelastung der Böden mit bis zu 56 % am stärksten zur Umweltbelastung durch die Bewirtschaftung eines Rebbergs bei (Abbildung 5-4). Die Hauptverursacher der Gesamtumweltbelastung der Agroscope-Rebberge sind ebenfalls die Pestizid- und Schwermetalleinträge in die Böden, jedoch zu geringeren prozentualen Anteilen (max. 38 %).

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

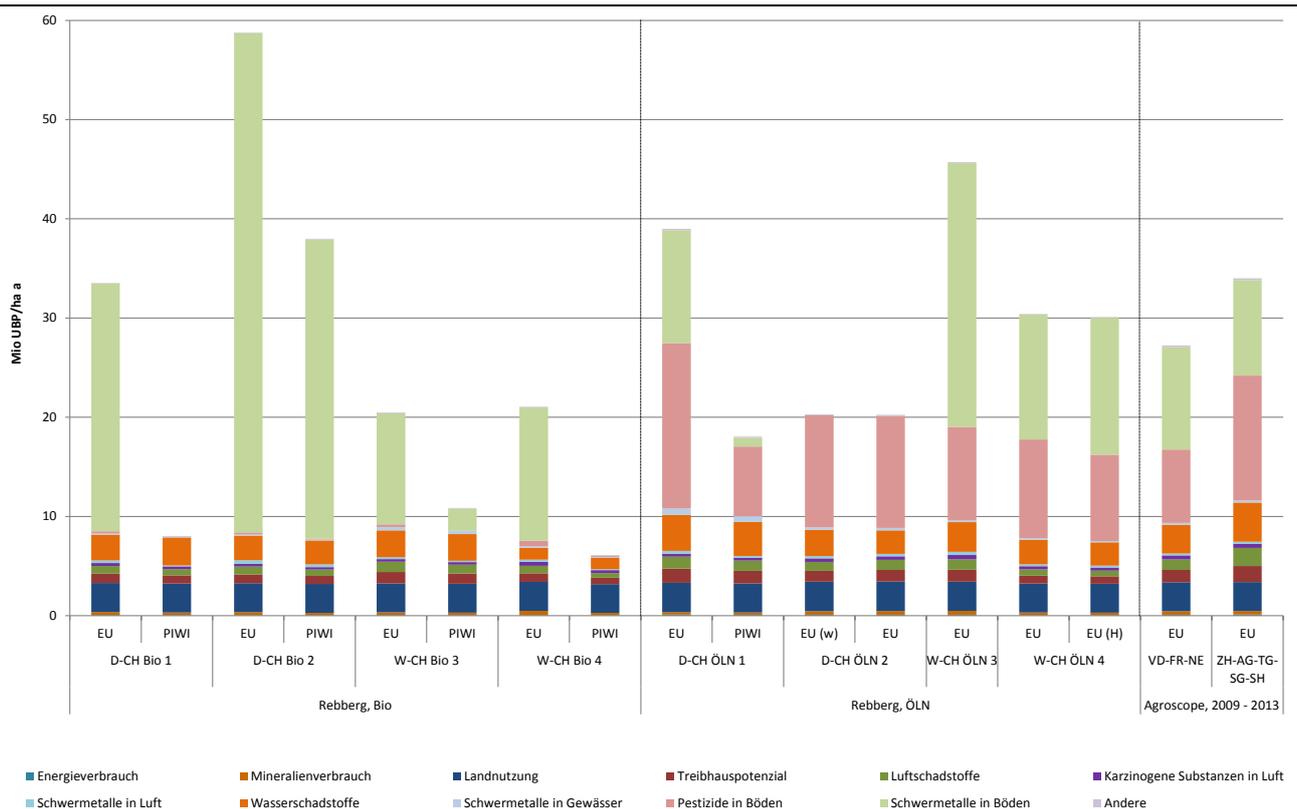


Abbildung 5-4: Gesamtumweltbelastung [UBP] der biologischen und ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebbegg während eines Jahres, aufgegliedert in die Wirkungskategorien mit der Bewertung der Kupfer-Emissionen als Schwermetalleintrag in den Boden

Bei Betrachtung der Gesamtumweltbelastung (Abbildung 5-4) verursacht auf demselben Weingut die Bewirtschaftung von PIWI-Sorten durchschnittlich geringere Umweltbelastungen als die Bewirtschaftung der Europäersorten. Dies ist hauptsächlich auf die reduzierte Düngung und Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln zurückzuführen. Demzufolge sind auch der Maschineneinsatz und der Dieserverbrauch geringer und die Reduzierung oder der Verzicht von Pflanzenschutzmitteln minimiert den Eintrag von Schwermetallen – hauptsächlich Kupfer – in die Böden. Bei den Agroscope-Daten sind die Pestizid- und Schwermetalleinträge in die Böden in ähnlichen Anteilen an der Gesamtumweltbelastung beteiligt wie bei den selbst erhobenen ÖLN-Betrieben.

5.4 SENSITIVITÄTSBETRACHTUNG DES KUPFER-EINTRAGS IN DEN BODEN

In der Methode der ökologischen Knappheit 2013 wird der Kupfereintrag in die Böden mit einem Ökofaktor von 14'000 UBP/g bewertet, der aus der Bodenschutz-Gesetzgebung abgeleitet ist. Aufgrund dieses sehr hohen Ökofaktors werden die Auswertungen durch die Kupferemissionen dominiert (siehe Abbildung 5-4). Der Ökofaktor von Kupfer ist somit deutlich höher als jener über den Eintrag der Emissionen von kupferhaltigen synthetischen Pflanzenschutzmitteln (PSM) mit gleicher Fungizid-Wirkung (Frischknecht et

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

al., 2013). Werden die Kupferemissionen nach der Pflanzenschutzmittel-Gesetzgebung beurteilt, wird ein Emissionsfaktor von 420 UBP/g Kupfer angewendet (Frischknecht et al., 2013, S. 277). Die Umweltbelastung der Traubenproduktion ausgewertet mit der geringeren Gewichtung der Kupferemissionen als kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ist in Abbildung 5-5 dargestellt.

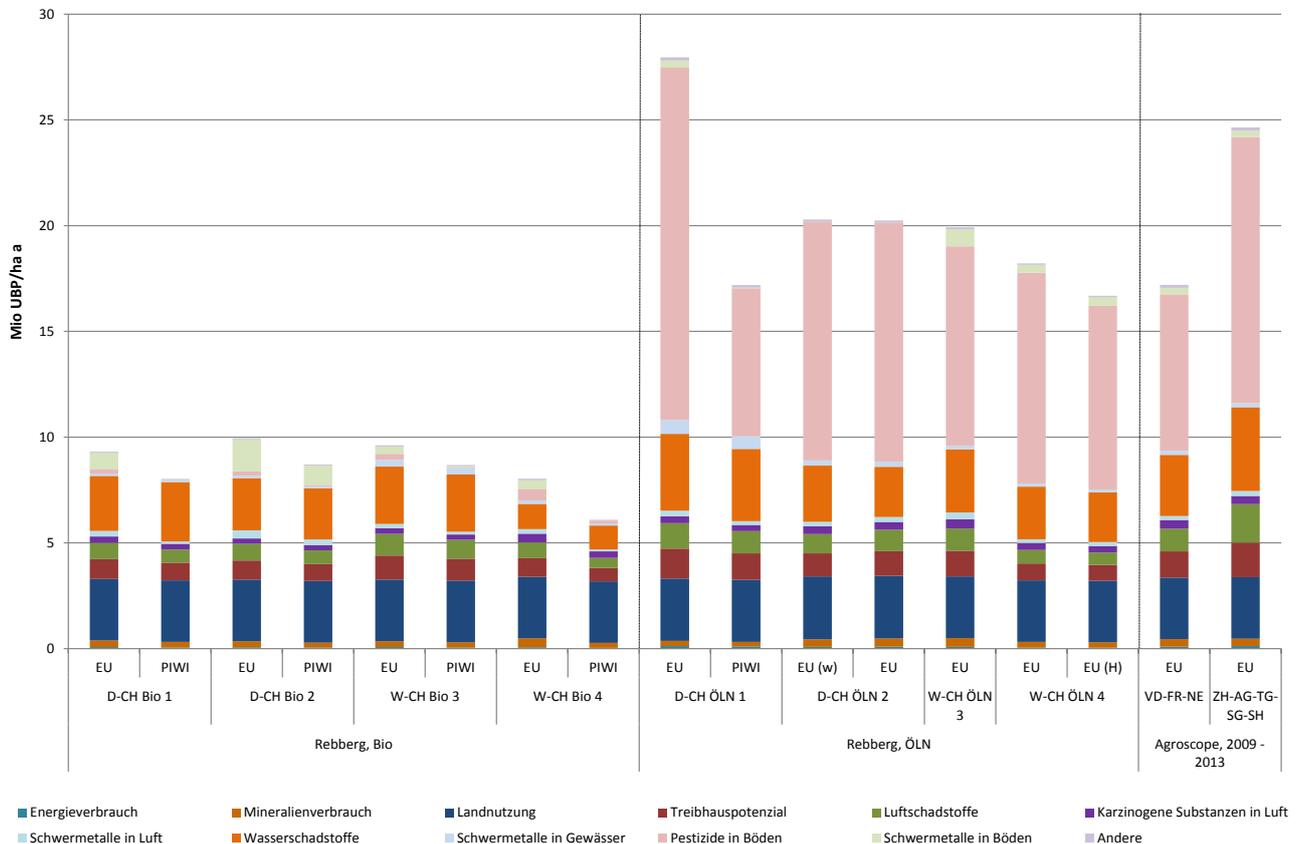


Abbildung 5-5: Gesamtumweltbelastung [UBP] der ÖLN- und biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres, aufgliedert in Wirkungskategorien mit der Bewertung der Kupferemissionen über den Ökofaktor als PSM

Bei der Bewertung der Kupferemissionen als von kupferhaltigen PSM stammende Emissionen in der Methode der ökologischen Knappheit dominieren die Schwermetalleinträge in den Boden die Umweltbelastung nicht mehr (Abbildung 5-5). In der ÖLN-Produktion wird durch die Pestizideinträge in die Böden bei der Bewirtschaftung von Europäersorten die Umwelt am stärksten belastet. Dabei wird der Unterschied zur biologischen Traubenproduktion deutlicher, die eine Anwendung von synthetischen Pflanzenschutzmitteln verbietet.

Wie aus Abbildung 5-6 ersichtlich ist, tragen die direkten Emissionen, auch wenn Kupfer mit dem Ökofaktor als PSM bewertet ist, sowohl bei der ÖLN- als auch bei der biologischen Traubenproduktion bis zu 87 % zur Gesamtumweltbelastung bei. Diese Emissionen entstehen, neben der Ausbringung von

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

Pflanzenschutzmitteln, vor allem in Form von Lachgas und Nitrat aufgrund der bakteriellen Mineralisierung des Stickstoffdüngers.

Die Gesamtumweltbelastung basierend auf den Agroscope-Datensätzen setzt sich aus ähnlichen Anteilen zusammen wie die Gesamtumweltbelastung in den analysierten ÖLN-Betrieben. Bei der Bewertung der Kupferemissionen mit dem Ökofaktor als PSM sind die direkten Emissionen der Hauptverursacher der Gesamtumweltbelastung, gefolgt von der Neuerstellung der Rebanlage und dem Dieserverbrauch.

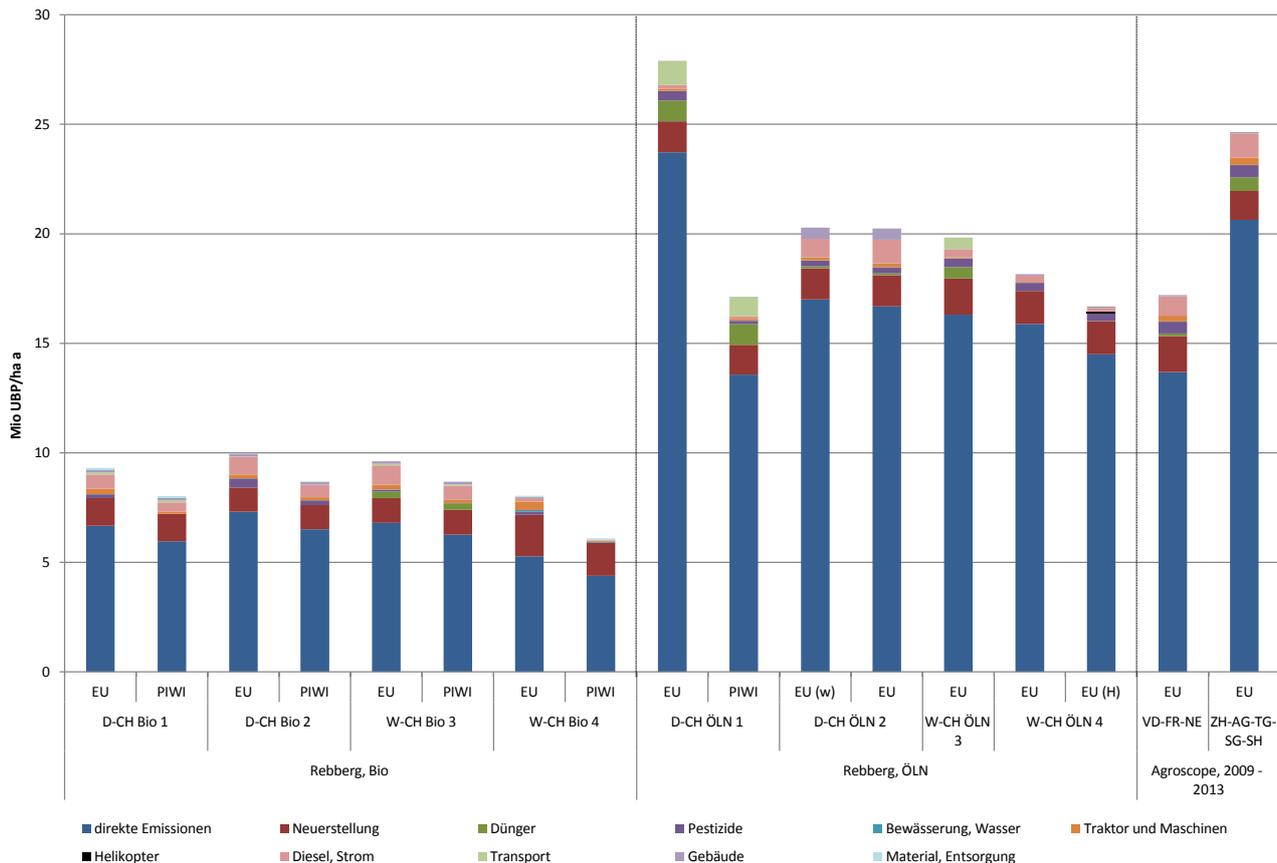


Abbildung 5-6: Gesamtumweltbelastung [UBP] der ÖLN- und biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebborg während eines Jahres, aufgegliedert in Schadstoffquellen mit der Bewertung der Kupferemissionen über den Ökofaktor als PSM

5.5 NEUERSTELLUNG EINER REBANLAGE

Die Neuerstellung einer Rebanlage mit Stahlpfählen weist ein grösseres Treibhauspotenzial auf als die Erstellung einer Anlage mit Beton- oder Holzpfählen, wie aus Abbildung 5-7 ersichtlich wird. Holzpfähle verursachen 28 % weniger Treibhausgasemissionen als Stahlpfähle, obwohl letztere – wie auch die Betonpfähle – eine längere Standzeit überdauern. Bei allen drei Varianten verursacht die Produktion des Materials die grösste Umweltbelastung. Werden zur Neuerstellung der Rebanlage Stahlpfähle verwendet,

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

verursachen diese 94 % der gesamten Umweltbelastungen. Werden Holzpfähle verwendet, tragen diese mit 89 % zu den gesamten Emissionen bei.

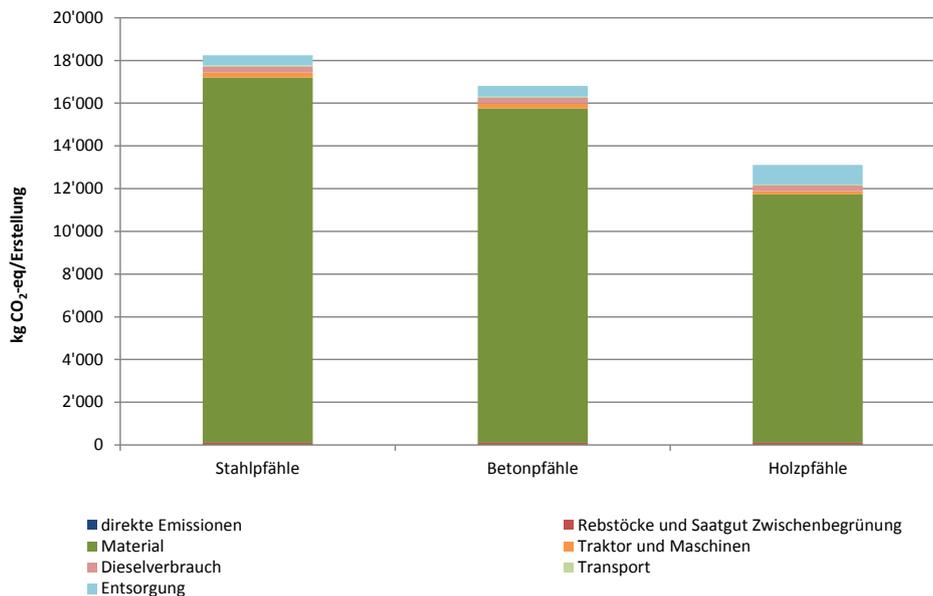


Abbildung 5-7: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq] der Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit Stahlpfählen, Betonpfählen und Holzpfählen

Bei Betrachtung der entstehenden Umweltprobleme durch die Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit entweder Stahl-, Beton- oder Holzpfählen ist die Gesamtumweltbelastung der Neuerstellung mit Holzpfählen am grössten. Die Umwelt wird hauptsächlich durch Einträge des schwermetallhaltigen Imprägnierungsmittels in den Boden und in die Gewässer belastet (Abbildung 5-8).

Bei der Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit Stahl- oder Betonpfählen werden Luftschadstoffe emittiert, die rund einen Drittel der gesamten Umweltbelastung ausmachen.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Traubenproduktion

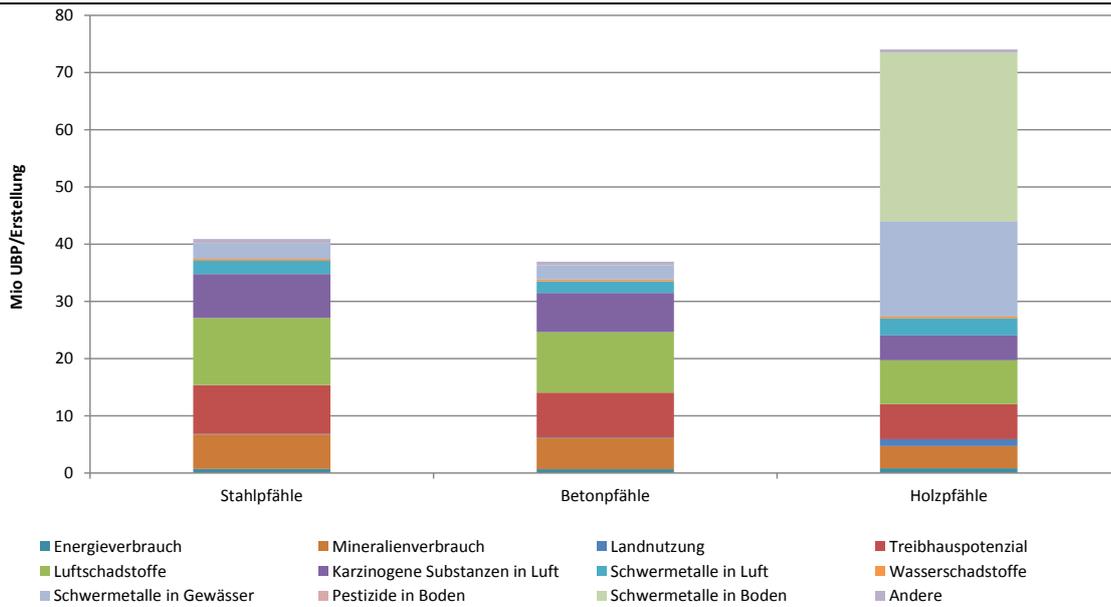


Abbildung 5-8: Gesamtumweltbelastung der Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit Stahlpfählen, Betonpfählen und Holzpfählen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] aufgegliedert nach Wirkungskategorien

6 WIRKUNGSABSCHÄTZUNG DER BIO- UND ÖLN-WEINPRODUKTION

In den folgenden Kapiteln werden die Resultate der Wirkungsabschätzung zur Weinproduktion dargestellt. Die Ergebnisse für die verschiedenen Umweltindikatoren, wie das Treibhauspotenzial und die Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit, werden dabei jeweils auf eine Flasche biologischen und ÖLN-Wein von 0.75 Liter ab Produktionsstätte bezogen, erläutert.

6.1 TREIBHAUSPOTENZIAL VON ROTWEIN

Das Treibhauspotenzial der Bio-Rotweine liegt zwischen 0.7 kg CO₂-eq und 1.0 kg CO₂-eq pro Flasche, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen Bio-Rotwein aus Europäer- oder PIWI-Sorten erkennbar ist (Abbildung 6-1). Die Traubenproduktion (bis max. 41 %) und die Flaschenausstattung (bis max. 46 %) tragen am meisten zum Treibhauspotenzial bei.

Bei der Herstellung der ÖLN-Rotweine wie auch bei der biologischen Weinproduktion tragen die Traubenproduktion auf dem Rebberg und die Flaschenausstattung am meisten zu den gesamten Treibhausgasemissionen bei. Verglichen mit den Bio-Rotweinen werden durch ÖLN-Rotweine aufgrund der höheren Klimabelastung in der Traubenproduktion durchschnittlich das 1.3-fache der Treibhausgasemissionen pro Flasche Wein freigesetzt (durchschnittlich 1.2 kg CO₂-eq statt 0.9 kg CO₂-eq).

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

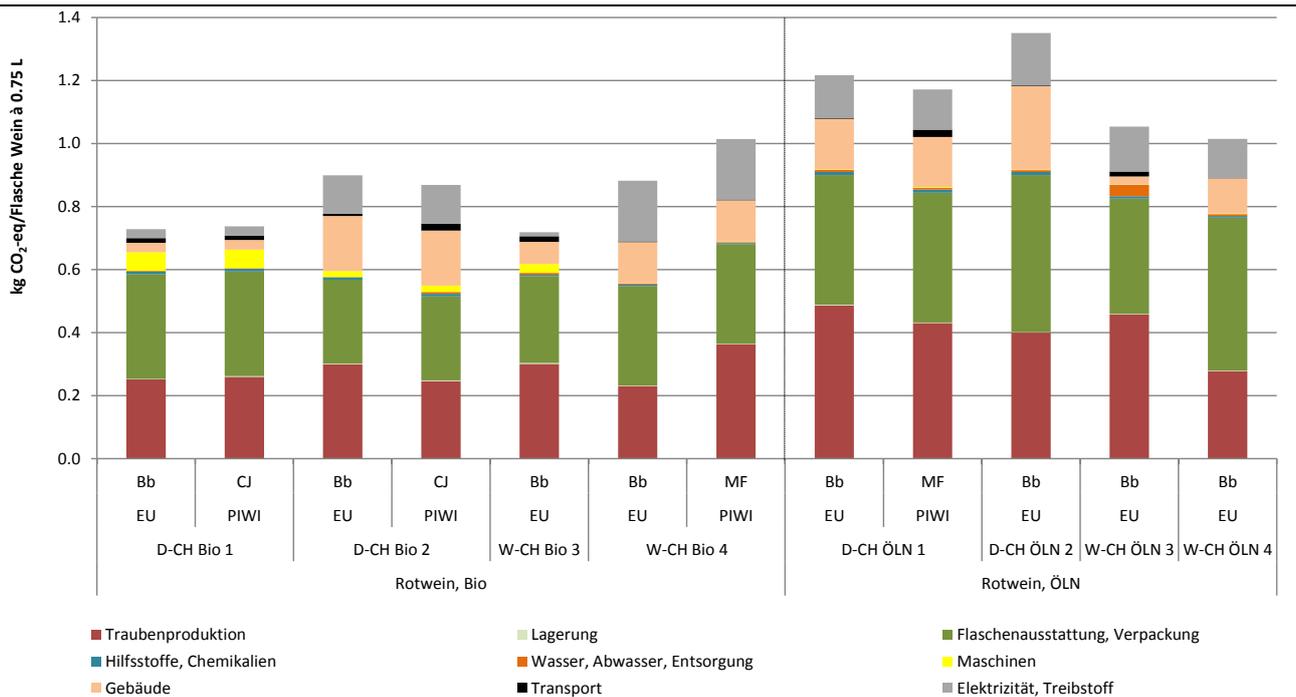


Abbildung 6-1: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq] der Herstellung einer Flasche Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität

Die Ursache des hohen Beitrags der Traubenproduktion am Treibhauspotenzial (Abbildung 6-1) ist auf die Bewirtschaftung des Rebbergs zurückzuführen und in Kapitel 5 beschrieben. Die hohen Emissionen der Flaschenausstattung resultieren aus der energieintensiven Glasherstellung.

Der unterschiedlich hohe Anteil der Traubenproduktion an den gesamten Treibhausgasemissionen hängt vom Ertrag der jeweiligen Rebsorte ab. Bei hohen Erträgen fallen die Umweltbelastungen pro Kilogramm Trauben und somit pro Flasche geringer aus als bei niedrigen Erträgen. Weiter wird das Treibhauspotenzial durch die Ausbeute eines Kilogramms Trauben bestimmt. Je mehr Wein aus einem Kilogramm Trauben hergestellt werden kann, desto geringer fallen die Treibhausgasemissionen pro Flasche Wein aus. Die Ausbeute variiert zwischen 68 % und 80 %. Elektrizität und Treibstoff werden für die Prozesse Erwärmung, Kühlung und Vakuumverdampfung (nur Blauburgunder von D-CH ÖLN 1) benötigt.

6.2 TREIBHAUSPOTENZIAL VON WEISSWEIN

Das Treibhauspotenzial der Weissweine mit durchschnittlich 1.1 kg CO₂-eq (ÖLN) resp. 0.8 kg CO₂-eq (Bio) ist auf leicht tieferem Niveau als das Treibhauspotenzial der Rotweine mit 1.2 kg CO₂-eq (ÖLN) resp. 0.9 kg CO₂-eq (Bio) (Abbildung 6-2). Der ÖLN-Weisswein, hergestellt aus der Rebsorte Müller-Thurgau in der Ostschweiz (D-CH ÖLN 2), weist mit 1.3 kg CO₂-eq das höchste Treibhauspotenzial auf. Wie auch bei

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

den biologisch produzierten Rotweinen tragen die Traubenproduktion und die Flaschenausstattung inkl. Verpackung am stärksten zum Treibhauspotenzial bei.

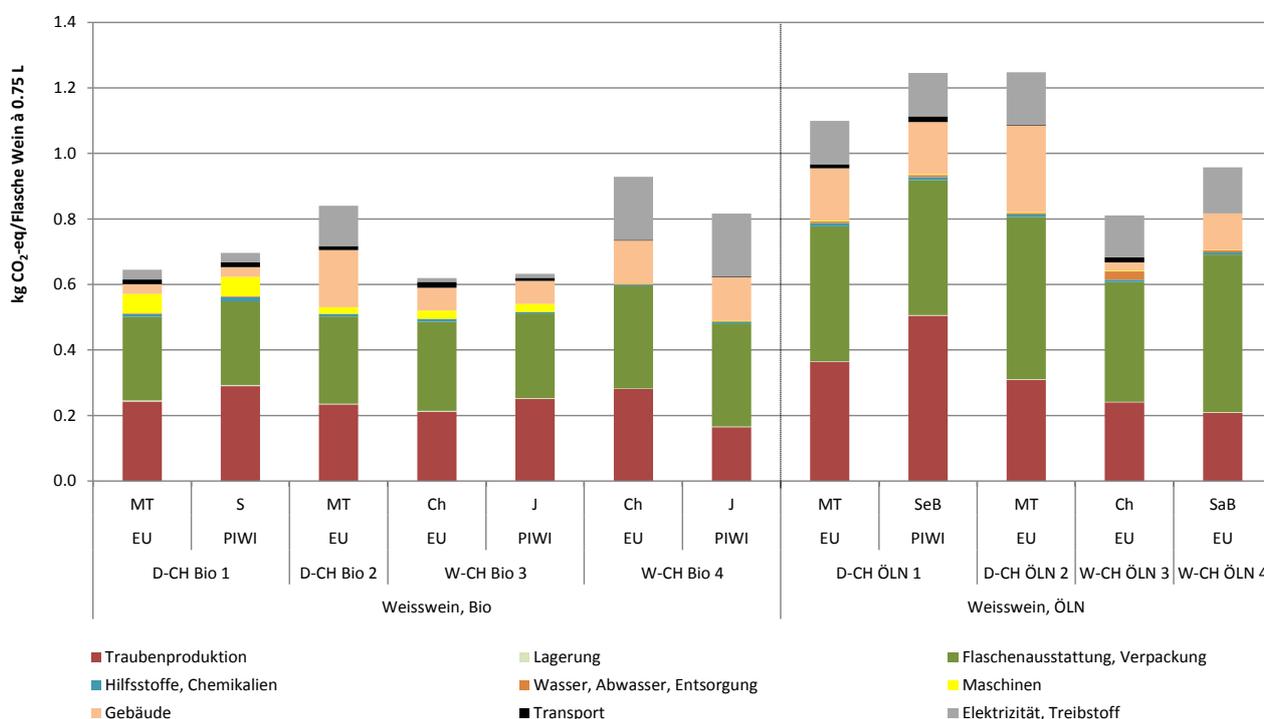


Abbildung 6-2: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq] der Herstellung einer Flasche Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität aufgegliedert in die Schadstoffquellen

Die geringeren Treibhausgasemissionen der Weissweinproduktion im Vergleich zur Rotweinproduktion sind auf die durchschnittlich höheren Erträge der weissen gegenüber den roten Rebsorten zurückzuführen. Die bereits im vorherigen Kapitel erwähnte Erklärung zu den Umweltbelastungen der Glasproduktion trifft auch auf die Weissweinproduktion zu.

Wie in Abbildung 6-2 deutlich wird, verursacht die Produktion von Weisswein aus der PIWI-Rebsorte Seyval Blanc höhere Treibhausgasemissionen als die Weissweinproduktion aus Europäersorten. Dies ist durch den vergleichsweise eher niedrigen Ertrag von Seyval Blanc mit rund 6'000 kg/ha zu erklären, gegenüber Chasselas von W-CH Bio 3, wo ein Ertrag von 10'000 kg/ha erzielt wird.

6.3 GESAMTUMWELTBELASTUNG GEMÄSS DER METHODE DER ÖKOLOGISCHEN KNAPPHEIT

Bei der Bewertung mit der Methode der ökologischen Knappheit verursacht die Traubenproduktion zur Herstellung von Rot- und Weisswein in ÖLN- und Bio-Qualität die grössten Umweltbelastungen. Die Erklärungen zur Traubenproduktion finden sich in Kapitel 5. Der Anteil der Traubenproduktion an der Gesamtumweltbelastung beträgt bis zu 89 % (Abbildung 6-3).

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Neben der Traubenproduktion steuert die Flaschenausstattung inklusive Verpackung maximal 20 % zur Gesamtumweltbelastung bei. Dies ist auf die energie- und materialintensive Herstellung des Glases zurückzuführen. Die Gebäudeinfrastruktur trägt maximal 21 % der Gesamtumweltbelastung, wie in Abbildung 6-3 ersichtlich ist. Der Anteil der Gebäude ist betriebsspezifisch und variiert stark zwischen den einzelnen Betrieben. Bei kleiner Betriebsfläche und/oder hohen Erträgen sinkt der Anteil der Gebäude pro Flasche Wein. Die Lagerung des Weins, der Einsatz von Hilfsstoffen und Chemikalien sowie der Wasserverbrauch belasten die Umwelt nur in geringem Mass (maximal 3 % der Gesamtumweltbelastung).

In der Produktion von Rot- und Weisswein gemäss den Agroscope-Datensätzen verursacht die Traubenproduktion durchschnittlich 67 % der Gesamtumweltbelastung und liegt damit tiefer als der durchschnittliche Anteil bei der ÖLN-Weinproduktion von 73 %.

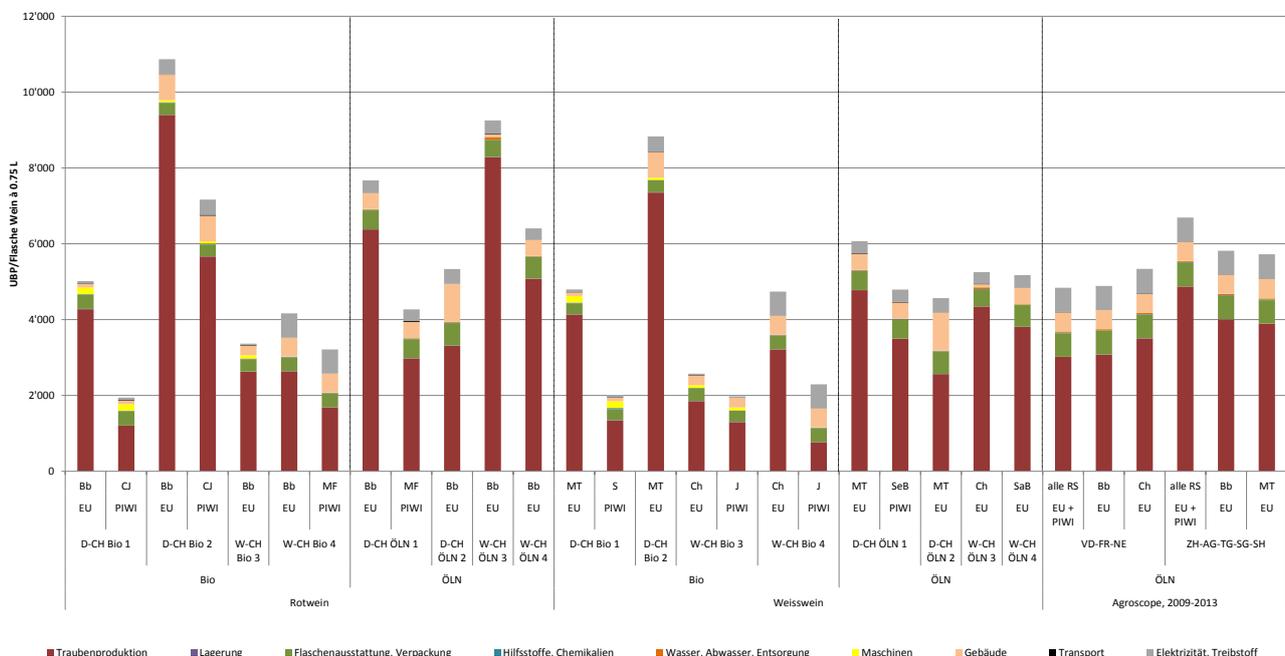


Abbildung 6-3: Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität aufgegliedert nach Schadstoffquellen

Bei Betrachtung der entstehenden Umweltprobleme in der Weinproduktion wird deutlich, dass bei biologisch produzierten Weinen die Schwermetalleinträge in die Böden höher sind als bei der ÖLN-Produktion (Abbildung 6-4). Dies ist auf die Applikation von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln in der biologischen Traubenproduktion (siehe Kapitel 5) zurückzuführen. Die in der Abbildung 6-4 dargestellten Pestizideinträge in die Böden sind nur in der ÖLN-Weinproduktion vorhanden, weil in dieser Wirkungskategorie chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel bewertet werden, welche im Biolandbau nicht zugelassen sind. Luftschadstoffe werden durch das Betreiben von Dieselfahrzeugen im Rebberg sowie bei der Wärmebereitstellung in der Glasindustrie emittiert.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Der Vergleich der Bio-Weine aus Europäer- und PIWI-Sorten zeigt, dass PIWI-Weine eine geringere Umweltbelastung verursachen als die Weine aus Europäersorten. Da in der Kellerei die Europäer- und PIWI-Weine gleich gekeltert werden, sind die Unterschiede auf die Traubenproduktion zurückzuführen (siehe Kapitel 5).

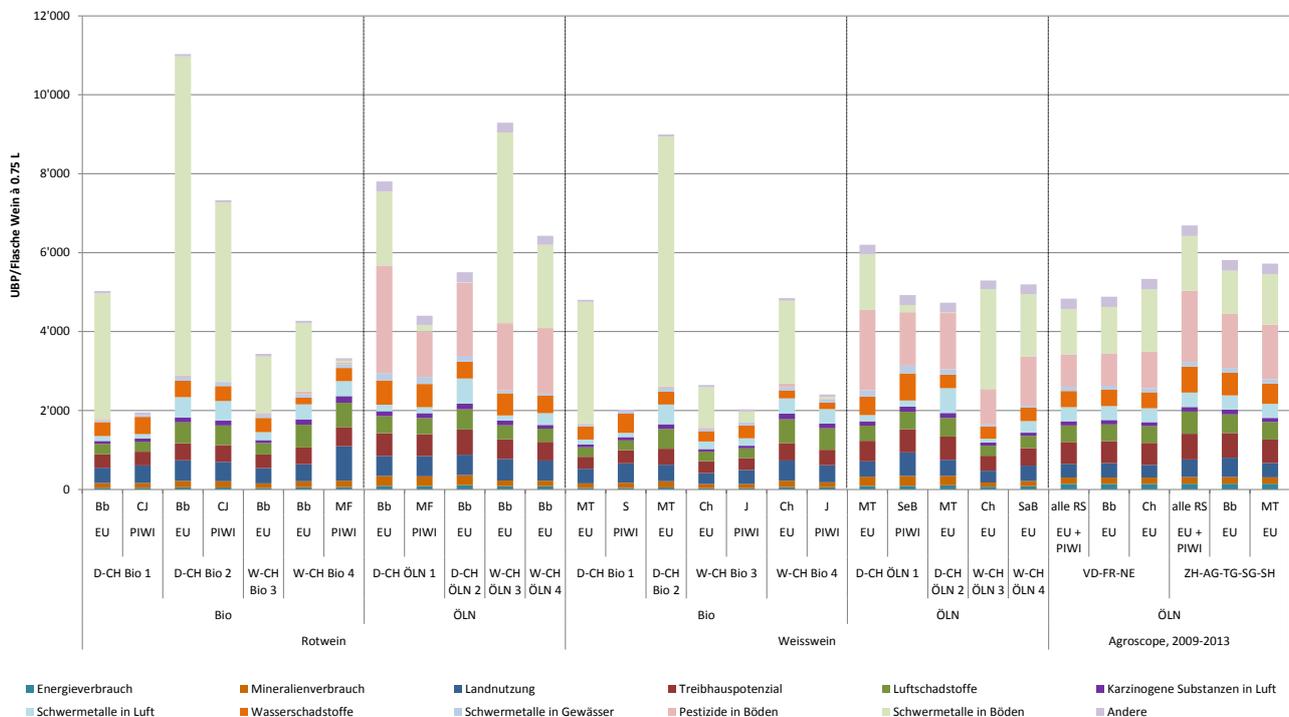


Abbildung 6-4: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] aufgegliedert in die Wirkungskategorien

6.4 SENSITIVITÄTSBETRACHTUNG DES KUPFER-EINTRAGS IN DEN BODEN

Nachfolgend wird die Gesamtumweltbelastung der Weinproduktion nach den biologischen und den ÖLN-Richtlinien erläutert. Im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung wird dabei bei der angewendeten Methode der ökologischen Knappheit 2013 der Kupfereintrag mit dem tieferen Ökofaktor als Pflanzenschutzmittel und nicht mit dem Ökofaktor als Schwermetall bewertet. Zuerst erfolgt der Vergleich zwischen einer Flasche Rot- und Weisswein, anschliessend wird die Produktion von Rotwein und Weisswein detaillierter betrachtet.

6.4.1 ROTWEINE

Abbildung 6-5 stellt die Gesamtumweltbelastung gemäss der Methode der ökologischen Knappheit von Rotwein in ÖLN- und Bio-Qualität dar, wenn die Kupfereinträge in den Boden in einer

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Sensitivitätsbetrachtung mit einem tieferen Ökofaktor für Kupfer als PSM bewertet werden. In dieser Analyse liegt die Umweltbelastung von Rotwein in Bio-Qualität aufgrund des Verzichts von synthetischen Pflanzenschutzmitteln deutlich tiefer als diejenige von Rotwein in ÖLN-Qualität. Die Umweltbelastungen durch Pestizideinträge in Boden, Schwermetalleinträge in Gewässer, Luft und Boden sowie die Auswaschung von Schadstoffen in Gewässer werden hauptsächlich durch die Bewirtschaftung der Trauben verursacht. Der Verbrauch an Energie und Mineralien sowie die Auswaschungen in die Gewässer werden grösstenteils durch die Weinproduktion verursacht.

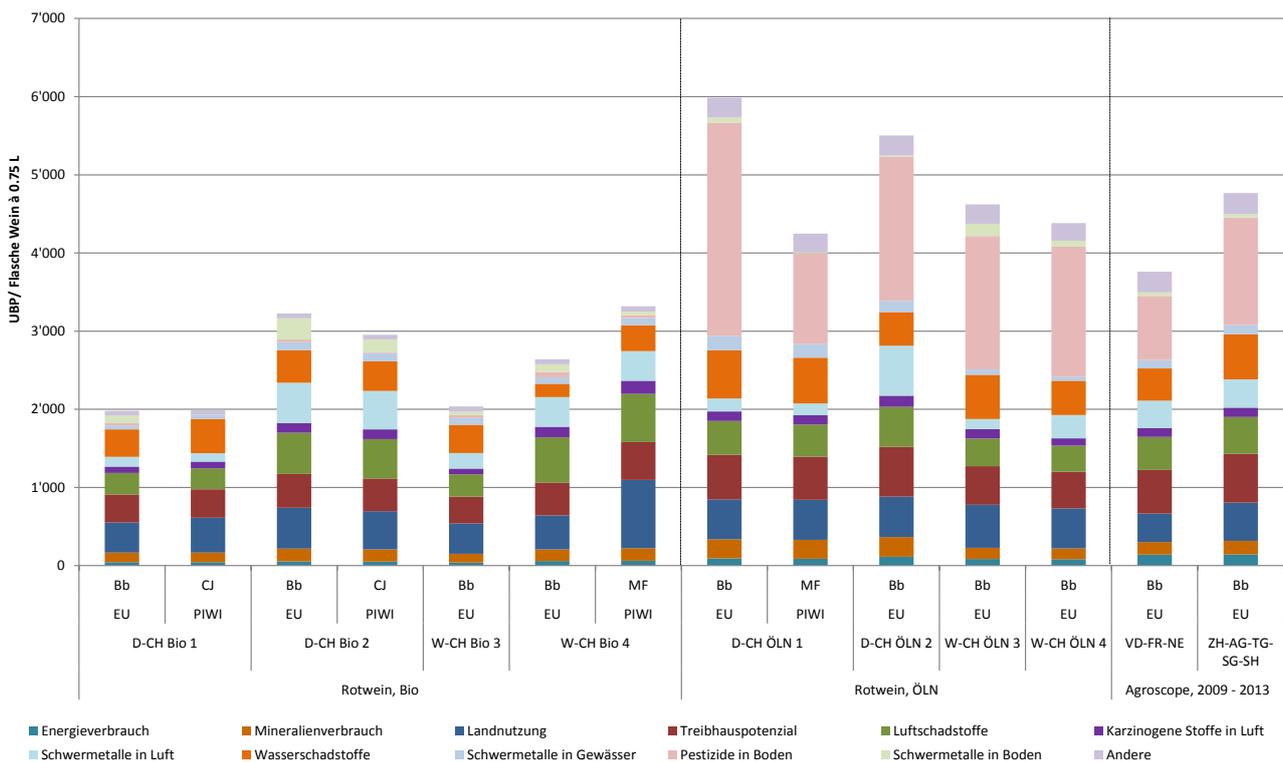


Abbildung 6-5: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgegliedert in die Wirkungskategorien

Die durchschnittlich doppelt so hohen Treibhausgasemissionen pro Flasche ÖLN-Rotwein verglichen mit den Emissionen pro Flasche Bio-Rotwein sind auf energieintensive Erwärmungs- und Kühlungsprozesse und die Vakuumverdampfung zurückzuführen, die in der biologischen Weinproduktion nur selten bis gar nicht zur Anwendung kommen. Ein weiterer Grund ist der vermehrte Einsatz von Hilfsstoffen und Chemikalien. Bezogen auf die gesamte Weinflasche trägt der Energieverbrauch in der Kellerei durchschnittlich nur 2 % zu den gesamten Umweltbelastungen bei (Abbildung 6-5).

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

6.4.2 WEISSWEINE

Werden in einer Sensitivitätsbetrachtung in der Methode der ökologischen Knappheit die Kupferemissionen nicht mit dem Ökofaktor für Kupfer als Schwermetall in den Boden sondern als Pflanzenschutzmittel bewertet, so stellt der Kupfereintrag in den Boden im Rebberg nicht mehr die dominante Emission dar. Die Produktion der Bio-Weissweine in den analysierten Betrieben belastet die Umwelt mit je rund 20 % durch Luftschadstoffe, Treibhauspotenzial, Landnutzung und Wasserschadstoffe (Abbildung 6-6). Bei den ÖLN-Weissweinen verursachen die Pestizid-Einträge bei der Traubenproduktion maximal 42 % der Gesamtumweltbelastung. Bei der Betrachtungsweise, in welcher die Kupfereinträge in den Boden mit einem Ökofaktor als Pflanzenschutzmittel und nicht als Schwermetalleintrag bewertet werden, ist die Gesamtumweltbelastung von Bio-Weissweinen tiefer als bei ÖLN-Weissweinen.

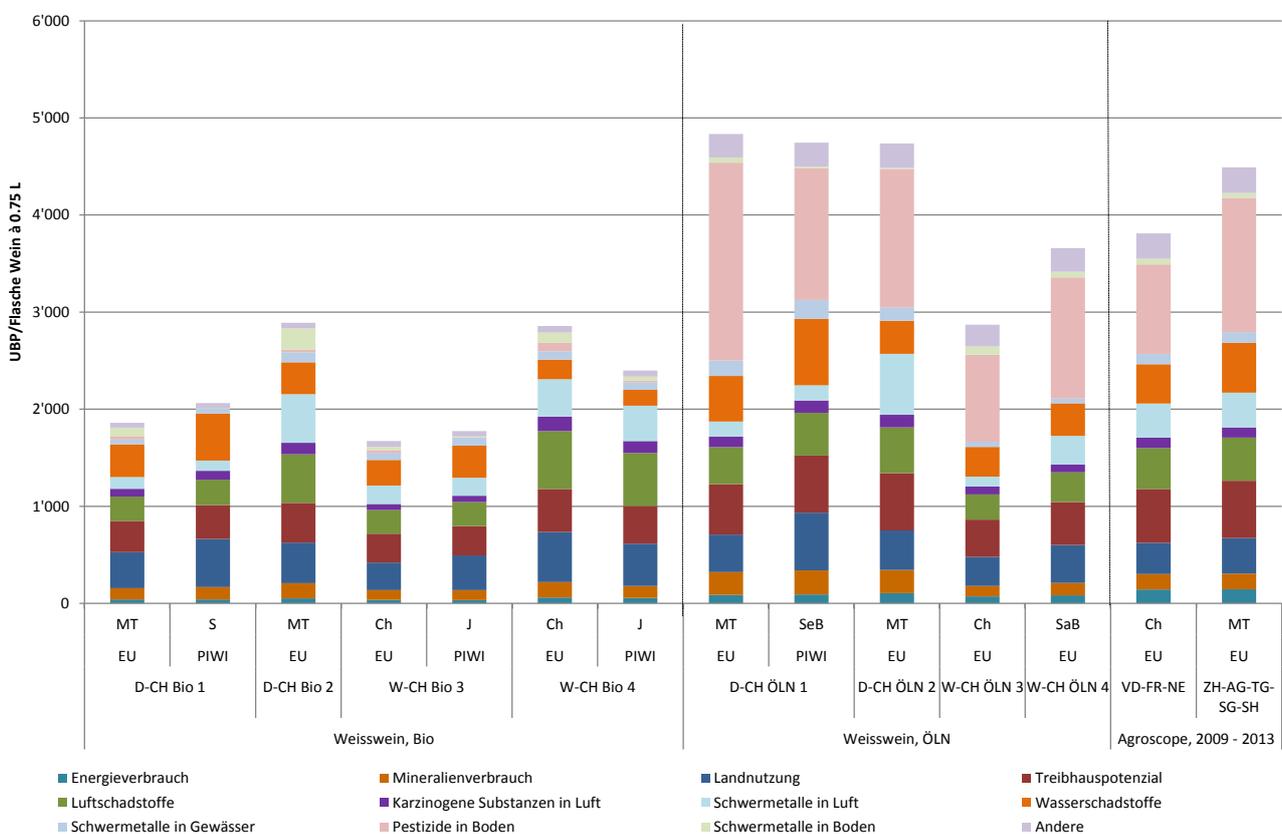


Abbildung 6-6: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgliedert in die Wirkungskategorien

6.4.3 VERGLEICH ROTWEINE UND WEISSWEINE

Der Vergleich der Rotweine mit den Weissweinen zeigt, dass sowohl bei den Rotweinen als auch bei den Weissweinen die biologische Produktion bei tieferer Bewertung der Kupfer-Emissionen tendenziell eine

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

geringere Umweltbelastung aufweist als die ÖLN-Produktion (Abbildung 6-7). Eine tiefere Umweltbelastung bei PIWI-Sorten gegenüber den Europäersorten ist bei der Hälfte der Betriebe feststellbar. Deutlich werden bei den ÖLN-Betrieben die Pestizideinträge in die Böden als Umweltbelastung sichtbar. Weitere grössere Belastungen ergeben sich durch Emissionen von Treibhausgasen und anderen Schadstoffen in die Luft.

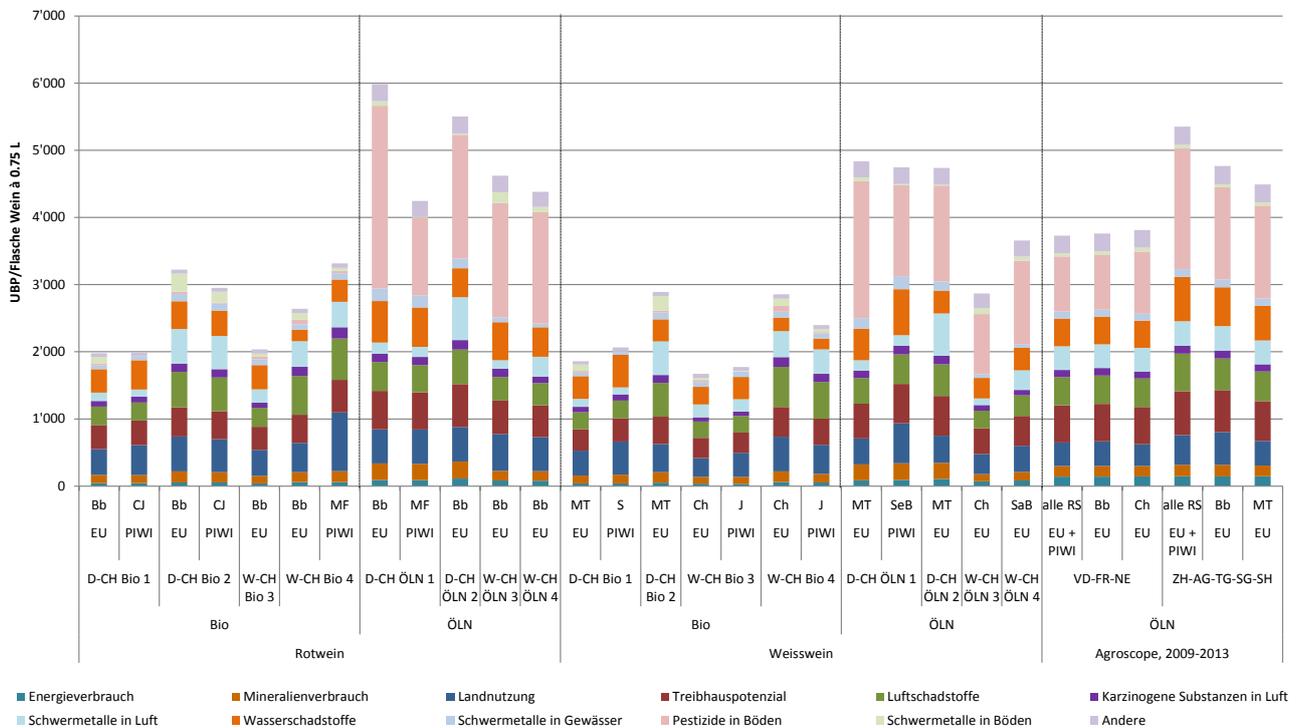


Abbildung 6-7: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Weiss- und Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgliedert in die Wirkungskategorien

6.5 AUSWIRKUNGEN AUF GESUNDHEIT UND ÖKOSYSTEME

In diesem Kapitel folgen die Auswirkungen der Bio- und ÖLN-Weinproduktion auf die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme gemäss den Auswertungen mit Umweltindikatoren von ILCD.

6.5.1 KREBSERREGENDE HUMANTOXIZITÄT

Bei der krebserregenden Humantoxizität sind Emissionen aus der Rebberg-Infrastruktur von Bedeutung. Die Auswaschung der chromhaltigen Imprägnierung der Holzpfähle, die zur Erstellung der Rebanlage von D-CH ÖLN 1 verwendet wurden, schlägt sich mit hohen Werten für die Rot- und Weissweine von D-CH ÖLN 1 nieder (Abbildung 6-8). Bei allen anderen Weinen dominieren die Chrom VI-Emissionen aus Herstellung der im Rebberg verwendeten Stahlpfähle. Da die Neuerstellung der Rebanlage nicht vom Produktionssystem

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

abhängig ist, können bei der krebserregenden Humantoxizität keine Unterschiede zwischen biologischer Produktion und Produktion nach ÖLN-Richtlinien hergeleitet werden.

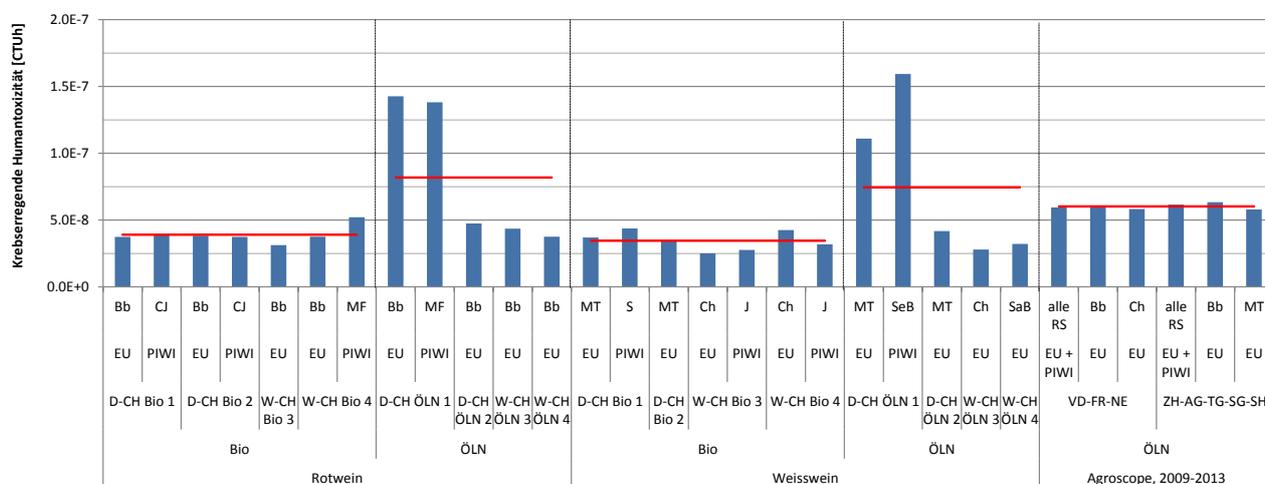


Abbildung 6-8: Krebserregende Humantoxizität [CTUh] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

6.5.2 NICHT-KREBSERREGENDE HUMANTOXIZITÄT

Bei der Toxizität von nicht-krebserregenden Stoffen für den Menschen dominieren die Zink-, Blei- und Quecksilberemissionen im Zusammenhang mit der Bereitstellung der Gebäudeinfrastruktur und dem Ausbringen der Asche aus der Holzheizung bei denjenigen Betrieben, wo eine solche vorhanden ist (Abbildung 6-9). Die direkten Emissionen durch den Einsatz von Kupfer- und Pflanzenschutzmittel im Rebberg tragen bei sämtlichen untersuchten Weinen weniger als 9 % zum Resultat bei. Daher ergibt sich für diesen Indikator keinen signifikanten Unterschied zwischen der Produktion von ÖLN-Weinen und der Produktion von biologischen Weinen.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

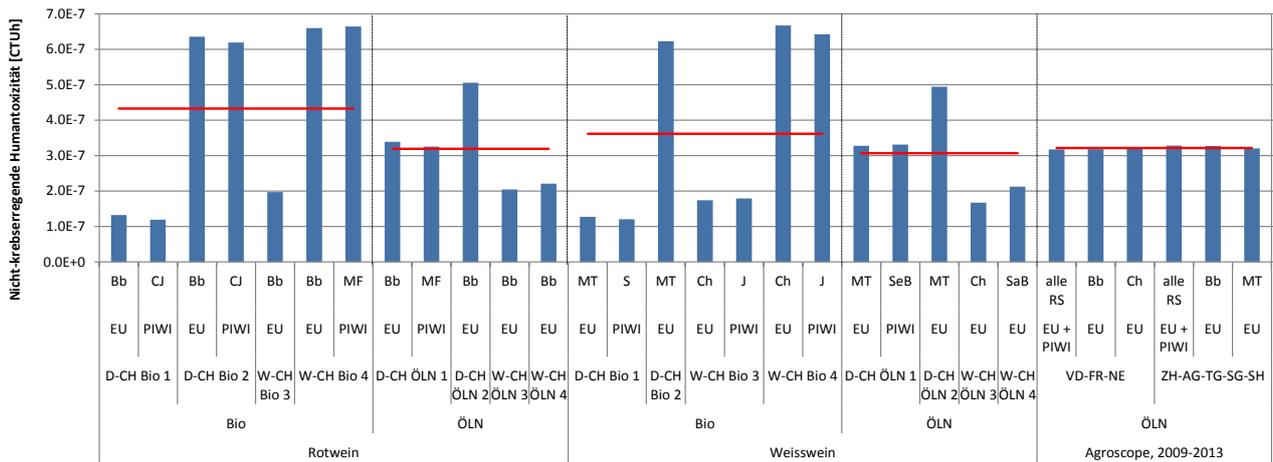


Abbildung 6-9: Nicht-krebserregende Humantoxizität [CTUH] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

6.5.3 SÜSSWASSER-ÖKOTOXIZITÄT

Bei der Süsswasser-Ökotoxizität zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen der biologischen und der ÖLN-Produktion (Abbildung 6-10). Die ÖLN-Produktion emittiert durchschnittliche nahezu 100 % mehr schädliche Stoffe in limnische Gewässer als die biologische Produktion.

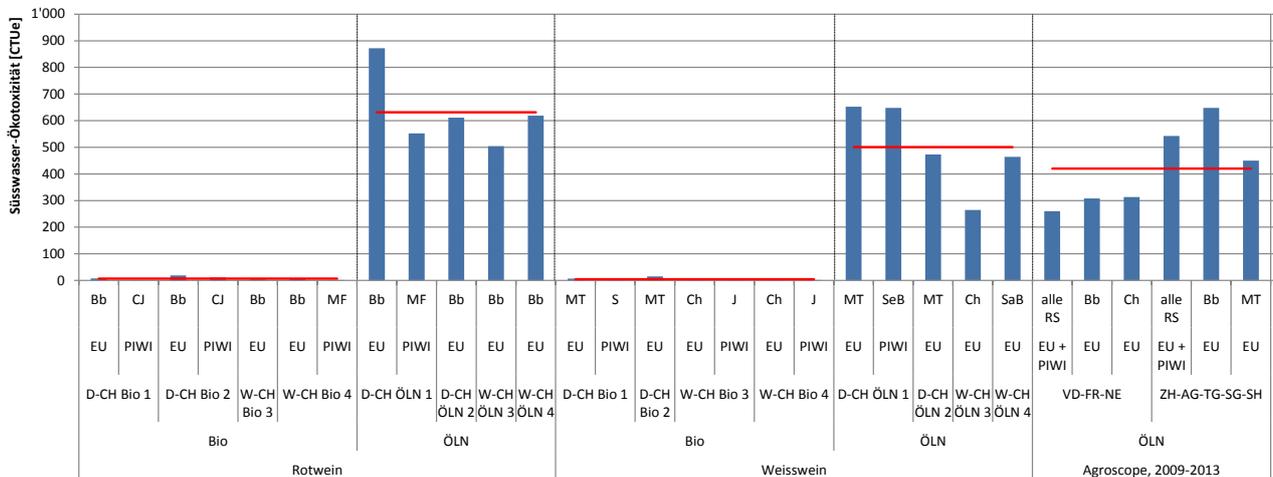


Abbildung 6-10: Süsswasser-Ökotoxizität [CTUe] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Die Belastungen von bis zu 872 CTUe (Comparative Toxic Units for aquatic ecotoxicity) pro Flasche Rotwein in der ÖLN-Produktion sind auf die Pestizidanwendungen im Rebberg und den Chemikalieneinsatz in der Kellerei zurückzuführen (Abbildung 6-10). Die biologische Weinproduktion hingegen ist für limnische Ökosysteme unbedenklich, da praktisch keine Stoffe in die Umwelt gelangen, die für solche Ökosysteme toxisch sind.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

6.5.4 FEINSTAUBBELASTUNG

Das Ausmass der Feinstaubbelastung in der Weinproduktion weist grosse, betriebsabhängige Schwankungen auf (Abbildung 6-11). Sowohl bei den Rotweinen als auch bei den Weissweinen sind die Feinstaubemissionen bei der umweltfreundlichsten Produktion um 90 % geringer als bei der Produktion mit den höchsten Emissionen. Die höchst Feinstaubbelastungen wird durch Weingüter mit einer Holzheizung verursacht.

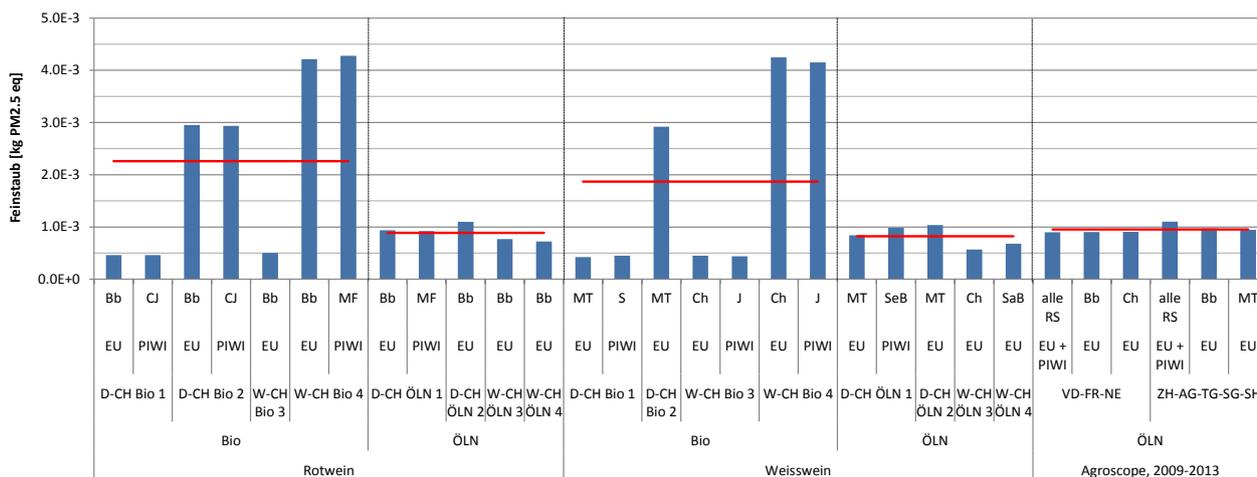


Abbildung 6-11: Feinstaubbelastung [kg PM2.5 eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Die restliche Feinstaubbelastung stammt hauptsächlich aus der Glasproduktion und dem Anteil an Kohlestrom in der chinesischen Aluminiumindustrie. Aluminium wird für Drehverschlüsse und Kapseln verwendet.

6.5.5 IONISIERENDE STRAHLUNG

Die durch die Weinproduktion verursachte ionisierende Strahlung weist einen engen Bereich bei der ÖLN-Produktion und einen tiefer liegenden, engen Bereich bei der Bio-Produktion auf (Abbildung 6-12). Innerhalb des Produktionsspektrums von ÖLN-Wein resp. von Bio-Wein sind die Schwankungen sehr gering. In der biologischen Weinproduktion ist die ionisierende Strahlung um rund 85 % geringer als bei der ÖLN-Weinproduktion.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

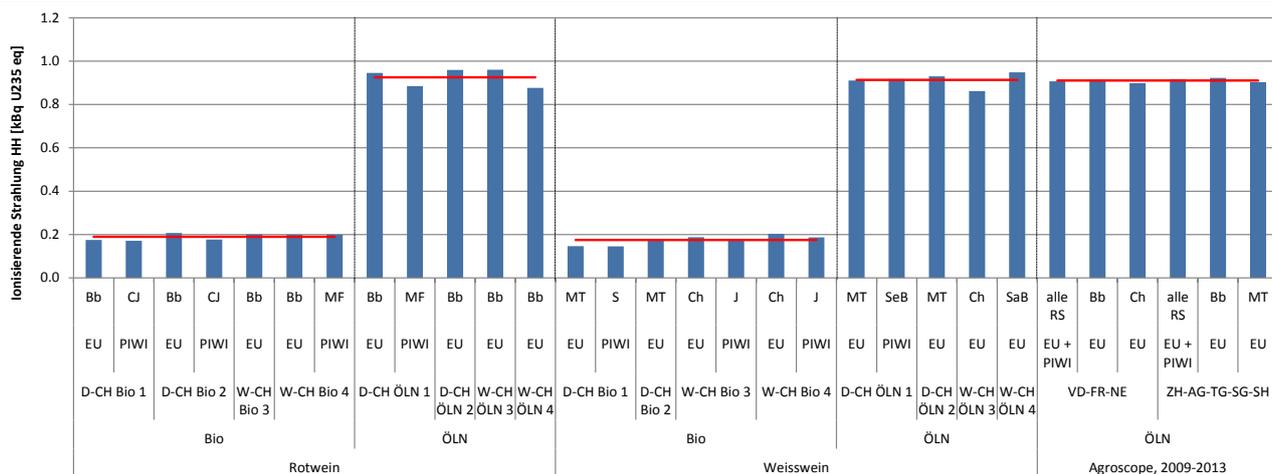


Abbildung 6-12: Ionisierende Strahlung HH [kBq U235 eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Die ionisierende Strahlung wird hauptsächlich durch den Verbrauch von Atomstrom in der Weinproduktion und der Glasproduktion verursacht.

6.5.6 VERSAUERUNG

Das durchschnittliche Versauerungspotenzial der ÖLN-Weinproduktion liegt leicht höher als das Versauerungspotenzial der biologischen Weinproduktion, wie Abbildung 6-13 zeigt.

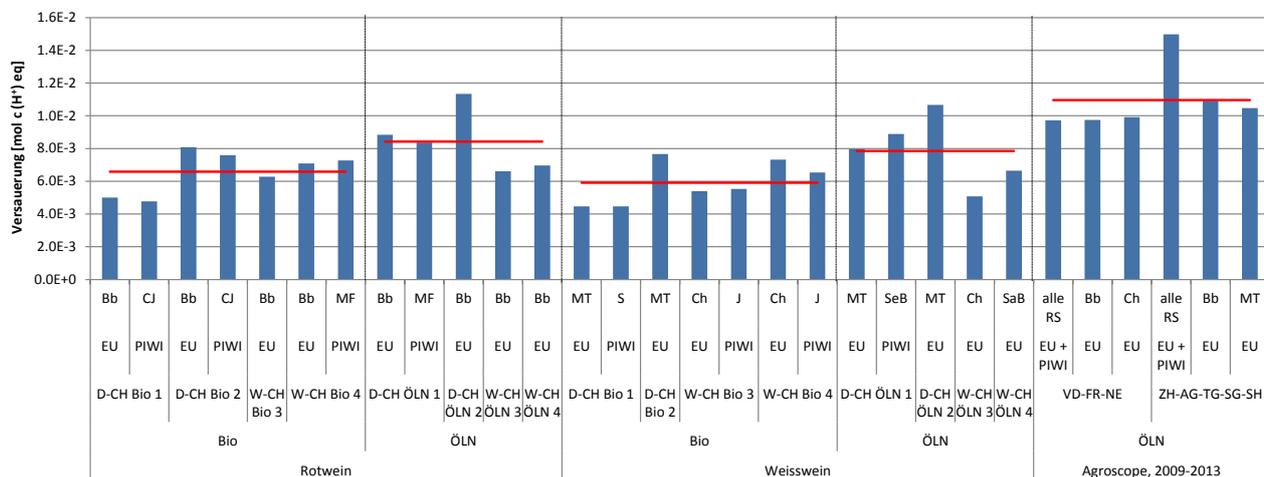


Abbildung 6-13: Versauerung [mol c (H⁺) eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Die Herstellung von Glas, der Anteil chinesischen Kohlestroms im Strommix in den Hintergrunddaten und die Kupferproduktion sind die Hauptverursacher der Versauerung in der Weinproduktion.

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

6.5.7 TERRESTRISCHE EUTROPHIERUNG

Die terrestrische Eutrophierung der biologischen Weinproduktion ist im Durchschnitt leicht tiefer als bei der ÖLN-Weinproduktion (Abbildung 6-14). Der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten terrestrischen Eutrophierung beträgt 51 %.

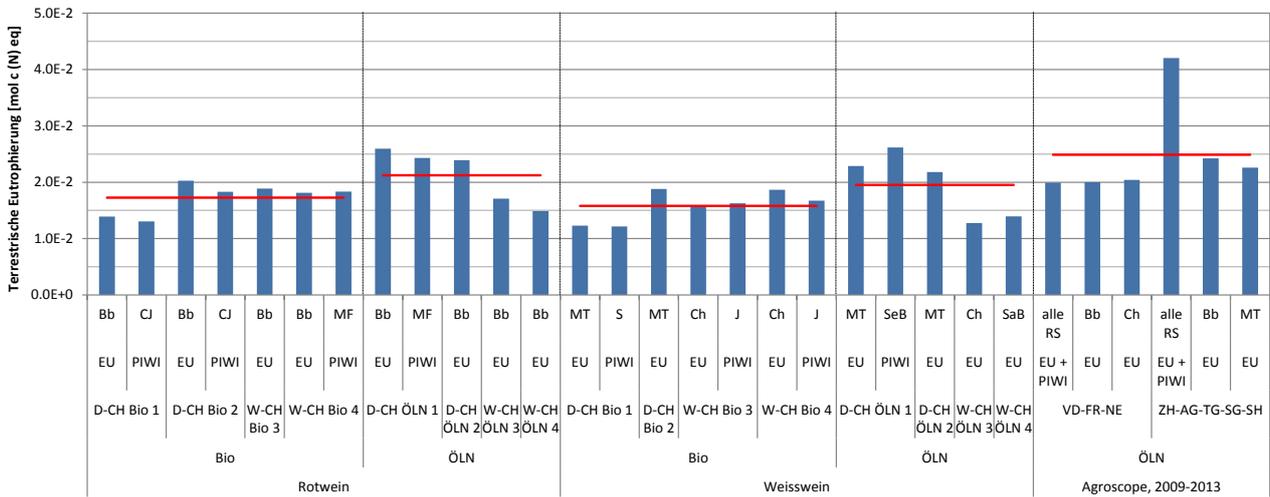


Abbildung 6-14: Terrestrische Eutrophierung [mol c (N) eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Rund ein Drittel der terrestrischen Eutrophierung ist auf die Glasherstellung und den Dieserverbrauch zurückzuführen. Weiter tragen die Entsorgung von Bioabfällen, der Anteil an chinesischem Strom im Strommix und Transporte zur Erhöhung des terrestrischen Nährstoffgehalts bei.

6.5.8 SÜSSWASSER-EUTROPHIERUNG

Die Eutrophierung der limnischen Gewässer liegt bei der ÖLN-Weinproduktion durchschnittlich leicht höher als bei der biologischen Weinproduktion (Abbildung 6-15).

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

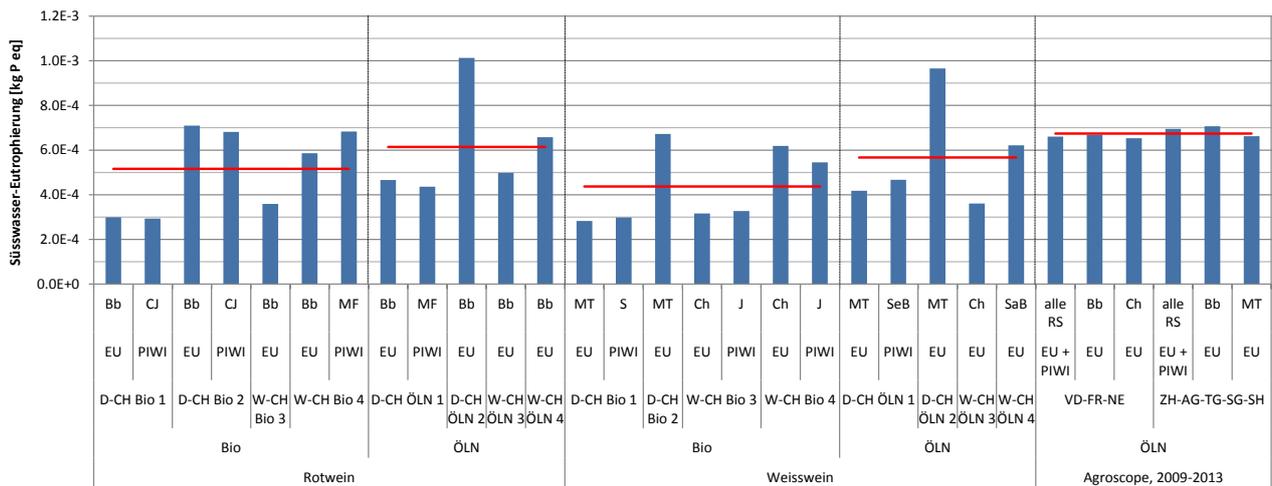


Abbildung 6-15: Süswasser Eutrophierung [kg P eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Für die Süswasser-Eutrophierung sind schwefelhaltige Auswaschungen aus Speicherbecken in der Kupferindustrie, Aushub von der Braun- und Steinkohleförderung, die Entsorgung von Biomasse sowie die Glasindustrie massgebend. Steinkohle ist in der Produktionskette von Kunststoff (Hagelschutznetz) enthalten und die Braunkohle wird in der Stromgewinnung verwendet.

6.5.9 VERBRAUCH AN MINERALISCHEN, FOSSILEN UND ERNEUERBAREN RESSOURCEN

Der durchschnittliche Verbrauch an mineralischen, fossilen und erneuerbaren Ressourcen liegt bei der ÖLN-Produktion von Wein höher als in der biologischen Weinproduktion (Abbildung 6-16).

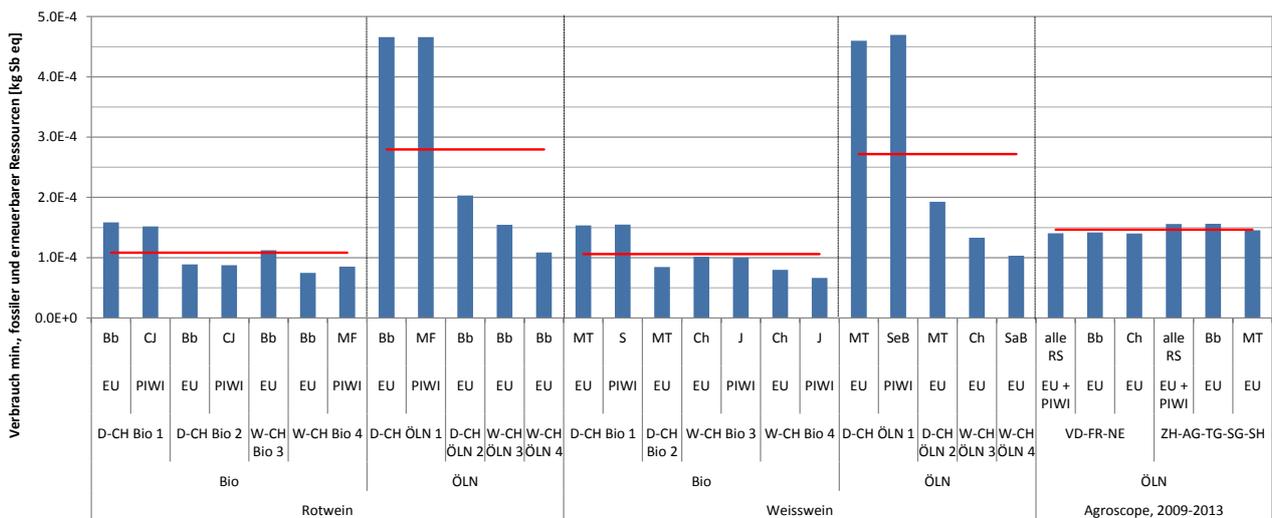


Abbildung 6-16: Verbrauch an mineralischen, fossilen und erneuerbaren Ressourcen [kg Sb eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Der Verbrauch an mineralischen, fossilen und erneuerbaren Ressourcen ist hauptsächlich auf den Verbrauch von Blei, Zink und Kupfer zurückzuführen. Diese Mineralien werden in der Herstellung der Traktoren, Gebäude und Maschinen verwendet.

6.6 DISTRIBUTION

Die drei Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit dem Privatauto», «Auslieferungstour durch den Winzer mit einem Lieferwagen» und «Anlieferung des Weins in den Detailhandel mit dem LKW und Einkauf des Kunden mit dem Privatauto» werden stellvertretend für alle analysierten Weine mit dem ÖLN-Wein aus allen Rebsorten aus der Region Nordostschweiz (Agroscope-Datensatz) gerechnet. Um das Ausmass der Distribution in der gesamten Produktionskette aufzuzeigen, werden die Trauben- und Weinproduktion in den Vergleich einbezogen. Das Treibhauspotenzial der drei Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit dem Privatauto», «Auslieferungstour durch den Winzer mit einem Lieferwagen» und «Anlieferung des Weins in den Detailhandel mit dem LKW und Einkauf des Kunden mit dem Privatauto» sind in Abbildung 6-17 abgebildet.

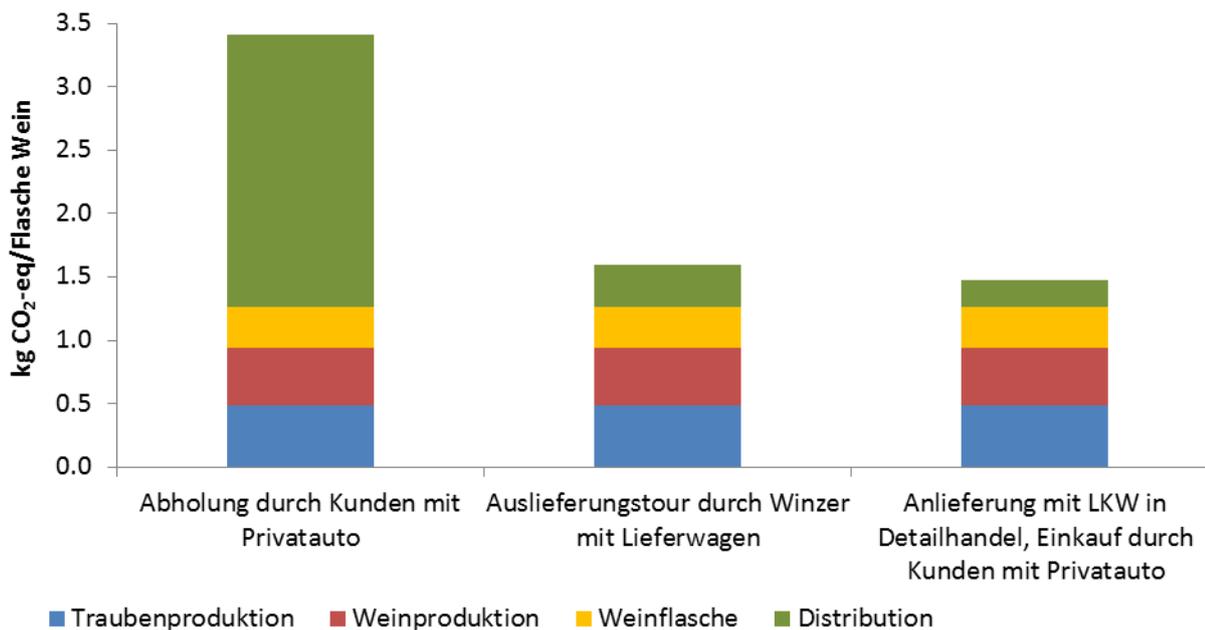


Abbildung 6-17: Treibhauspotenzial [kg CO₂-eq] einer Flasche Wein durch die Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit Privatauto», «Auslieferungstour durch Winzer mit Lieferwagen» und «Anlieferung in Detailhandel mit LKW und Einkauf durch Kunden mit Privatauto»

Die Variante, in welcher der Kunde selber zum Winzer fährt, um die Flasche Wein abzuholen, führt zum höchsten Resultat. Das verursachte Treibhauspotenzial ist mehr als doppelt so hoch wie die Traubenproduktion und die Weinproduktion zusammen. Wenn der Winzer in einer Auslieferungstour die

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Weinflaschen direkt zu den Kunden fährt, verursacht die Distribution ungefähr gleich hohe Emissionen wie die Produktion der Weinflasche. Werden die Weinflaschen in einem Lastwagen in den Detailhandel gebracht und von dort vom Kunden mit dem Privatauto abgeholt, verursacht die Distribution 15 % der gesamten Emissionen.

In Abbildung 6-18 ist die Gesamtumweltbelastung der drei Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit dem Privatauto», «Auslieferungstour durch den Winzer mit einem Lieferwagen» und «Anlieferung des Weins in den Detailhandel mit dem LKW und Einkauf des Kunden mit dem Privatauto» dargestellt. Die Unterschiede zwischen den Distributionsvarianten fallen nicht mehr gleich gross aus wie bei der Betrachtung des Treibhauspotenzials. Dies begründet sich darin, dass Transporte hauptsächlich Treibhaus fördernde Abgase ausstossen und diese in der Methode der ökologischen Knappheit nur einen Indikator unter vielen darstellen. Die Abholung der Weinflasche durch den Kunden mit dem eigenen Privatauto belastet die Umwelt am stärksten. Bezüglich der Gesamtumweltbelastung macht es keinen grossen Unterschied, ob der Winzer die Weinflaschen in einer Auslieferungstour mit dem Lieferwagen zu den Kunden bringt oder ob die Anlieferung der Weinflaschen in den Detailhandel mit einem Lastwagen erfolgt und von dort von den Kunden mit Privatautos abgeholt werden. In beiden Fällen fällt die Umweltbelastung im Vergleich zur Abholung durch den Kunden beim Winzer mit dem Privatauto um ca. 25 % geringer aus.

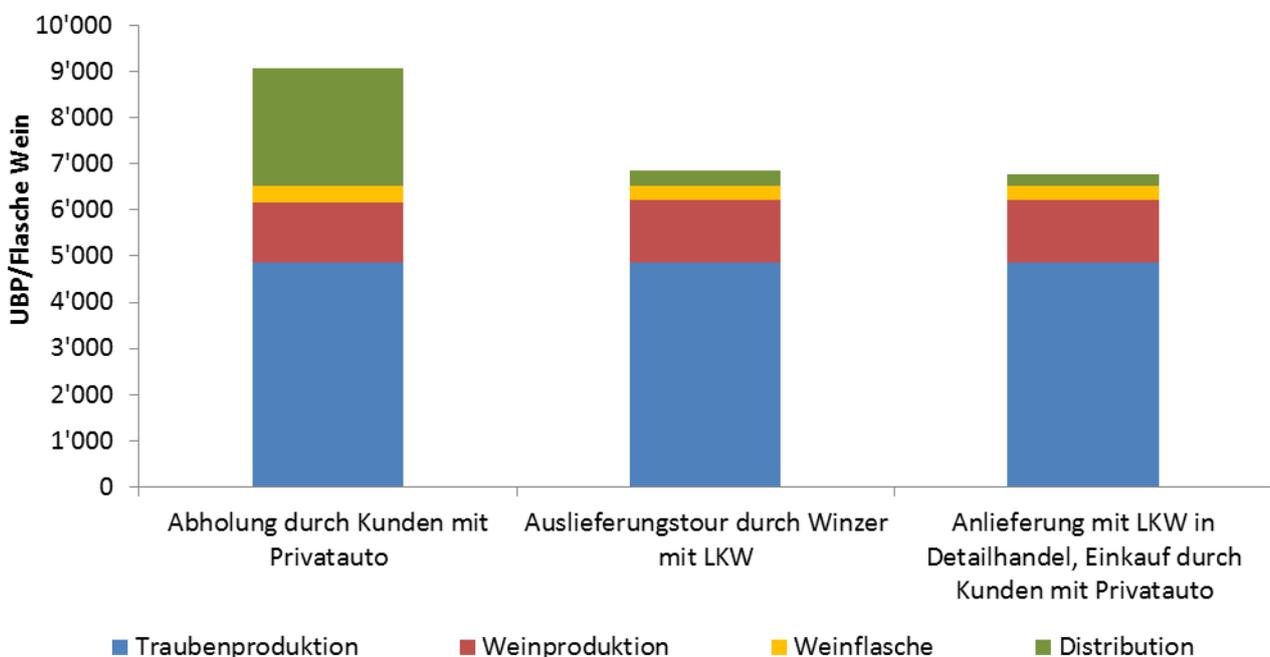


Abbildung 6-18: Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] einer Flasche Wein durch die Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit Privatauto», «Auslieferungstour durch Winzer mit Lieferwagen» und «Anlieferung in Detailhandel mit LKW und Einkauf durch Kunden mit Privatauto»

Wirkungsabschätzung der BIO- und ÖLN-Weinproduktion

Wie Abbildung 6-17 und Abbildung 6-18 aufzeigen, kann die Distribution – je nach Variante und Umweltindikator – die Umweltbelastung einer Flasche Wein um maximal 35 % erhöhen. Das hohe Treibhauspotenzial, welches durch die Selbstabholung durch den Kunden mit dem eigenen Privatauto verursacht wird, ist hauptsächlich den CO₂-Emissionen der Fahrzeugabgase zuzuschreiben. Der LKW, der die Weinflaschen in den Detailhandel bringt, kann pro Fahrt eine grössere Fracht transportieren als ein Privatauto, wodurch die einer Flasche angerechneten Treibhausgasemissionen tiefer ausfallen als bei einem Privatauto.

7 FALLSTUDIE BIODIVERSITÄTBEWERTUNG

Um die Auswirkungen der Weinproduktion auf die Biodiversität zu veranschaulichen, wurde beispielhaft für den Weinbaubetrieb D-CH Bio 1 eine Biodiversitätsbewertung vorgenommen.

7.1 EINLEITUNG

Die landwirtschaftliche Flächennutzung hat grossen Einfluss auf die Biodiversität. Global betrachtet ist die Landwirtschaft heute für rund 70 % des Verlustes an terrestrischer Biodiversität verantwortlich (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2014). In diesen 70 % sind sowohl die Verluste im Kulturland selbst als auch die Verluste durch Umwandlung natürlicher Ökosysteme in Agrarland enthalten. Aufgrund der grossflächigen Ausdehnung der Landwirtschaft ist der Einfluss auf die Biodiversität im Kulturland aber auch für die globale Biodiversität von Bedeutung. Zum einen können Kulturlandschaften eine hohe Biodiversität beherbergen: In Europa sind 50 % der wilden Arten auf Habitate im Kulturland angewiesen (Herzog et al., 2013). Zum anderen ist die Biodiversität in der Kulturlandschaft für die Ökosystemfunktionalität und damit auch für Ökosystemdienstleistungen, die für die Landwirtschaft selber wichtig sind, von zentraler Bedeutung.

Aufgrund der weitreichenden Auswirkungen, die die Landwirtschaft auf die Biodiversität hat, sollten diese in der Umweltbewertung landwirtschaftlicher Produkte und Prozesse zwingend berücksichtigt werden. Aufgrund methodischer Schwierigkeiten findet innerhalb von Ökobilanzen standardmässig aber nach wie vor keine oder nur eine rudimentäre Bewertung der Auswirkungen der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf die Biodiversität statt. So stellt sich auch für die im Rahmen dieses Projektes durchgeführte Ökobilanz von Schweizer Wein die Frage, welchen Einfluss die verschiedenen Produktionssysteme auf die Biodiversität haben und wie diese im Vergleich zu den anderen Umweltwirkungskategorien zu bewerten sind.

Zur Anwendung kam dazu eine neue, am FiBL entwickelte, Wirkungsabschätzungsmethode für Biodiversität, die aus einem vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Coop Fonds für Nachhaltigkeit finanzierten Projekt entstanden ist (Meier et al., 2015). Die Methode basiert auf empirisch bestätigten Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Landnutzungsintensitäts- und Landschaftsstrukturparametern und der Artenvielfalt auf Landschaftsebene (Billeter et al., 2008). Damit werden reale ökologische Mechanismen und Interaktionen zwischen Arten und ihren Habitaten integriert, und die Methode erlaubt eine kontinuierliche Bewertung unterschiedlich intensiver landwirtschaftlicher Produktionssysteme. Die

Grundlagen für die Anwendung der Biodiversitätsbewertungsmethode innerhalb dieses Projektes lieferte eine am FiBL durchgeführte Bachelorarbeit (Zierock, 2015).

Die Methode wurde eingesetzt, um eine betriebsbezogene Biodiversitätsbewertung des biologischen Weinbaubetriebes D-CH Bio 1 zu erstellen. Um den Einfluss unterschiedlicher Produktionssysteme auf die Biodiversität zu verdeutlichen, wurde der Ist-Zustand des Betriebes verglichen mit dem Szenario, bei welchem derselbe Betrieb anstatt biologisch nach ÖLN-Grundsätzen wirtschaftet.

7.2 METHODISCHES VORGEHEN

Die Biodiversitätsbewertungsmethode berechnet das Artenverlustpotenzial in einer Kulturlandschaft infolge der landwirtschaftlichen Nutzung auf einer definierten Fläche innerhalb dieser Landschaft mit der gegebenen Produktionsintensität getrennt für Gefässpflanzen, Vögel und Arthropoden als Gesamtgruppe (beinhaltet Wildbienen, Schwebefliegen, Laufkäfer und Spinnen). Eine Kulturlandschaft ist definiert als ein Quadrat von 4 x 4 km. Die Methode integriert sowohl Landnutzungsintensitäts- als auch Landschaftsstrukturparameter. Auf Seiten der Landnutzungsintensitätsparameter fließen der Stickstoffinput, der Pestizideinsatz, die Tierbesatzdichte und die Kulturpflanzenvielfalt in die Modellgleichungen ein. Auf Seiten der Landschaftsstrukturparameter wird in den Modellgleichungen der Flächenanteil halb-natürlicher Habitatstrukturen berücksichtigt. Diese umfassen sowohl flächige (Grünlandflächen, Brachen, Ruderalflächen, Felsaufschlüsse, Wald, etc.) als auch lineare Landschaftselemente (Feld- und Wegsäume, Wassergräben, Uferbereiche, Einzelbäume).

Für jede Artengruppe besteht eine Modellgleichung, mit der sich die zu erwartende Artenzahl unter der gegebenen Landnutzungsintensität und Landschaftsstruktur vorhersagen lässt. Diese wird von der theoretisch maximal möglichen Artenzahl in der Landschaft subtrahiert, welche sich bei minimaler Landnutzungsintensität und maximaler Landschaftsstruktur aus der Modellgleichung ableiten lässt. Die Differenz ergibt das Artenverlustpotenzial in einer Landschaft aufgrund der aktuellen Landnutzungsintensität und Landschaftsstruktur referenziert an der maximal möglichen Artenzahl. Die Artenverlustpotenziale der einzelnen Artengruppen werden zu einem Gesamtartenverlust-potenzial (BDP = biodiversity depletion potential) aggregiert, welches ein dimensionsloser Index darstellt, normalisiert auf den Wertebereich zwischen 0 und 1.

Die Betriebsfläche des Betriebes D-CH Bio 1 umfasst inkl. der Parzelle mit dem Betriebsgebäude knapp 17 ha, davon sind rund 14 ha reine Rebfläche und 2.7 ha Biodiversitätsförderflächen. Auf 0.4 ha wird zudem in extensivem Ackerbau Dinkel produziert. Die Parzellen verteilen sich über mehrere Gemeinden. Ausgehend von einem Gitter durch den Koordinatennullpunkt des Schweizer Koordinatenbezugssystems CH1903 /

Fallstudie Biodiversitätsbewertung

LV03 (EPSG:21781) kamen die Parzellen des Betriebes in zwei Landschaftsquadrate von 4 x 4 km zu liegen: Q-West und Q-Ost. Für diese beiden Landschaftsquadrate wurden die halb-natürlichen Habitatstrukturen basierend auf Google Earth Satellitenbildern in QGIS (QGIS Development Team, 2015) digitalisiert und der Flächenanteil halbnatürlicher Habitate an der Gesamtlandschaft berechnet.

Die Landnutzungsintensität für die Gesamtlandschaft (durchschnittlicher N-Input auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche, Anzahl Pestizidspritzungen, durchschnittliche Tierbesatzdichte und Kulturpflanzenvielfalt) wurde aus Herzog et al. (2012) entnommen. Eine der Test-Landschaften aus dem Projekt, auf dem die Modelle der hier angewendeten Methode aufbauen, lag in derselben Region wie der Weinbaubetrieb D-CH Bio 1. Für diese Test-Landschaft wurde die Landnutzungsintensität erhoben und in Herzog et al. (2012) publiziert.

Die Landnutzungsintensität auf der Betriebsfläche von Betrieb D-CH Bio 1 wurde im Interview mit dem Betriebsleiter erhoben. Der in den Modellen verwendete Parameter «Anzahl Pestizidspritzungen» bezieht sich auf chemisch-synthetische Pestizide, welche im Biolandbau nicht angewendet werden dürfen. Allerdings werden auch in biologisch bewirtschafteten Spezialkulturen Pestizide eingesetzt, die eine stark toxische Wirkung auf Arthropoden haben können, wie zum Beispiel Schwefelpräparate oder Spinosad. Spritzungen mit Schwefelpräparaten auf dem untersuchten Betrieb wurden deshalb in die Biodiversitätsbewertung integriert. Das Artenverlustpotenzial auf Landschaftsebene, das vom Weinbaubetrieb D-CH Bio 1 ausgeht, wurde sowohl auf eine Hektare Betriebsfläche als auch auf eine Flasche Wein (0.75 L) bezogen berechnet.

Um den unterschiedlichen Einfluss der Anbausysteme auf die Biodiversität zu veranschaulichen, wurde neben der Berechnung des Artenverlustpotenzials, das von Betrieb D-CH Bio 1 ausgeht, in einem Szenario das Artenverlustpotenzial desselben Betriebes berechnet, unter der Annahme dass dieser nach ÖLN-Vorgaben wirtschaftet. Dazu wurden der Pestizid- und Stickstoffeinsatz des ÖLN Betriebes D-CH ÖLN 1 auf die Betriebsfläche des Biobetriebes D-CH Bio 1 übertragen. Der Betrieb D-CH ÖLN 1 befindet sich in derselben Region wie der Betrieb D-CH Bio 1, d. h. er produziert unter ähnlichen pedo-klimatischen Bedingungen. Die Jahresproduktionsmenge von D-CH ÖLN 1 war geringer als jene des biologisch wirtschaftenden Betriebes. Tendenziell sind die Erträge auf den ÖLN-Weinbaubetrieben aber geringfügig höher als auf Bio-Betrieben (Das deutsche Weinmagazin, 2012). Es wurde deshalb für die Berechnung des Szenarios, bei welchem der Betrieb D-CH Bio 1 nach ÖLN-Vorgaben wirtschaftet, von derselben Jahresproduktionsmenge ausgegangen wie unter biologischer Bewirtschaftung (Tabelle 7-2).

Die Inputdaten für die Berechnung des Artenverlustpotenzials des Betriebes D-CH Bio 1 unter der aktuellen Bewirtschaftung und unter der Annahme der Bewirtschaftung nach ÖLN-Vorgaben sind in Tabelle 7-1 für die beiden Landschaftsquadrate Q-West und Q-Ost getrennt aufgeführt.

Fallstudie Biodiversitätsbewertung

Tabelle 7-1: Inputdaten für das Biodiversitätsbewertungsmodell für den Betrieb D-CH Bio 1 unter der aktuellen Produktion und im Szenario unter ÖLN-Produktion

Landschaftsquadrat	Betrieb im Bio-Anbau		Betrieb im ÖLN-Anbau	
	Q-West	Q-Ost	Q-West	Q-Ost
Betriebsfläche [m ²]	56'405	112'080	56'405	112'080
Dünger-N-Input pro ha Betriebsfläche [kg N/ha]	9.3	9.3	28.1	28.1
Anzahl Pestizidspritzungen pro Jahr [# /a]	5.5	5.5	12.5	12.5
Kulturpflanzenvielfalt auf Betrieb [# /a]	2	2	1	1
Tierbesatzdichte auf Betrieb [GVE/a]	0	0	0	0
Flächenanteil halb-natürlicher Habitats [%]	48.0	50.7	48.0	50.7

7.3 RESULTATE FALLBEISPIEL

Das Artenverlustpotenzial, das vom Betrieb D-CH Bio 1 im gegebenen Landschaftskontext ausgeht, ist unter der aktuellen biologischen Bewirtschaftung sowohl auf die Betriebsfläche als auch auf eine Flasche Wein bezogen deutlich tiefer, als wenn der Betrieb nach ÖLN-Vorgaben wirtschaften würde (Tabelle 7-2). Auf eine Hektare Betriebsfläche bezogen fällt das Artenverlustpotenzial unter biologischer Bewirtschaftung um die Hälfte geringer aus als unter der angenommenen Bewirtschaftung nach ÖLN-Vorgaben (Abbildung 7-1). Auf die Flasche Wein bezogen bleibt dieser relative Unterschied gleich, da von derselben Jahresproduktionsmenge für beide Anbausysteme ausgegangen wurde (Abbildung 7-2).

Tabelle 7-2: Artenverlustpotenzial (BDP) absolut für den Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung

	Betrieb im Bio-Anbau	Betrieb im ÖLN-Anbau
BDP/ha Betriebsfläche	7.88E-04	1.58E-03
BDP/Flasche*	1.11E-07	2.22E-07

* Jahresproduktionsmenge Bio und ÖLN: 7'122 Fl./ha Betriebsfläche und Jahr

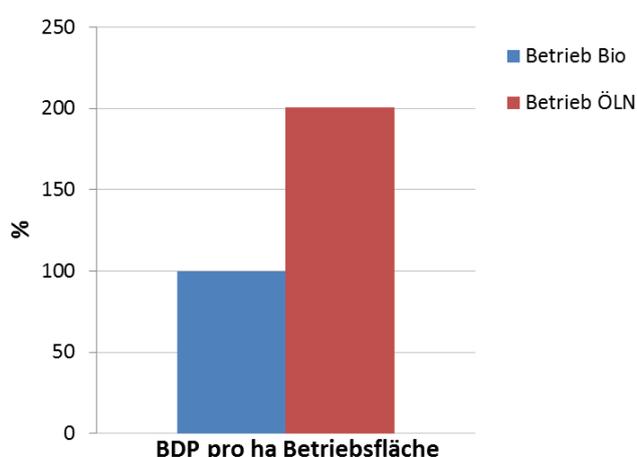


Abbildung 7-1: Relativer Unterschied des Artenverlustpotenzials pro Hektare Betriebsfläche zwischen dem Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung

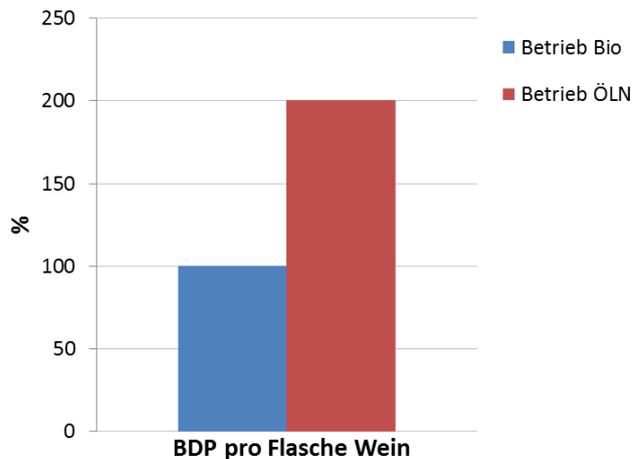


Abbildung 7-2: Relativer Unterschied des Artenverlustpotenzials pro Flasche Wein zwischen dem Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung

7.4 DISKUSSION FALLBEISPIEL

Der hier angestellte Vergleich der Auswirkungen auf die Biodiversität durch den Betrieb D-CH Bio 1 unter der aktuellen biologischen Wirtschaftsweise und unter Bewirtschaftung nach ÖLN-Vorgaben ist ein Fallbeispiel und kann nicht für verallgemeinernde Aussagen bezüglich der Auswirkungen auf die Biodiversität durch Bio-Weinbau und Weinbau nach ÖLN-Vorgaben beigezogen werden. Nichtsdestotrotz zeigt das Beispiel das Potenzial der biologischen Weinproduktion für die Biodiversität am untersuchten Standort, d. h. unter dem gegebenen Strukturkontext in der Landschaft. Sowohl flächen- als auch produktbezogen weist der Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer Bewirtschaftung ein deutlich geringeres Artenverlustpotenzial Landschaftsebene auf. Der Unterschied kommt durch den geringeren Dünger-N-Input und den geringeren Einsatz an Spritzmitteln mit hohem Schadpotenzial zu Stande. Damit der Betrieb, würde er nach ÖLN-Vorgaben wirtschaften, in der produktbezogenen Betrachtung pro Flasche dasselbe Artenverlustpotenzial aufweisen würde wie unter biologischer Bewirtschaftung, müsste er pro Hektare Betriebsfläche 14'388 Flaschen produzieren. Das wäre mehr als doppelt so viel wie unter biologischer Produktion (7'122 Flaschen/ha). Zwar sind die Traubenerträge in der Produktion nach ÖLN-Vorgaben in der Regel etwas höher als in der biologischen Produktion, eine Verdoppelung der Erträge unter den für die ÖLN-Produktion angenommenen Inputmengen an Dünger und Pestiziden ist aber unwahrscheinlich.

Mit einem Anteil an Biodiversitätsförderflächen von über 16 % der gesamten Betriebsfläche trägt der Betrieb D-CH Bio 1 auch überdurchschnittlich zum Erhalt halb-natürlicher Habitatflächen auf dem eigenen Betrieb bei. Im Szenario der Bewirtschaftung nach ÖLN-Vorgaben wurde vom selben Anteil an

Fallstudie Biodiversitätsbewertung

Biodiversitätsförderflächen auf dem Betrieb ausgegangen. Im Schnitt dürfte dieser Anteil aber auf ÖLN-Weinbaubetrieben eher geringer sein. Wäre man in der Berechnung des Szenarios in der ÖLN-Variante von einem geringeren Anteil an halb-natürlichen Strukturen auf dem Betrieb ausgegangen, wäre zumindest auf die Fläche bezogen der Unterschied zwischen den beiden Produktionssystemen noch grösser geworden. Da sich aber bei einer Verringerung des Flächenanteils halb-natürlicher Habitats auf dem Betrieb die Fläche, auf der Weinreben produziert werden, vergrössert, würde dadurch die Jahresproduktionsmenge steigen, was den Unterschied in den Auswirkungen auf die Biodiversität auf eine Flasche bezogen verringern würde. Allerdings müsste der Betrieb unter Bewirtschaftung nach ÖLN-Vorgaben und unter der Annahme, dass auf der gesamten Betriebsfläche Reben kultiviert würden, immer noch 12'007 Flaschen/ha produzieren, um dasselbe Artenverlustpotenzial pro Flasche zu erreichen, wie der Betrieb aktuell unter Bio-Bewirtschaftung aufweist (Tabelle 7-2). Da Biodiversität aber auf der Fläche vernichtet oder erhalten wird, wären die Auswirkungen auf die Biodiversität in den betrachteten Landschaften mit der intensiveren Produktion dennoch gravierender.

8 DISKUSSION

In den folgenden Kapiteln wird die Qualität der dieser Studie zugrunde liegenden Daten und Modelle beurteilt, relevante Unsicherheiten diskutiert, die Resultate in einen Kontext mit Studien aus dem Ausland gestellt und basierend auf den Studienerkenntnissen Empfehlungen für Winzer, Konsumenten und die Forschung formuliert. Zum Schluss werden die wichtigsten Erkenntnisse in einem Fazit zusammengefasst.

8.1 DATENQUALITÄT UND UNSICHERHEITEN

Die Ergebnisse dieser Studie sind mit Unsicherheiten behaftet. Nachfolgend werden die Datenqualität und die Unsicherheiten in der Datengrundlage diskutiert.

8.1.1 STICHPROBENGRÖSSE

Die eigene Datenerhebung im Rahmen dieser Studie beschränkt sich auf insgesamt lediglich acht Betriebe, was einer kleinen Stichprobe entspricht. Da die Betriebe aber nach den in Kapitel 2.5 beschriebenen Kriterien ausgewählt wurden, stehen diese stellvertretend für die wichtigsten Weinbaugebiete der Schweiz. Zudem konnte die Datengrundlage durch die «Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren» der Agroscope um 28 Betriebe erweitert werden. Der Vergleich der Erträge mit den weinwirtschaftlichen Statistiken des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW¹² zeigt, dass die Erträge der erhobenen Betriebe für die Schweizer Weinproduktion repräsentativ sind (Tabelle 8-1). Da die Ernte in den weinwirtschaftlichen Statistiken des BLW in Hektoliter angegeben ist, wurde zur Umrechnung in Kilogramm eine Ausbeute von 75 % pro Kilogramm Trauben angenommen.

¹² Bundesamt für Landwirtschaft BLW – Weinjahr 1994 – 2014, <http://www.blw.admin.ch/themen/00013/00084/00344/index.html?lang%3Dfr>, abgerufen am 28.10.2015

Diskussion

Tabelle 8-1: Vergleich der erhobenen Erträge [kg/ha] mit der weinwirtschaftlichen Statistik des BLW. Die Ausbeute [%] zur Umrechnung der BLW-Erträge in kg/ha beruht auf einer Annahme

Kanton	Rebflächen [m ²] nach Kanton		Ernte [hl] nach Kanton		Ausbeute* [%]	Ertrag [kg/ha] nach Kanton		Ertrag [kg/ha] eigene Datenerhebung	
	rot	weiss	rot	weiss		rot	weiss	rot	weiss
2014									
TG	1'735'209	844'324	9'103	5'356	75%	6'995	8'458	6'732	8'875
GR	3'351'880	873'813	17'811	5'937	75%	7'085	9'059	-	-
VD	12'872'219	24'911'491	70'646	176'240	75%	7'318	9'433	8'000	9'500
BE Thunersee	129'525	91'215	537	538	75%	5'528	7'864	-	-
2012									
TG	1'794'133	821'654	8'351	5'435	75%	6'206	8'820	-	-
GR	3'383'293	831'192	17'256	4'884	75%	6'800	7'835	6'129	8'738
VD	12'943'408	25'169'354	77'696	207'296	75%	8'004	10'981	8'000	9'500
BE Thunersee	128'253	95'517	618	675	75%	6'425	9'422	6'750	8'000
2011									
TG	1'810'900	817'900	11'013	5'909	75%	8'109	9'633	6'585**	7'614**
GR	3'673'149	833'205	19'839	5'412	75%	7'201	8'661	6'486	8'000
VD	12'916'001	25'219'289	90'823	216'199	75%	9'376	11'430	6'587	9'710
BE Thunersee	1'128'671	1'312'472	6'682	10'314	75%	7'894	10'478	-	-

* geschätzte Ausbeute zur Umrechnung von hl in kg

** Erträge aus dem Jahr 2010

Durch die Befragung der Winzer mittels Fragebögen liegen Daten zu den relevanten Prozessen im Weinbau und in der Weinproduktion vor. Zudem wurden von allen Winzern die Spritzpläne zur Verfügung gestellt. Der Wasser- und Stromverbrauch des Weinguts konnte in den meisten Fällen nur gesamtbetrieblich und einschliesslich des Wohnteils angegeben werden. Nach Abzug eines durchschnittlichen Haushalts, der auf schweizerischen Durchschnittswerten beruht, resultiert eine grobe Abschätzung des wirklichen Strom- und Wasserverbrauchs im Weinkeller. Diese Genauigkeit ist aber hinreichend, da der Strombedarf in den meisten Betrieben einen Anteil von weniger als 10 % der Gesamtumweltbelastung des Weins verursacht.

Die Wiederverwendung von Glasflaschen wurde in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt, da dies nur einen sehr geringen Anteil der Flaschen betrifft. Die Herstellung der organischen Dünger und die Hofdüngerlagerung wurden in der vorliegenden Studie vernachlässigt. Ebenso wurden die Berechnungen der Schwermetallemissionen in den Boden durch Dünger gemäss SALCA (Freiermuth, 2006) aufgrund fehlender Parameter wie Erosions- und Auswaschungsraten nicht vorgenommen. In der Sachbilanz konnten aufgrund fehlender Datensätze in ecoinvent nicht alle Wirkstoffe der Pflanzenschutzmittel als eigene Datensätze implementiert werden. Fehlende Pflanzenschutzmittel wurden gemäss ihrer Wirkungsweise als Fungizide ('fungicides, at regional storehouse/RER') oder Insektizide ('insecticides, at regional storehouse/RER') aus ecoinvent eingefügt.

8.1.2 WASSERVERBRAUCH IN DER WEINPRODUKTION

Die Datenqualität der Angaben zum Wasserverbrauch in der Weinproduktion ist eher tief, da der Wasserverbrauch nur gesamtbetrieblich und meist inklusive Haushalte angegeben werden konnte. Der Wasserverbrauch der Haushalte wurde gemäss der Anzahl darin wohnenden Personen und des

Diskussion

standardmässigen Verbrauchs von 160 Liter pro Person und Tag¹⁰ berechnet und von der totalen Wassermenge subtrahiert. Dies führte jedoch in einzelnen Fällen zu negativen Werten, da entweder die totale Wassermenge zu niedrig angegeben wurde und/oder die standardmässige Berechnung des Wasserverbrauchs für den betreffenden Haushalt zu hoch ausfiel. Für diese Fälle wurde der durchschnittliche Wasserverbrauch für die Weinproduktion über alle Winzer übernommen. Da für die in der Wirkungsbilanz ausgewerteten Indikatoren der Wasserverbrauch nicht relevant ist, wurde die beschriebene Annäherung an den realen Wasserverbrauch in der Weinproduktion als ausreichend präzise betrachtet.

8.1.3 APPLIKATIONSTECHNIK IM REBBAU

Das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln mit dem Helikopter hat in Steillagen der Westschweiz und am Bielersee seit den letzten Jahrzehnten eine bedeutende Stellung eingenommen. Ein Teil der mühsamen und zeitaufwändigen Behandlungen mit Schlauch- und Motorrückenspritzen werden in diesen Regionen durch Helikopterapplikationen ersetzt (Siegfried et al., 2000).

Die Applikation der Pflanzenschutzmittel mit dem Helikopter könnte gemäss der vorliegenden Studie bezüglich der Gesamtumweltbelastung als unbedenklich eingestuft werden, wie Abbildung 5-6 auf Seite 43 entnommen werden kann. Siegfried et al. (2000), welche die Applikationsqualität von verschiedenen Geräten hinsichtlich Wirkstoffanlagerung, Belagsbildung und Bekämpfungserfolg gegen Pilzkrankheiten untersuchten, konnten jedoch zeigen, dass im 4-Blattstadium (BBCH 14) mit Helikopterapplikationen nur eine Wirkstoffanlagerung von 6 % erreicht werden kann. Die beste Wirkstoffanlagerung wird in diesem Stadium mit dem Atomiseur mit 17 % erzielt. Der Verlust bei der Helikopterapplikation durch Bodensedimentation und Abdrift betrug 91 %. Bedingt durch die grössere Blattfläche lagerten alle von Siegfried et al. (2000) untersuchten Geräte bei Traubenschluss (BBCH 77) gegenüber der Vorblüte deutlich mehr Wirkstoff an. Die Wirkstoffanlagerung stieg bei der Helikopterapplikation auf 24 %, der Verlust durch Sedimentation und Abdrift reduzierte sich auf 73 %. Mit dem Atomiseur resultierte mit 75 % die beste Wirkstoffanlagerung; der Gesamtverlust durch Sedimentation und Abdrift belief sich auf 23 %. Andere Pflanzenschutzgeräte wie das Standard-Axialsprühgerät (Fischer Mini Trac), Überzeilensprühgerät und Joco-Recyclinggerät schnitten sowohl bei der Vorblüte als auch bei Traubenschluss bezüglich Wirkstoffanlagerung und -verteilung besser ab als der Helikopter, konnten die Sprühqualität des Atomiseurs aber nicht erreichen.

Die Erkenntnisse von Siegfried et al. (2000) verdeutlichen, dass bei der Beurteilung der Auswirkungen der Pflanzenschutzmittel auf die Umwelt die Qualität der Applikationstechnik berücksichtigt werden muss. Für die Luftapplikation sind nur Fungizide zur Rotbrenner- sowie zur echten und falschen Mehltaubekämpfung

zugelassen. Für einen optimalen Pflanzenschutz müssen ergänzende Behandlungen vor allem gegen Sauerwurm, Oidium und Graufäule vorgenommen werden. Durch die geringe Wirkstoffanlagerung bei Helikopterapplikation ist zudem die Wahrscheinlichkeit gross, dass zusätzliche Sprühungen vom Boden aus vorgenommen werden müssen, die durch eine präzisere Applikationstechnik hinfällig wären.

8.2 LITERATURVERGLEICH

Um die eruierten Resultate zu verifizieren und international zu vergleichen, wird im Folgenden ein Vergleich mit der Produktion von Weintrauben in Kalifornien und Frankreich und der globalen Produktion von Tafeltrauben aus der Datenbank ecoinvent v3.1 vorgenommen.

Verglichen mit einer Studie aus Kalifornien sind die Schweizer Traubenerträge tiefer. In Kalifornien werden rund 9'400 kg/ha (Region Napa) bis 17'800 kg/ha (Region Lodi) geerntet (Steenwerth et al., 2015). In der Schweiz bewegen sich die Erträge zwischen 4'000 kg/ha (Maréchal Foch, Westschweiz) und 10'000 kg/ha (Chasselas, Westschweiz). Steenwerth et al. (2015) untersuchten das Treibhauspotenzial, den Energieverbrauch und den Wasserverbrauch durch Bewässerung in der kalifornischen Traubenproduktion. Die Neuerstellung des Rebbergs, die vorhandene Infrastruktur, die Produktion der Traktoren und Maschinen sowie die Entsorgung von Material wurden nicht berücksichtigt. Durchschnittlich wurde ein Treibhauspotenzial einer Tonne Trauben in der Region Lodi von 0.2 kg CO₂-eq/kg und in der Region Napa von 0.5 kg CO₂-eq/kg Trauben berechnet. Der Vergleich mit den Werten für die Schweiz (Abbildung 8-1) zeigt, dass die Schweizer Trauben trotz eher tieferen Erträgen ein um 10 % bis 50 % tieferes Treibhauspotenzial aufweisen.

In Kalifornien verursachen die Herstellung der Pestizide, der Dieserverbrauch durch die eingesetzten Maschinen und die Lachgasemissionen durch die Einsaat von Leguminosen als Zwischenbegrünung der Reihen die grössten Beiträge am Treibhauspotenzial. Ein Optimierungspotenzial in der kalifornischen Traubenproduktion sehen die Autoren in einer maschinellen Traubenlese und der Verwendung von Kompost statt mineralischen Düngern (Steenwerth et al., 2015). Diese Massnahmen lassen sich nicht auf die Schweizer Traubenproduktion übertragen, da gemäss den Berechnungen von Meier et al. (2012; 2014) durch Kompostgaben die Lachgasemissionen erhöht werden und die maschinelle Traubenlese einen erhöhten Maschinen- und Dieserverbrauch im Vergleich zur Handarbeit nach sich zieht. In Kalifornien führen die Produktion der mineralischen Dünger und die ineffizientere Traubenlese von Hand, die ebenfalls Traktoren und Anhänger integriert, zu höheren Treibhausgasemissionen als die Emissionen aus Kompost und die effizientere Traubenlese mit einer Erntemaschine.

Diskussion

Die Daten der Traubenproduktion in Frankreich stammen aus der französischen Datenbank Agribalyse (ADEME, 2015), wobei für die Modellierung der konventionellen und biologischen Traubenproduktion die gleichen Prozesse wie bei der vorliegenden Studie berücksichtigt wurden. Die Traubenproduktion in Frankreich weist je nach Anbaugebiet und Anbaumethode ein Treibhauspotenzial von 0.26 kg CO₂-eq bis 0.55 kg CO₂-eq pro Kilogramm Trauben auf (Abbildung 8-1), wobei die Produktionsunterschiede zwischen den Anbauregionen grösser sind als die Unterschiede zwischen der ÖLN- und biologischen Produktion. Das hohe Treibhauspotenzial der biologischen Traubenproduktion in Mâconnais (Burgund) wird zu rund einem Drittel durch Deselemissionen verursacht. Das Treibhauspotenzial der biologischen Traubenproduktion in Languedoc-Roussillon (Südfrankreich) ist gleich wie dasjenige der biologischen Traubenproduktion in der Schweiz. Die integrierte Traubenproduktion in Languedoc-Roussillon ist deutlich ökologischer als die ÖLN-Produktion in der Schweiz.

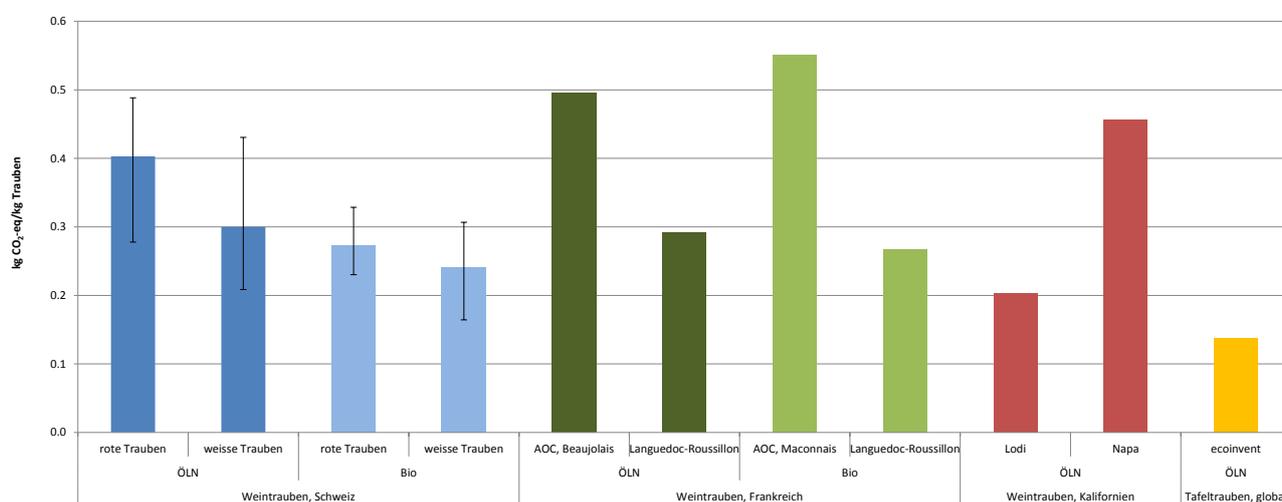


Abbildung 8-1: Vergleich des Treibhauspotenzials [kg CO₂-eq] von einem Kilogramm roter und weisser ÖLN- und Bio-Trauben in der Schweiz mit der Traubenproduktion in Frankreich (ADEME, 2015), in Kalifornien (Steenwerth et al., 2015) und mit der globalen Tafeltraubenproduktion aus der Datenbank ecoinvent v3.1 (ecoinvent Centre, 2014). Für die Schweizer Traubenproduktion ist die Streuung der Daten angezeigt.

In der Datenbank ecoinvent v3.1 findet sich ein Datensatz zur globalen Produktion von Tafeltrauben, der auf Berechnungen von Stössel & Hellweg (2012) beruht. Die Autoren rechneten den Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie daraus folgende Emissionen ein. Die Infrastruktur wurden nicht berücksichtigt. Tafeltrauben werden in der Regel rund zwei Monate bei -0.5° C gekühlt (Stössel & Hellweg, 2012), bevor sie in den Läden zum Verkauf angeboten werden. Um einen Vergleich mit der Produktion von Weintrauben zu ermöglichen, wurde der Stromverbrauch für die gekühlte Lagerung entfernt.

Wie in Abbildung 8-1 ersichtlich ist, weist ein Kilogramm Tafeltrauben mit 0.14 kg CO₂-eq ein geringeres Treibhauspotenzial auf als Weintrauben aus der Schweiz, aus Frankreich oder aus Kalifornien. Dies ist

hauptsächlich auf Ertragsunterschiede zurückzuführen. Stössel & Hellweg rechneten bei Tafeltrauben mit einem Ertrag von 30'000 kg/ha, was verglichen mit der Schweiz bis zu 7.5-mal höheren Erträgen entspricht.

8.3 BIODIVERSITÄT

Im untersuchten Fallbeispiel zur Biodiversitätsbewertung (siehe Kapitel 7) war das Artenverlustpotenzial pro Betriebsfläche des untersuchten Betriebes im ÖLN-Szenario grösser als unter biologischer Bewirtschaftung, dies sowohl auf eine Hektare als auch auf eine Flasche Wein (0.75 L) bezogen. Obwohl basierend darauf keine Verallgemeinerungen bezüglich den Auswirkungen der biologischen vs. der konventionellen Weinproduktion auf die Biodiversität gemacht werden können, zeigt das Fallbeispiel dennoch, dass die biologische Weinproduktion durch den Verzicht von synthetischen Pflanzenschutzmitteln und einen in der Regel geringeren Stickstoffinput potenziell einen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten kann. Eine Biodiversitätsbewertung in Ökobilanzen wird bisher standardmässig nach wie vor nicht berücksichtigt. Das Fallbeispiel zeigt aber, dass die zusätzliche Information, die eine differenzierte Biodiversitätsbewertung liefert, sowohl für agrarpolitische Entscheide als auch für die Wahl beim Weinkauf von Bedeutung sein kann und deshalb die Umweltbewertung mittels Ökobilanzen um die Biodiversitätsbewertung ergänzt werden sollte.

8.4 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Diese Studie zeigt die grosse Bedeutung der synthetischen und kupferbasierten Pflanzenschutzmittel für die Ökobilanz von Wein. Ein allgemeiner Schritt zu einer ökologischeren Produktion ist daher die Optimierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln im Weinbau. Damit können produktionsbedingte Emissionen vermindert werden, weniger Schadstoffe gelangen bei der Ausbringung in die Umwelt und durch eine geringere Anzahl Durchgänge werden der Treibstoffverbrauch und die zugehörigen Verbrennungsemissionen reduziert. Die Anzahl maschineller Durchgänge im Weinbau kann zudem durch Handarbeit und geeignete Gerätekombinationen reduziert werden. Die Entwicklung effizienterer Motoren und leichter Fahrzeuge für den Einsatz im Weinbau trägt weiter bei, die Umweltbelastungen im Weinbau zu reduzieren.

Durch das teilweise feuchte und kühle Klima in der Schweiz ist die Anwendung von Fungiziden im traditionellen Rebbau oft unumgänglich. Bei älteren Pestiziden, welche schon lange im Weinbau eingesetzt werden, werden meist deutlich höhere Mengen aktiver Wirkstoffe ausgebracht als bei Pflanzenschutzmitteln neuerer Generationen, welche geringer dosiert werden können. Die Entwicklung neuer Fungizide mit möglichst geringen negativen Umweltauswirkungen soll weiter vorangetrieben

Diskussion

werden, damit Fungizide älterer Generationen ersetzt werden können. Entwicklungspotenzial liegt zudem in der Reduzierung oder dem Ersatz des Kupfers in den Pflanzenschutzmitteln, da sich Kupfer irreversibel im Boden anreichert.

Insbesondere PIWI-Sorten haben aufgrund ihrer Resistenz gegenüber Pilzkrankungen ein grosses Potential, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln deutlich zu reduzieren. Jedoch haben Weine aus PIWI-Sorten oft ein anderes Aromaprofil als Weine aus Europäersorten und unterscheiden sich auch häufig bezüglich der Gaumenstruktur. Daher haben sie zum Teil eine beschränkte Akzeptanz beim Weinhandel, den Winzern und den Konsumenten. Um diese Akzeptanz zu verbessern und weil es bei der Weinbereitung aus PIWI-Sorten an Erfahrung fehlt, braucht es Forschung zu den PIWI-Rebsorten und den daraus produzierten Weinen. Potential besteht für Verbesserungen in der Züchtung neuer und der Prüfung von vorhandenen PIWI-Sorten sowie bei der Optimierung der Anbautechnik.

Ein variabler und beeinflussbarer Faktor in der Weinproduktion stellt der Energieverbrauch dar. Wird in der Weinproduktion der Energieeinsatz optimiert und beispielsweise auf energieintensive Erwärmungs- und Kühlungsprozesse verzichtet, trägt dies zu einer Verminderung der Umweltbelastungen bei. Durch die Installation einer Photovoltaikanlage kann zudem der Bedarf an Strom aus nicht erneuerbaren Quellen gesenkt werden.

Alternative Verpackungen haben es aufgrund der optimalen Licht- und Geruchsneutralitätseigenschaften der Glasflasche schwer Einzug zu halten. Mit einer leichteren Flasche kann das Treibhauspotenzial einer Flasche Wein gegenüber einer durchschnittlichen Flasche jedoch bis zu 8 % gesenkt werden. Die Entwicklung und der Einsatz von leichteren und gleichzeitig bruchsicheren Glasflaschen ist daher voranzutreiben.

Eine möglichst umweltfreundliche Distribution sieht vor, den Wein von einem Logistikunternehmen mit Lastwagen abholen zu lassen. Extrafahrten von Konsumenten für Weineinkäufe vergrössern die negativen Umweltauswirkungen.

8.5 FAZIT

Die vorliegende Studie identifiziert den Einsatz von synthetischen und kupferbasierten Pflanzenschutzmitteln und die Produktion der Glasflasche als wichtigste Faktoren für die Umweltauswirkungen im Lebenszyklus von Schweizer Wein.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Traubenproduktion von PIWI-Sorten in allen untersuchten Weinbauregionen der Schweiz ökologischer ist als die Traubenproduktion von Europäersorten. Durch ihre

Diskussion

stärkere Resistenz gegenüber Pilzerkrankungen müssen PIWI-Sorten weniger häufig mit Fungiziden behandelt werden als Europäersorten.

Schweizer Wein ist dann besonders umweltfreundlich, wenn in der Traubenproduktion hohe Erträge bei gleichzeitig tiefen Pflanzenschutzmitteleinträgen erzielt werden, die Rebflächen ein geringes Artenverlustpotenzial aufweisen, der Wein in leichte Flaschen abgefüllt wird und die Distribution auf Konsumentenseite ohne Transporte mit Privatautos erfolgt.

LITERATUR

ADEME. (2015). *base de données Agribalyse v1.2*.

Basler, P., & Scherz, R. (2011). *PIWI-Rebsorten. Pilzwiderstandsfähige Rebsorten*. Wädenswil: Stutz Druck AG.

Billeter, R., Liira, J., Bailey, D., Bugter, R., Arens, P., Augenstein, I., Aviron, S., Baudry, J., Bukacek, R., Burel, F., Cerny, M., De Blust, G., De Cock, R., Diekötter, T., Dietz, H., Dirksen, J., Dormann, C., Durka, W., Frenzel, M., Hamersky, R., Hendrickx, F., Herzog, F., Klotz, S., Koolstra, B., Lausch, A., Le Coeur, D., Maelfait, J. P., Opdam, P., Roubalova, M., Schermann, A., Schermann, N., Schmidt, T., Schweiger, O., Smulders, M. J. M., Speelmans, M., Simova, P., Verboom, J., Van Wingerden, W. K. R. E., Zobel, M., & Edwards, P. J. (2008). Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology*, 45, 141-150.

Bouwman, A. F., Boumans, L. J. M., & Batjes, N. H. (2002). Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields. *Global Biogeochemical Cycles*, (16), 1080.

Das deutsche Weinmagazin. (2012). Ist eine Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung sinnvoll? *Das Deutsche Weinmagazin*, (18), 21-23.

ecoinvent Centre. (2014). *ecoinvent data v3.1, Swiss Centre for Life Cycle Inventories*. Zürich.

European Commission. (2011). *ILCD Handbook- Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*. No. EUR 24571 EN Luxembourg. International Reference Life Cycle Data System (ILCD); Joint Research Centre.

Fenaco. (2015). Zielsortiment Pflanzenbehandlungsmittel im Obst- und Weinbau 2015., 1-78.

Flisch, R., Sinaj, S., Charles, R., & Richner, W. (2009). GRUDAF 2009 - Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung*, 16, 1-97.

Freiermuth, R. (2006). Modell zur Berechnung der Schwermetallflüsse in der landwirtschaftlichen Ökobilanz., 1-42.

Literatur

- Frischknecht, R., Büsser Knöpfel, S., Flury, K., Stucki, M., & Ahmadi, M. (2013). *Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz*. No. Umwelt-Wissen Nr. 1330 Bern. Bundesamt für Umwelt BAFU.
- Gazulla, C., Raugei, M., & Fullana-i-Palmer, P. (2010). Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: where are the bottlenecks? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(4), 330-337. doi: 10.1007/s11367-010-0173-6
- Gazzarin, C. (2014). Maschinenkosten 2014. *Agroscope Transfer - Technik*, (37), 1-52.
- Girardi, A. (2010). *Application of Life Cycle Assessment (LCA) to estimate the non-renewable energy use and the greenhouse gas emissions in wine production - Comparison of organic supply chains and methodological discussion*. (Unpublished Bachelor Thesis). Ecole d'Ingénieurs de Changins,
- Herzog, F. (2012). What is farmland biodiversity. In: Herzog, F., Balázs, K., Dennis, P., Friedel, J., Geijzendorffer, I., Jeanneret, P., Kainz, M., Pointereau, P. (Eds.), *Biodiversity indicators for European farming systems - A Guidebook*. ART Reckenholz-Tänikon, Zurich:
- Herzog, F., Jeanneret, P., & et al. (2013). Measuring Farmland Biodiversity. *Solutions*, 4
- International Organization for Standardization (ISO). (2006). Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. ISO 14040:2006; Second Edition 2006-06.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Chapter 11 N2O emissions from managed soils, and CO2 emissions from lime and urea application*. IPCC.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jungbluth, N., Itten, R., & Stucki, M. (2012). *Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale*. Uster, CH. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU.
- Kupper, T., & Menzi, H. (2013). Technische Parameter Modell Agrammon - Tierkategorien, Stickstoffausscheidungen der Tiere, Emissionsraten, Korrekturfaktoren. *Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen*

Literatur

- Löhnertz, O., Schaller, K., & Mengel, K. (1989a). Nährstoffdynamik in Reben. I. Mitteilung: Nitrat in verholzenden und vegetativen Teilen. *Wein-Wissenschaft*, 44, 22-27.
- Löhnertz, O., Schaller, K., & Mengel, K. (1989b). Nährstoffdynamik in Reben. II. Mitteilung: Nitrat in verholzenden und vegetativen Teilen. *Wein-Wissenschaft*, (44), 77-84.
- Löhnertz, O., Schaller, K., & Mengel, K. (1989c). Nährstoffdynamik in Reben. III. Mitteilung: Stickstoffkonzentration und Verlauf der Aufnahme in der Vegetation. *Wein-Wissenschaft*, 44, 192-204.
- Meier, M., Siegrist, F., Drapela, T., Pluschke, H., Pfiffner, L., & Stolze, M. (2015). *Entwicklung einer Wirkungsabschätzungsmethode für Biodiversität*. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick. Schlussbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).
- Meier, M. S., Jungbluth, N., Stoessel, F., Schader, C., & Stolze, M. (2014). Higher accuracy in N modelling makes a difference., 10.
- Meier, M. S., Schader, C., Berner, A., & Gattinger, A. (2012). Modelling N₂O emissions from organic fertilisers for LCA inventories. *Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, FiBL, Frick (CH)*, 177-182.
- Neto, B., Dias, A., & Machado, M. (2013). Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: from viticulture to distribution. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(3), 590-602. doi: 10.1007/s11367-012-0518-4
- Niccolucci, V., Galli, A., Kitzes, J., Pulselli, R. M., Borsa, S., & Marchettini, N. (2008). Ecological Footprint analysis applied to the production of two Italian wines. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 128(3), 162-166. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.015>
- OCVP - Office Cantonal de la Viticulture et de la Promotion. (2015). *Contrôle officiel de la vendage 2015*. Renens, VD. Departement de l'economie et du sport, service de l' agriculture.
- Pedersen, A., Petersen, B. M., Eriksen, J., Hansen, S., & Jensen, L. S. (2007). A model simulation analysis of soil nitrate concentrations - Does soil organic matter pool structure or catch crop growth parameters matter most? *Ecological Modelling*, 205, 209-220.
- Point, E., Tyedmers, P., & Naugler, C. (2012). Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27(0), 11-20. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.035>

Literatur

- Prasuhn, V. (2006). Erfassung der PO₄-Austräge für die Ökobilanzierung SALCA Phosphor. *Agroscope Reckanholz-Tänikon ART*, , 20.
- PRé Consultants. (2013). *SimaPro 8.0*. Amersfoort, NL:
- QGIS Development Team. (2015). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation. URL: <http://qgis.osgeo.org>.
- Rindlisbacher, T. (2009). *Guidance on the Determination of Helicopter Emissions*. No. 0 / 3/33/33-05-20 Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2014). Global Biodiversity. *Outlook 4, Montréal*, p. 155.
- Siegfried, W., Holliger, E., Viret, O., Crettenend, Y., Mittaz, C., & Antonin, P. (2000). Applikationstechnik im Weinbau - Teil 1 Wirkstoffbilanzen bei verschiedenen Pflanzenschutzgeräten Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil. *Schweizer Zeitschrift Für Obst- Und Weinbau*, 6, 104-107.
- Steenwerth, K. L., Strong, E. B., Greenhut, R. F., Williams, L., & Kendall, A. (2015). Life cycle greenhouse gas, energy, and water assessment of wine grape production in California. *LCA of Agriculture*, (9), 1243-1253. doi: 10.1007/s11367-015-0935-2
- Stössel, F., & Hellweg, S. (2012). *Fruit and Vegetable Data and an Example of Application*. Zurich, Switzerland.
- Tournebize, J., Gregoire, C., Coupe, R. H., & Ackerer, P. (2012). Modelling nitrate transport under row intercropping system: Vines and grass cover. *Journal of Hydrology*, 440-441, 14-25.
- Zierock, M. (2015). *Land-use impacts on biodiversity of a Swiss organic wine estate: Life Cycle Impact Assessment combining landscape structure and land-use intensity parameters*. Nature Conservation and Landscape Management, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Freiburg). , p. 33.

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Übersicht der erhobenen Bio- und ÖLN-Betriebe in der Schweiz.....	7
Tabelle 2-2: Regionen und Rebsorten für die Aggregation.....	8
Tabelle 2-3: Wirkungsindikatoren zur Abschätzung der Umweltauswirkungen durch die Schweizer Weinproduktion	9
Tabelle 3-1: Merkmale der erhobenen biologisch bewirtschafteten Weinbaubetriebe in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte.....	10
Tabelle 3-2: Merkmale der erhobenen ÖLN bewirtschafteten Weinbaubetriebe in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte.....	11
Tabelle 3-3: Maschineneinsatz, verwendete Materialien und deren Entsorgung für die Neuerstellung einer Hektare Rebberg. Die Angaben gelten für die Errichtung einer Hektare einer genormten Rebparzelle von 100 x 100 m mit 50 Rebzeilen und einem Stockabstand von 1.0 m.....	12
Tabelle 3-4: Durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen durch organische Dünger in der biologischen Traubenproduktion für die erhobenen Weinbaubetriebe.....	13
Tabelle 3-5: Durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen durch mineralische Dünger in der ÖLN-Traubenproduktion für die erhobenen Weinbaubetriebe.....	13
Tabelle 3-6: Ausgebrachte aktive Wirkstoffmengen in der biologischen Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe	14
Tabelle 3-7: Ausgebrachte Präparate und aktive Wirkstoffmengen in der ÖLN-Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe	15
Tabelle 3-8: Transportdistanzen [km] der erhobenen Bio-Weinbetriebe	16
Tabelle 3-9: Transportdistanzen [km] der erhobenen ÖLN-Weinbetriebe.....	16
Tabelle 3-10: Angenommener Treibstoffverbrauch für die auf den Betrieben durchgeführten Maschinengänge	18
Tabelle 3-11: Verbrauch an Treibstoff und Elektrizität der erhobenen Bio-Weinbetriebe (ohne Traubentransport)	19
Tabelle 3-12: Verbrauch an Treibstoff und Elektrizität der erhobenen ÖLN-Weinbetriebe (ohne Traubentransport) ...	19
Tabelle 3-13: Wasserverbrauch für Spritzbrühen und Bewässerung in der biologischen Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe	20
Tabelle 3-14: Wasserverbrauch für Spritzbrühen und Bewässerung in der ÖLN-Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe	20
Tabelle 3-15: In der Berechnung der Stickstoffemissionen verwendenden N-Depositionsraten.	22
Tabelle 3-16: Jährlicher Stickstoffentzug durch Reben bei einem Ertrag von 10 t Trauben pro ha (in $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$).....	23
Tabelle 3-17: Im Stickstoffemissions-Modell verwendete Emissionsfaktoren.	24
Tabelle 3-18: Direkte und indirekte Feldemissionen in der biologischen Bewirtschaftung der erhobenen Bio-Weinbaubetriebe in der Schweiz	24
Tabelle 3-19: Direkte und indirekte Feldemissionen in der ÖLN-Bewirtschaftung der erhobenen ÖLN-Weinbaubetriebe in der Schweiz	25
Tabelle 3-20: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags ins Grundwasser gemäss Prasuhn (2006).....	25
Tabelle 3-21: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags in Oberflächengewässer bei Bio-Betrieben gemäss Prasuhn (2006).....	26
Tabelle 3-22: Verwendete Parameter zur Berechnung des P-Austrags in Oberflächengewässer bei ÖLN-Weinbaubetrieben gemäss Prasuhn (2006).....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Eckdaten der erhobenen biologisch wirtschaftenden Kellereien in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte	27
Tabelle 4-2: Eckdaten der erhobenen nach ÖLN-Richtlinien wirtschaftenden Kellereien in der Schweiz; EU: Europäische Rebsorte; PIWI: pilzwiderstandsfähige Rebsorte.....	28
Tabelle 4-3: Gewicht [g] und verwendete Datensätze aus ecoinvent für die Flaschenausstattung.....	28
Tabelle 4-4: Gewicht [kg] und verwendete Datensätze aus ecoinvent für die Gebinde	29
Tabelle 4-5: Marke und Massen der in der Weinproduktion eingesetzten Maschinen und Geräte	30
Tabelle 4-6: Anzahl Fahrten und Transportdistanzen [km] der erhobenen Bio-Weinbetriebe.....	30
Tabelle 4-7: Anzahl Fahrten und Transportdistanzen [km] der erhobenen ÖLN-Weinbetrieben	31
Tabelle 4-8: Verbrauch an Strom, Diesel, Heizöl und Holz pro 1'000 Flaschen Wein in der Weinproduktion der erhobenen Bio-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein	32
Tabelle 4-9: Verbrauch an Strom, Diesel, Heizöl und Holz pro 1'000 Flaschen in der Weinproduktion der erhobenen ÖLN-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein	32
Tabelle 4-10: Wasserverbrauch in der Weinproduktion der erhobenen Bio-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein	33
Tabelle 4-11: Wasserverbrauch in der Weinproduktion der erhobenen ÖLN-Kellereien. rot = Rotwein, weiss = Weisswein	33
Tabelle 4-12: Datengrundlage der drei Distributionsvarianten	34
Tabelle 7-1: Inputdaten für das Biodiversitätsbewertungsmodell für den Betrieb D-CH Bio 1 unter der aktuellen Produktion und im Szenario unter ÖLN-Produktion	66
Tabelle 7-2: Artenverlustpotenzial (BDP) absolut für den Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung	66
Tabelle 8-1: Vergleich der erhobenen Erträge [kg/ha] mit der weinwirtschaftlichen Statistik des BLW. Die Ausbeute [%] zur Umrechnung der BLW-Erträge in kg/ha beruht auf einer Annahme	70

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Schematische Darstellung der Systemgrenzen der Trauben- und Weinproduktion inkl. Distribution	5
Abbildung 2-2: Ertrag pro Schlagfläche [t/ha] der ZA-AUI, aggregiert nach Rebsorten und Region. n = Anzahl Schläge ..	8
Abbildung 5-1: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq/ha a] der biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres.....	36
Abbildung 5-2: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq/ha a] der ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres	37
Abbildung 5-3: Gesamtumweltbelastung [UBP] der biologischen und ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres	40
Abbildung 5-4: Gesamtumweltbelastung [UBP] der biologischen und ÖLN-Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres, aufgegliedert in die Wirkungskategorien mit der Bewertung der Kupfer-Emissionen als Schwermetalleintrag in den Boden	41
Abbildung 5-5: Gesamtumweltbelastung [UBP] der ÖLN- und biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres, aufgegliedert in Wirkungskategorien mit der Bewertung der Kupferemissionen über den Ökofaktor als PSM	42
Abbildung 5-6: Gesamtumweltbelastung [UBP] der ÖLN- und biologischen Bewirtschaftung einer Hektare Rebberg während eines Jahres, aufgegliedert in Schadstoffquellen mit der Bewertung der Kupferemissionen über den Ökofaktor als PSM	43
Abbildung 5-7: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq] der Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit Stahlpfählen, Betonpfählen und Holzpfählen	44
Abbildung 5-8: Gesamtumweltbelastung der Neuerstellung einer Hektare Rebanlage mit Stahlpfählen, Betonpfählen und Holzpfählen gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] aufgegliedert nach Wirkungskategorien.....	45
Abbildung 6-1: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq] der Herstellung einer Flasche Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität	47
Abbildung 6-2: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq] der Herstellung einer Flasche Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität aufgegliedert in die Schadstoffquellen	48
Abbildung 6-3: Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität aufgegliedert nach Schadstoffquellen	49
Abbildung 6-4: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] aufgegliedert in die Wirkungskategorien	50
Abbildung 6-5: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgegliedert in die Wirkungskategorien.....	51
Abbildung 6-6: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgegliedert in die Wirkungskategorien.....	52
Abbildung 6-7: Gesamtumweltbelastung der Herstellung einer Flasche Weiss- und Rotwein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität gemäss der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] mit dem Ökofaktor für Kupfer als PSM aufgegliedert in die Wirkungskategorien.....	53
Abbildung 6-8: Krebserregende Humantoxizität [CTUh] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 6-9: Nicht-krebserregende Humantoxizität [CTUh] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	55
Abbildung 6-10: Süsswasser-Ökotoxizität [CTUe] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	55
Abbildung 6-11: Feinstaubbelastung [kg PM _{2.5} eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	56
Abbildung 6-12: Ionisierende Strahlung HH [kBq U235 eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	57
Abbildung 6-13: Versauerung [mol c (H ⁺) eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert.....	57
Abbildung 6-14: Terrestrische Eutrophierung [mol c (N) eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert.....	58
Abbildung 6-15: Süsswasser Eutrophierung [kg P eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	59
Abbildung 6-16: Verbrauch an mineralischen, fossilen und erneuerbaren Ressourcen [kg Sb eq] nach ILCD der Herstellung einer Flasche Rot- und Weisswein von 0.75 L in ÖLN- und Bio-Qualität. Rote Linie = Mittelwert	59
Abbildung 6-17: Treibhauspotenzial [kg CO ₂ -eq] einer Flasche Wein durch die Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit Privatauto», «Auslieferungstour durch Winzer mit Lieferwagen» und «Anlieferung in Detailhandel mit LKW und Einkauf durch Kunden mit Privatauto».....	60
Abbildung 6-18: Gesamtumweltbelastung nach der Methode der ökologischen Knappheit [UBP] einer Flasche Wein durch die Distributionsvarianten «Abholung durch den Kunden mit Privatauto», «Auslieferungstour durch Winzer mit Lieferwagen» und «Anlieferung in Detailhandel mit LKW und Einkauf durch Kunden mit Privatauto»	61
Abbildung 7-1: Relativer Unterschied des Artenverlustpotenzials pro Hektare Betriebsfläche zwischen dem Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung	66
Abbildung 7-2: Relativer Unterschied des Artenverlustpotenzials pro Flasche Wein zwischen dem Betrieb D-CH Bio 1 unter biologischer und unter ÖLN-Bewirtschaftung.....	67
Abbildung 8-1: Vergleich des Treibhauspotenzials [kg CO ₂ -eq] von einem Kilogramm roter und weisser ÖLN- und Bio-Trauben in der Schweiz mit der Traubenproduktion in Frankreich (ADEME, 2015), in Kalifornien (Steenwerth et al., 2015) und mit der globalen Tafeltraubenproduktion aus der Datenbank ecoinvent v3.1 (ecoinvent Centre, 2014). Für die Schweizer Traubenproduktion ist die Streuung der Daten angezeigt.....	73

ANHANG

Die Tabelle A - 1 und Tabelle A - 2 zeigen die Sachbilanzen der erhobenen Bio- und ÖLN-Traubenproduktion und die Tabelle A - 3 und Tabelle A - 4 beinhalten die Sachbilanzen der Bio- und ÖLN-Weinproduktion.

Anhang

Tabelle A - 1: Sachbilanz der biologischen Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe in der Schweiz

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, organic, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH Bio 1}	vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH Bio 1}	vineyard, organic, PIWI, Solaris, ha a/CH {D-CH Bio 1}	vineyard, organic, PIWI, Cabernet Jura, ha a/CH {D-CH Bio 1}
						CH ha a	CH ha a	CH ha a	CH ha a
product	reference product	vineyard, organic, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH Bio 1}				1	1	1	1
		vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH Bio 1}							
		vineyard, organic, PIWI, Solaris, ha a/CH {D-CH Bio 1}							
		vineyard, organic, PIWI, Cabernet Jura, ha a/CH {D-CH Bio 1}							
		vineyard, organic, Europäer, ha a/CH {D-CH Bio 1}	CH	ha a					
		vineyard, organic, PIWI, ha a/CH {D-CH Bio 1}	CH	ha a					
emissions	to nature	ammonia (NH ₃)		air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		nitric oxides (NO _x)		air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		dinitrogen monoxide (N ₂ O)		air	kg	1.85E+00	1.85E+00	2.24E+00	1.85E+00
		nitrate (NO ₃)		ground wa	kg	8.87E+01	8.87E+01	1.05E+02	8.86E+01
		phosphorous		ground wa	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
		phosphorous		river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
		copper		soil	kg	1.88E+00	1.69E+00	0.00E+00	0.00E+00
		sulfur		soil	kg	1.63E+01	1.63E+01	0.00E+00	0.00E+00
technosphere	from technosphere	vineyard, construction, steel poles, ha/CH			ha	3.13E-02	3.03E-02	3.03E-02	3.13E-02
		lime production, algae FR	FR		kg	7.24E-01	7.24E-01	0.00E+00	0.00E+00
		copper {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO		kg	1.88E+00	1.69E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO		kg	1.63E+01	1.63E+01	0.00E+00	0.00E+00
		tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH		kg	3.15E+03	3.15E+03	0.00E+00	0.00E+00
		Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO		kg	2.50E+01	2.78E+01	2.50E+01	2.50E+01
		Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO		kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH		kg	7.61E+00	7.61E+00	5.89E+00	5.76E+00
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH		kg	7.50E+00	7.50E+00	0.00E+00	0.00E+00
		agricultural trailer production CH	CH		kg	2.32E+00	2.32E+00	1.51E+00	1.47E+00
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH		kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
		diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH		MJ	6.03E+03	6.03E+03	3.80E+03	3.80E+03
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH		tkm	6.09E-02	6.09E-02	0.00E+00	0.00E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH		tkm	1.35E+01	1.35E+01	2.20E+01	1.34E+01
		transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER		km	2.23E+02	2.23E+02	2.23E+02	2.23E+02
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER		tkm	6.70E-02	6.70E-02	0.00E+00	0.00E+00
		shed {CH} construction Alloc Rec, U	CH		m2	5.43E-02	5.43E-02	5.43E-02	5.43E-02
		building, hall, wood construction {CH} building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH		m2	7.84E-02	7.84E-02	7.84E-02	7.84E-02
		occupation, construction site			m2 a	6.64E+00	6.64E+00	6.64E+00	6.64E+00
		occupation, permanent crop, vine			ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
		Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH		kg	2.50E+01	2.78E+01	2.50E+01	2.50E+01
		Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH		kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH Bio 2}	vineyard, organic, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH Bio 2}	vineyard, organic, PIWI, Cabernet Jura, ha a/CH {D-CH Bio 2}
						CH	CH	CH
						ha a	ha a	ha a
product	reference product		vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH Bio 2}	CH	ha a	1	1	
			vineyard, organic, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH Bio 2}	CH	ha a			1
			vineyard, organic, PIWI, Cabernet Jura, ha a/CH {D-CH Bio 2}	CH	ha a			
emissions	to nature		ammonia (NH ₃)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			nitric oxides (NO _x)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	1.79E+00	1.95E+00	1.84E+00
			nitrate (NO ₃)	ground wa	kg	8.06E+01	8.74E+01	8.24E+01
			phosphorous	ground wa	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
			phosphorous	river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
			copper	soil	kg	3.59E+00	3.59E+00	2.16E+00
			sulfur	soil	kg	1.60E+01	1.60E+01	4.80E+00
			sulfate	soil	kg	2.28E+01	2.28E+01	0.00E+00
		technosphere	from technosphere		vineyard, construction, steel poles, ha/CH	CH	ha	2.70E-02
	Aluminium sulfate, powder {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	2.28E+01	2.28E+01	0.00E+00
	Sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	1.60E+01	1.60E+01	4.80E+00
	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	3.59E+00	3.59E+00	2.16E+00
	Insecticides, at regional storehouse/RER U			RER	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
	tap water			CH	kg	4.50E+03	4.50E+03	1.50E+03
	polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	7.84E+00
	tractor production, 4-wheel, agricultural CH			CH	kg	6.09E+00	6.08E+00	4.44E+00
	tractor production, 4-wheel, agricultural CH			CH	kg			
	agricultural trailer production CH			CH	kg	7.71E+00	7.68E+00	6.88E+00
	diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U			CH	MJ	7.43E+03	7.44E+03	5.18E+03
	Electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U			CH	kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
	transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U			CH	tkm	7.00E-02	7.00E-02	1.50E-02
	transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U			CH	tkm	6.26E+00	8.00E+00	5.00E+00
	transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER			RER	tkm	3.71E-01	3.71E-01	7.95E-02
	shed {CH} construction Alloc Rec, U			CH	m2	3.05E-01	3.05E-01	3.05E-01
	occupation, traffic area			-	m2 a	9.53E+00	9.53E+00	9.53E+00
	occupation, construction site			-	m2 a	1.53E+01	1.53E+01	1.53E+01
	occupation, permanent crop, vine			-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
	Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		
	Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	7.84E+00		

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH (W-CH Bio 3)	vineyard, organic, Europäer, Chasselas, ha a/CH (W-CH Bio 3)	vineyard, organic, PIWI, Johanniter, ha a/CH (W-CH Bio 3)
			Location			CH	CH	CH
			Unit			ha a	ha a	ha a
product	reference product		vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH (W-CH Bio 3)	CH	ha a	1	1	1
			vineyard, organic, Europäer, Chasselas, ha a/CH (W-CH Bio 3)	CH	ha a			
			vineyard, organic, PIWI, Johanniter, ha a/CH (W-CH Bio 3)	CH	ha a			1
emissions	to nature		ammonia (NH ₃)	air	kg	2.81E+00	2.81E+00	2.81E+00
			nitric oxides (NO _x)	air	kg	4.73E-01	4.73E-01	4.73E-01
			dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	3.06E+00	3.24E+00	3.15E+00
			nitrate (NO ₃)	ground water	kg	8.85E+01	9.63E+01	9.24E+01
			phosphorous	ground water	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
			phosphorous	river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
			copper	soil	kg	7.99E-01	7.99E-01	1.60E-01
			sulfur	soil	kg	2.16E+01	2.16E+01	8.00E-01
		technosphere	from technosphere		vineyard, construction, steel poles, ha/CH	CH	ha	2.78E-02
	compost {CH} treatment of biowaste, composting Alloc Rec, U			GLO	kg	9.64E+03	9.64E+03	9.64E+03
	magnesium oxide {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01
	sulfur trioxide {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	3.75E+01	3.75E+01	3.75E+01
	copper {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	7.99E-01	7.99E-01	1.60E-01
	sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U			GLO	kg	2.16E+01	2.16E+01	8.00E-01
	Insecticides, at regional storehouse/RER U			RER	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
	tap water {CH} market for Alloc Rec, U			CH	kg	1.44E+04	1.44E+04	3.20E+03
	tractor production, 4-wheel, agricultural CH			CH	kg	1.07E+01	1.36E+01	8.11E+00
	tractor production, 4-wheel, agricultural CH			CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
	agricultural trailer production CH			CH	kg	3.81E+00	3.82E+00	2.61E+00
	diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U			CH	MJ	8.06E+03	8.07E+03	5.81E+03
	transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U			CH	tkm	1.95E+01	1.95E+01	1.94E+01
	transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U			CH	tkm	1.60E+01	2.00E+01	1.80E+01
	transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U			CH	tkm	4.82E+01	4.82E+01	4.82E+01
	transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U			RER	km	3.23E+01	3.23E+01	3.33E+01
	transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER			RER	tkm	1.03E+00	1.03E+00	7.51E-01
	shed {CH} construction Alloc Rec, U	CH	m2	2.86E-01	2.86E-01	2.86E-01		
	occupation, traffic area	-	m2 a	4.76E+00	4.76E+00	4.76E+00		
	occupation, construction site	-	m2 a	1.43E+01	1.43E+01	1.43E+01		
	occupation, permanent crop, vine	-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00		

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {W-CH Bio 4}	vineyard, organic, Europäer, Chasselas, ha a/CH {W-CH Bio 4}	vineyard, organic, PIWI, Maréchal Foch, ha a/CH {W-CH Bio 4}	vineyard, organic, PIWI, Johanniter, ha a/CH {W-CH Bio 4}
						CH ha a	CH ha a	CH ha a	CH ha a
product	reference product	vineyard, organic, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {W-CH Bio 4}	vineyard, organic, Europäer, Chasselas, ha a/CH {W-CH Bio 4}	CH	ha a	1	1	1	1
			vineyard, organic, PIWI, Maréchal Foch, ha a/CH {W-CH Bio 4}	CH	ha a				
			vineyard, organic, PIWI, Johanniter, ha a/CH {W-CH Bio 4}	CH	ha a				
				CH	ha a				
emissions	to nature	ammonia (NH ₃)		air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		nitric oxides (NO _x)		air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		dinitrogen monoxide (N ₂ O)		air	kg	1.94E+00	1.76E+00	1.58E+00	1.94E+00
		nitrate (NO ₃)		ground wai	kg	8.13E+01	7.34E+01	6.56E+01	8.13E+01
		phosphorous		ground wai	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
		phosphorous		river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
		copper		soil	kg	9.59E-01	9.59E-01	0.00E+00	0.00E+00
		sulfur		soil	kg	4.26E+01	4.26E+01	1.00E+01	1.00E+01
		sulfate		soil	kg	1.27E+01	1.27E+01	0.00E+00	0.00E+00
		technosphere	from technosphere	vineyard, construction, steel poles, ha/CH		CH	ha	3.70E-02	5.56E-02
Aluminiumsulfate					kg	1.27E+01	1.27E+01	0.00E+00	0.00E+00
Kupfer					kg	9.59E-01	9.59E-01	0.00E+00	0.00E+00
Schwefel					kg	4.26E+01	4.26E+01	1.00E+01	1.00E+01
pesticides, unspecified					kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
insecticides, at regional storehouse/RER U				RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
tap water {CH} market for Alloc Rec, U				CH	kg	3.85E+03	3.85E+03	0.00E+00	0.00E+00
tractor production, 4-wheel, agricultural CH				CH	kg	1.20E-01	9.03E-02	6.02E-02	1.20E-01
agricultural trailer production CH				CH	kg	3.22E+01	3.34E+01	3.60E+00	2.41E+00
diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U				CH	MJ	1.51E+03	1.56E+03	1.86E+02	1.34E+02
electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U				CH	kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
Transport, passenger car, medium size, diesel, EURO 5 {RER} Alloc Rec, U				RER	km	8.61E-02	8.61E-02	1.00E-02	1.00E-02
transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U				CH	tkm	8.00E+00	6.00E+00	4.00E+00	8.00E+00
Transport, passenger car, medium size, diesel, EURO 5 {RER} Alloc Rec, U				RER	km	9.47E-01	9.47E-01	1.10E-01	1.10E-01
shed {CH} construction Alloc Rec, U				CH	m2	7.55E-02	7.55E-02	7.55E-02	7.55E-02
occupation, traffic area				-	m2 a	-	-	-	-
occupation, construction site				-	m2 a	3.78E+00	3.78E+00	3.78E+00	3.78E+00
occupation, permanent crop, vine				-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Irrigation {CH} processing Alloc Rec, U				CH	m3	1.17E+02	1.17E+02	1.17E+02	0.00E+00
polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U				GLO	kg	1.56E+01	1.47E+01	1.25E+01	1.25E+01
polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U				GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.07E+01
Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U				CH	kg	1.56E+01	1.47E+01	1.25E+01	1.25E+01
Waste polyethylene {CH} treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U		CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.07E+01		

Anhang

Tabelle A - 2: Sachbilanz der ÖLN-Traubenproduktion der erhobenen Weinbaubetriebe in der Schweiz

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	vineyard, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	vineyard, ÖLN, PIWI, Maréchal Foch, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	vineyard, ÖLN, PIWI, Seyval Blanc, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}
						CH ha a	CH ha a	CH ha a	CH ha a
product	reference product		vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a	1	1	1	1
			vineyard, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a				
			vineyard, ÖLN, PIWI, Maréchal Foch, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a				
			vineyard, ÖLN, PIWI, Seyval Blanc, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a				
			vineyard, ÖLN, Europäer, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a				
			vineyard, ÖLN, PIWI, ha a/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	ha a				
emissions	to nature	ammonia (NH ₃)	air	kg	6.83E-01	6.83E-01	6.83E-01	6.83E-01	
		nitric oxides (NO _x)	air	kg	1.97E-01	1.97E-01	1.97E-01	1.97E-01	
		dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	2.15E+00	2.30E+00	2.13E+00	2.11E+00	
		nitrate (NO ₃)	ground wai	kg	1.18E+02	1.27E+02	1.17E+02	1.16E+02	
		phosphorous	ground wai	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02	
		phosphorous	river	kg	1.96E-01	1.96E-01	1.96E-01	1.96E-01	
		Acetamiprid	soil	kg	1.60E-01	1.60E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Aluminiumfosethyl	soil	kg	4.40E+00	4.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		Boscalid	soil	kg	6.12E-01	6.12E-01	1.07E+00	1.07E+00	
		Chlorothalonil	soil	kg	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	
		Copper	soil	kg	7.48E-01	7.48E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Copper oxychloride	soil	kg	2.35E-01	2.35E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Cymoxanil	soil	kg	3.52E-01	3.52E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Cyprodinil	soil	kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01	
		Fenpropidin	soil	kg	3.00E-01	3.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Fluazinam	soil	kg	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01	
		Fludioxinil	soil	kg	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	
		Folpet	soil	kg	1.35E+01	1.35E+01	8.40E+00	8.40E+00	
		Iprovalicarb	soil	kg	1.62E-01	1.62E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Mandipropamid	soil	kg	3.20E-01	3.20E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Metalaxyl-M	soil	kg	2.00E-01	2.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Oil, biogenic	soil	kg	3.62E-01	3.62E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Penconazol	soil	kg	1.45E-01	1.45E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Pyrethrin	soil	kg	8.88E-02	8.88E-02	0.00E+00	0.00E+00	
		Sulfur	soil	kg	7.52E+00	7.52E+00	3.84E+00	3.84E+00	
		Spinosad	soil	kg	8.64E-02	8.64E-02	0.00E+00	0.00E+00	
		Spiroxamin	soil	kg	1.00E+00	1.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		Trifloxystrobin	soil	kg	1.50E-01	1.50E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Zoxamid	soil	kg	1.12E-01	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00	
		Fungicides, unspecified	soil	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
Glyphosate	soil	kg	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00			
Glufosinate	soil	kg	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01			

Anhang

technosphere	from technosphere	vineyard, construction, wood poles, ha/CH	CH	ha	3.23E-02	2.99E-02	2.99E-02	2.99E-02
		Stickstoff		kg	2.81E+01	2.81E+01	2.81E+01	2.81E+01
		Phosphor, als P2O5		kg	6.13E+00	6.13E+00	6.13E+00	6.13E+00
		Kalium		kg	2.50E+01	2.50E+01	2.50E+01	2.50E+01
		Schwefel		kg	1.61E+01	1.61E+01	1.61E+01	1.61E+01
		Magnesium		kg	1.04E+01	1.04E+01	1.04E+01	1.04E+01
		Acetamiprid		kg	1.60E-01	1.60E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Aluminiumfosethyl		kg	4.40E+00	4.40E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Boscalid		kg	6.12E-01	6.12E-01	1.07E+00	1.07E+00
		Chlorothalonil (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00
		[thio]carbamate-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.52E-01	3.52E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Nitrile-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01
		Cyclic N-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.00E-01	3.00E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Dinitroaniline-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01
		Fludioxonil		kg	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01
		Folpet (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.35E+01	1.35E+01	8.40E+00	8.40E+00
		Iprovalicarb		kg	1.62E-01	1.62E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Copper (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	7.48E-01	7.48E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Copper in copper oxychloride		kg	2.35E-01	2.35E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Mandipropamid		kg	3.20E-01	3.20E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Acetamide-anilide-compound, unspecified (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.00E-01	2.00E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Penconazol		kg	1.45E-01	1.45E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Pyrethrin		kg	8.88E-02	8.88E-02	0.00E+00	0.00E+00
		Sulfur (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	7.52E+00	7.52E+00	3.84E+00	3.84E+00
		Sesamöl als Wirkungsverstärker		kg	3.62E-01	3.62E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Spinosad		kg	8.64E-02	8.64E-02	0.00E+00	0.00E+00
		Spiroxamin		kg	1.00E+00	1.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Trifloxystrobin		kg	1.50E-01	1.50E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Zoxamid		kg	1.12E-01	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00
		fungicides, at regional storehouse/RER U	GLO	kg	7.54E+00	7.54E+00	1.37E+00	1.37E+00
		Glyphosate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00
		Glyphosate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01
		insecticides, at regional storehouse/RER U	RER	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
		tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	7.10E+03	7.10E+03	3.00E+03	3.00E+03
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg	7.27E+00	7.31E+00	6.02E+00	5.76E+00
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg				
		agricultural trailer production CH	CH	kg	1.38E+01	1.38E+01	1.03E+01	1.01E+01
		diesel, burned in building machine (CH) processing Alloc Rec, U	CH	MJ	1.00E+04	1.01E+04	8.12E+03	7.90E+03
		Electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural (CH) processing Alloc Rec, U	CH	tkm	2.79E-01	2.79E-01	2.45E-01	2.45E-01
		transport, tractor and trailer, agricultural (CH) processing Alloc Rec, U	CH	tkm	6.75E+00	9.16E+00	6.42E+00	6.07E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural (CH) processing Alloc Rec, U	CH	tkm				
		transport, passenger car (RER) market for Alloc Rec, U	RER	km	1.62E+01	1.62E+01	1.62E+01	1.62E+01
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	7.54E-01	7.54E-01	6.62E-01	6.62E-01
		shed (CH) construction Alloc Rec, U	CH	m2	1.03E-01	1.03E-01	1.03E-01	1.03E-01
		occupation, traffic area	-	m2 a				
		occupation, construction site	-	m2 a	5.13E+00	5.13E+00	5.13E+00	5.13E+00
		occupation, permanent crop, vine	-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
		polyethylene, high density, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		polyethylene, high density, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	9.35E+00	0.00E+00	8.66E+00	0.00E+00
		Waste polyethylene (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Waste polyethylene (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	9.35E+00	0.00E+00	8.66E+00	0.00E+00

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder classic, ha a/CH (D-CH ÖLN 2)	vineyard, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH ÖLN 2} bewässert	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Premium, ha a/CH {D-CH ÖLN 2}
						CH	CH	CH
						ha a	ha a	ha a
product	reference product		vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder classic, ha a/CH {D-CH ÖLN 2}	CH	ha a	1		
			vineyard, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, ha a/CH {D-CH ÖLN 2} bewässert	CH	ha a		1	
			vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Premium, ha a/CH {D-CH ÖLN 2}	CH	ha a			1
			vineyard, ÖLN, Europäer, ha a/CH {D-CH ÖLN 2} unbewässert	CH	ha a			
emissions	to nature	ammonia (NH ₃)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		nitric oxides (NO _x)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	1.60E+00	1.76E+00	1.56E+00	
		nitrate (NO ₃)	ground wat	kg	7.94E+01	8.88E+01	7.68E+01	
		phosphorous	ground wat	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02	
		phosphorous	river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	
		Aluminiumfosethyl	soil	kg	4.60E+00	4.60E+00	4.60E+00	
		Azoxystrobin	soil	kg	2.16E-01	2.16E-01	2.16E-01	
		Benzamide	soil	kg	2.50E-01	2.50E-01	2.50E-01	
		Cyflufenamid	soil	kg	1.20E-02	1.20E-02	1.20E-02	
		Cymoxanil	soil	kg	3.68E-01	3.68E-01	3.68E-01	
		Cyprodinil	soil	kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01	
		Difenoconazol	soil	kg	1.12E-01	1.12E-01	1.12E-01	
		Fludioxonil	soil	kg	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01	
		Folpet	soil	kg	9.79E+00	9.79E+00	9.79E+00	
		Kupferoxidchlorid	soil	kg	1.28E-01	1.28E-01	1.28E-01	
		Mandipropamid	soil	kg	3.10E-01	3.10E-01	3.10E-01	
		Metalaxyl-M	soil	kg	1.93E-01	1.93E-01	1.93E-01	
		Metrafenone	soil	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01	
		Proquinazid	soil	kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	
		Sulfur	soil	kg	5.60E+00	5.60E+00	5.60E+00	
Spinosad	soil	kg	8.64E-02	8.64E-02	8.64E-02			
Trifloxystrobin	soil	kg	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01			
Fungicides, unspecified	soil	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00			
Glyphosate	soil	kg	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00			

Anhang

technosphere	from technosphere	vineyard, construction, concrete poles, ha/CH	CH	ha	3.85E-02	3.85E-02	3.85E-02
		magnesium oxide {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	5.63E+00	5.63E+00	5.63E+00
		sulfur trioxide {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	1.13E+01	1.13E+01	1.13E+01
		Aluminiumfosethyl		kg	4.60E+00	4.60E+00	4.60E+00
		Azoxystrobin		kg	2.16E-01	2.16E-01	2.16E-01
		Cyflufenamid		kg	1.20E-02	1.20E-02	1.20E-02
		[thio]carbamate-compound {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	3.68E-01	3.68E-01	3.68E-01
		Nitrile-compound {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01
		Cyclic N-compound {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	1.12E-01	1.12E-01	1.12E-01
		Fludioxonil		kg	3.00E-01	3.00E-01	3.00E-01
		Fluopyram		kg	2.50E-01	2.50E-01	2.50E-01
		Folpet {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	9.79E+00	9.79E+00	9.79E+00
		Copper {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	1.28E-01	1.28E-01	1.28E-01
		Mandipropamid		kg	3.10E-01	3.10E-01	3.10E-01
		Acetamide-anillide-compound, unspecified {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	1.93E-01	1.93E-01	1.93E-01
		Metrafenone		kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
		Proquinazid		kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02
		Sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U		kg	5.60E+00	5.60E+00	5.60E+00
		Spinosad		kg	8.64E-02	8.64E-02	8.64E-02
		Trifloxystrobin		kg	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01
		fungicides, at regional storehouse/RER U		kg	6.29E+00	6.29E+00	6.29E+00
		Glyphosate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.80E+00	1.80E+00	1.80E+00
		insecticides, at regional storehouse/RER U	RER	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
		tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.46E+04	1.46E+04	1.46E+04
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg	9.24E+00	8.78E+00	1.36E+01
		agricultural trailer production CH	CH	kg	1.46E+01	1.39E+01	1.90E+01
		diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH	MJ	6.42E+03	6.21E+03	9.76E+03
		diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH	tkm	2.54E-02	2.54E-02	2.54E-02
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH	tkm	1.84E+00	2.62E+00	1.63E+00
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	5.16E-01	5.16E-01	5.16E-01
		shed {CH} construction Alloc Rec, U	CH	m2	1.23E+00	1.23E+00	1.23E+00
		occupation, traffic area	-	m2 a	1.53E+01	1.53E+01	2.01E+01
		occupation, construction site	-	m2 a	6.13E+01	6.13E+01	6.13E+01
		occupation, permanent crop, vine	-	ha a	6.20E-01	4.20E-01	3.20E-01
		Irrigation {CH} processing Alloc Rec, U	CH	m3	0.00E+00	1.67E+01	0.00E+00

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}	vineyard, ÖLN, Europäer, Chasselas Direktzug, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}	vineyard, ÖLN, Europäer, Chasselas Querterrasse, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}
						CH	CH	CH
						ha a	ha a	ha a
product	reference product		vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	ha a	1	1	1
			vineyard, ÖLN, Europäer, Chasselas Direktzug, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	ha a			
			vineyard, ÖLN, Europäer, Chasselas Querterrasse, ha a/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	ha a			
emissions	to nature		ammonia NH ₃	air	kg	4.37E-01	4.37E-01	4.37E-01
			nitric oxides (NO _x)	air	kg	1.26E-01	1.26E-01	1.26E-01
			dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	1.85E+00	2.11E+00	2.19E+00
			nitrate (NO ₃)	ground wa	kg	8.93E+01	1.04E+02	1.09E+02
			phosphorous	ground wa	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
			phosphorous	river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
			acetamiprid	soil	kg	6.40E-02	6.40E-02	6.40E-02
			aluminiumfosethyl	soil	kg	1.60E+00	1.60E+00	1.60E+00
			azoxystrobin	soil	kg	2.07E-01	2.07E-01	2.07E-01
			copper	soil	kg	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00
			cyazofamid	soil	kg	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
			cyflufenamid	soil	kg	2.40E-02	2.40E-02	2.40E-02
			cymoxanil	soil	kg	2.96E-01	2.96E-01	2.96E-01
			cyprodinil	soil	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			difenoconazol	soil	kg	1.04E-01	1.04E-01	1.04E-01
			folpet	soil	kg	7.14E+00	7.14E+00	7.14E+00
			metalaxyl-M	soil	kg	2.93E-01	2.93E-01	2.93E-01
			metrafenone	soil	kg	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01
			quinoxifen	soil	kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02
			sulfur	soil	kg	1.28E+01	1.28E+01	1.28E+01
	spiroxamin	soil	kg	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01		
	trifloxystrobin	soil	kg	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01		
	zoxamide	soil	kg	1.12E-01	1.12E-01	1.12E-01		
	fungicides, unspecified	soil	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		
	Glyphosate	soil	kg	3.60E+00	3.60E+00	3.60E+00		
	Glufosinate	soil	kg	6.75E-01	6.75E-01	6.75E-01		

Anhang

technosphere	from technosphere	vineyard, construction, concrete poles, ha/CH	CH	ha	3.85E-02	4.76E-02	4.76E-02
		Stickstoff		kg	1.80E+01	1.80E+01	1.80E+01
		Phosphor		kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Kalium		kg	3.96E+01	3.96E+01	3.96E+01
		Schwefel		kg	2.16E+01	2.16E+01	2.16E+01
		Magnesium		kg	5.39E+00	5.39E+00	5.39E+00
		Acetamidrid		kg	6.40E-02	6.40E-02	6.40E-02
		Fosetyl-Al {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.60E+00	1.60E+00	1.60E+00
		Azoxystrobin		kg	2.07E-01	2.07E-01	2.07E-01
		Cyazofamid		kg	1.00E-01	1.00E-01	1.00E-01
		Cyflufenamid		kg	2.40E-02	2.40E-02	2.40E-02
		[thio]carbamate-compound {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.96E-01	2.96E-01	2.96E-01
		Cyclic N-compound {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Difenoconazol		kg	1.04E-01	1.04E-01	1.04E-01
		Folpet {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	7.14E+00	7.14E+00	7.14E+00
		Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.90E+00	1.90E+00	1.90E+00
		Acetamide-anilide-compound, unspecified {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.93E-01	2.93E-01	2.93E-01
		Metrafenone		kg	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01
		Quinoxifen		kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02
		Sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.28E+01	1.28E+01	1.28E+01
		Spiroxamin		kg	4.00E-01	4.00E-01	4.00E-01
		Trifloxystrobin		kg	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01
		Zoxamid		kg	1.12E-01	1.12E-01	1.12E-01
		fungicides, at regional storehouse/RER U	GLO	kg	1.45E+00	1.45E+00	1.45E+00
		Glyphosate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.60E+00	3.60E+00	3.60E+00
		Glyphosate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	6.75E-01	6.75E-01	6.75E-01
		insecticides, at regional storehouse/RER U	RER	kg	2.40E-01	2.40E-01	2.40E-01
		tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.41E+04	1.41E+04	1.41E+04
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg	2.69E+00	3.03E+00	3.05E+00
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg			
		agricultural trailer production CH	CH	kg	3.05E+01	3.12E+01	3.12E+01
		diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH	MJ	4.00E+03	4.96E+03	4.84E+03
		Electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	4.08E+00	4.08E+00	4.08E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH	tkm	4.75E-01	4.75E-01	4.75E-01
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH	tkm	1.03E+01	1.85E+01	2.12E+01
		transport, tractor and trailer, agricultural {CH} processing Alloc Rec, U	CH	tkm			
		transport, passenger car, EURO 5 {RER} Alloc Rec, U	RER	km	3.42E+01	3.42E+01	3.42E+01
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	2.64E+00	2.64E+00	2.64E+00
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm			
		shed {CH} construction Alloc Rec, U	CH	m2	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01
		occupation, traffic area	-	m2 a	1.56E+01	1.56E+01	1.56E+01
		occupation, construction site	-	m2 a	1.17E+01	1.17E+01	1.17E+01
		occupation, permanent crop, vine	-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Querterrasse, ha a/CH (W-CH ÖLN 4) Helikopter gespritzt	vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Direktzug, ha a/CH (W-CH ÖLN 4)	vineyard, ÖLN, Europäer, Sauvignon Blanc, ha a/CH (W-CH ÖLN 4)
			Location			CH	CH	CH
			Unit			ha a	ha a	ha a
product	reference product		vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Querterrasse, ha a/CH (W-CH ÖLN 4) Helikopter gespritzt	CH	ha a	1	1	1
			vineyard, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Direktzug, ha a/CH (W-CH ÖLN 4)	CH	ha a			
			vineyard, ÖLN, Europäer, Sauvignon Blanc, ha a/CH (W-CH ÖLN 4)	CH	ha a			
emissions	to nature		ammonia (NH ₃)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			nitric oxides (NO _x)	air	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			dinitrogen monoxide (N ₂ O)	air	kg	1.68E+00	1.68E+00	1.83E+00
			nitrate (NO ₃)	ground wal	kg	7.81E+01	7.81E+01	8.72E+01
			phosphorous	ground wal	kg	7.00E-02	7.00E-02	7.00E-02
			phosphorous	river	kg	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01
			Aluminiumfosethyl	soil	kg	3.47E+00	4.43E+00	4.43E+00
			Benzamide	soil	kg	7.04E-02	1.41E-01	1.41E-01
			Chlorothalonil	soil	kg	1.80E+00	0.00E+00	0.00E+00
			Cyflufenamid	soil	kg	2.40E-02	0.00E+00	0.00E+00
			Cymoxanil	soil	kg	1.92E-01	1.84E-01	1.84E-01
			Cyprodinil	soil	kg	0.00E+00	4.50E-01	4.50E-01
			Difenoconazol	soil	kg	7.30E-02	0.00E+00	0.00E+00
			Fludioxinil	soil	kg	0.00E+00	3.00E-01	3.00E-01
			Folpet	soil	kg	5.99E+00	9.65E+00	9.65E+00
			Iprovalicarb	soil	kg	2.16E-01	2.16E-01	2.16E-01
			Copper	soil	kg	9.87E-01	8.99E-01	8.99E-01
			Kupferhydroxidcalciumchlorid	soil	kg	3.50E-01	0.00E+00	0.00E+00
			Mandipropamid	soil	kg	0.00E+00	1.50E-01	1.50E-01
			Metalaxyl-M	soil	kg	1.30E-01	0.00E+00	0.00E+00
			N-(2,3-dichloro-4-hydroxyphenyl)-1-methylcyclohexane-1-carboxamide	soil	kg	7.65E-01	7.65E-01	7.65E-01
			Penconazole	soil	kg	5.00E-02	0.00E+00	0.00E+00
			Quinoxifen	soil	kg	0.00E+00	7.50E-02	7.50E-02
			Sulfur	soil	kg	4.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			Spiroxamin	soil	kg	2.80E+00	2.95E+00	2.95E+00
			Trifloxystrobin	soil	kg	4.50E-02	2.20E-01	2.20E-01
			Zoxamide	soil	kg	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00
	Fungicides, unspecified	soil	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00		
	Glyphosate	soil	kg	1.08E+00	1.08E+00	1.08E+00		
	Glufosinate	soil	kg	6.75E-01	6.75E-01	6.75E-01		

Anhang

technosphere	from technosphere	vineyard, construction, steel poles, ha/CH	CH	ha	3.70E-02	3.70E-02	3.70E-02
		boric oxide (GLO) production Alloc Rec, U		kg	1.03E-01	1.03E-01	1.72E-01
		magnesium (GLO) market for Alloc Rec, U		kg	1.72E-01	1.72E-01	1.72E-01
		molybdenum (GLO) market for Alloc Rec, U		kg	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04
		sulfur trioxide (GLO) market for Alloc Rec, U		kg	3.52E-01	3.52E-01	3.52E-01
		Fosetyl-Al (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.47E+00	4.43E+00	4.43E+00
		Chlorothalonil (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.80E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Cyflufenamid		kg	2.40E-02	0.00E+00	0.00E+00
		[thio]carbamate-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.92E-01	1.84E-01	1.84E-01
		Nitrile-compound (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	4.50E-01	4.50E-01
		Difenoconazol (SSH)		kg	7.30E-02	0.00E+00	0.00E+00
		Fenhexamid		kg	7.65E-01	7.65E-01	7.65E-01
		Fludioxonil		kg	0.00E+00	3.00E-01	3.00E-01
		Fluopicolide		kg	7.04E-02	1.41E-01	1.41E-01
		Folpet (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.99E+00	9.65E+00	9.65E+00
		Iprovalicarb		kg	2.16E-01	2.16E-01	2.16E-01
		Copper (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	9.87E-01	8.99E-01	8.99E-01
		Kupferhydroxid, Cu(OH) ₂		kg			
		Kupferhydroxidcalciumchlorid		kg	3.50E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Mandipropamid		kg	0.00E+00	1.50E-01	1.50E-01
		Acetamide-anilide-compound, unspecified (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.30E-01	0.00E+00	0.00E+00
		Penconazole (SSH)		kg	5.00E-02	0.00E+00	0.00E+00
		Quinoxifen		kg	0.00E+00	7.50E-02	7.50E-02
		Sulfur (GLO) market for Alloc Rec, U		kg	4.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Spiroxamin		kg	2.80E+00	2.95E+00	2.95E+00
		Trifloxystrobin		kg	4.50E-02	2.20E-01	2.20E-01
		Zoxamide		kg	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00
		fungicides, at regional storehouse/RER U	GLO	kg	4.51E+00	4.82E+00	4.82E+00
		Glyphosate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	6.75E-01	6.75E-01	6.75E-01
		Glyphosate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.08E+00	1.08E+00	1.08E+00
		insecticides, at regional storehouse/RER U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	2.90E+03	1.12E+04	1.12E+04
		tractor production, 4-wheel, agricultural CH	CH	kg	6.29E-01	9.00E-01	2.30E+00
		agricultural trailer production CH	CH	kg	8.80E-01	1.12E+00	2.66E+00
		diesel, burned in building machine (CH) processing Alloc Rec, U	CH	MJ	1.34E+01	1.34E+01	1.79E+01
		diesel, burned in building machine (CH) processing Alloc Rec, U	CH	MJ	1.41E+03	2.50E+03	2.63E+03
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	4.92E+00	4.92E+00	4.92E+00
		transport, tractor and trailer, agricultural (CH) processing Alloc Rec, U	CH	tkm	8.37E-03	1.68E-02	1.68E-02
		transport, tractor and trailer, agricultural (CH) processing Alloc Rec, U	CH	tkm	3.00E+00	3.00E+00	4.00E+00
		transport, passenger car (RER) market for Alloc Rec, U	RER	km			
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	2.30E-01	4.61E-01	4.61E-01
		transport, helicopter, LTO cycle, vineyard spraying (GLO) Alloc Rec, U	GLO	p	2.83E-01	0.00E+00	0.00E+00
		transport, helicopter, vineyard spraying (GLO) processing Alloc Rec, U	GLO	h	1.55E-01	0.00E+00	0.00E+00
		shed (CH) construction Alloc Rec, U	CH	m2	1.52E-01	1.52E-01	1.52E-01
		occupation, traffic area	-	m2 a	1.01E+01	1.01E+01	1.01E+01
		occupation, construction site	-	m2 a	7.59E+00	7.59E+00	7.59E+00
		occupation, permanent crop, vine	-	ha a	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
		polyethylene, high density, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	2.78E+01
		polyethylene, high density, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		Waste polyethylene (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	2.78E+01
		Waste polyethylene (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

Anhang

Tabelle A - 3: Sachbilanz der biologischen Weinproduktion der erhobenen Kellereien in der Schweiz

InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	white wine, organic, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH Bio 1)	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder, L/CH (D-CH Bio 1)	white wine, organic, PWI, Solaris, L/CH (D-CH Bio 1)	red wine, organic, PWI, Cabernet Jura, L/CH (D-CH Bio 1)
					TG/CH L	TG/CH L	TG/CH L	TG/CH L
product	reference product	white wine, organic, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
		red wine, organic, Europäer, Blauburgunder, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
		white wine, organic, PWI, Solaris, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
		red wine, organic, PWI, Cabernet Jura, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
technosphere	from technosphere	grapes, organic, Europäer, Müller-Thurgau, kg/CH (D-CH Bio 1)	CH	kg	1.00	1.00	1.07	1.00
		grapes, organic, Europäer, Blauburgunder, kg/CH (D-CH Bio 1)	CH	kg				
		grapes, organic, PWI, Solaris, kg/CH (D-CH Bio 1)	CH	kg				
		grapes, organic, PWI, Cabernet Jura, kg/CH (D-CH Bio 1)	CH	kg				
		wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
		wine storage, in chrome steel tank, PWI, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
		wine storage, in barrique barrel, Europäer, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
		wine storage, in barrique barrel, PWI, L/CH (D-CH Bio 1)	CH	L				
		packaging glass, green (CH) production Alloc Rec, U	CH	kg	4.5E-01	4.5E-01	4.5E-01	4.5E-01
		carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	4.4E-02	4.4E-02	4.4E-02	4.4E-02
		EUR-flat pallet (RER) production Alloc Rec, U	RER	p	7.0E-04	7.0E-04	7.0E-04	7.0E-04
		packaging film, low density polyethylene (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	8.4E-04	8.4E-04	8.4E-04	8.4E-04
		cork slab (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	3.5E-03	3.5E-03	3.5E-03	3.5E-03
		paper, woodcontaining, lightweight coated (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	8.6E-04	8.6E-04	8.6E-04	8.6E-04
		potassium carbonate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04
		sulfuric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.5E-04	1.5E-04	1.5E-04	1.5E-04
		sugar, from sugar beet (CH) beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	7.5E-03	7.5E-03	7.5E-03	7.5E-03
		activated bentonite (DE) production Alloc Rec, U	DE	kg	4.0E-04	4.0E-04	4.0E-04	4.0E-04
		fodder yeast (CH) ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
		polypropylene, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.2E-05	1.2E-05	1.2E-05	1.2E-05
		cellulose fibre, inclusive blowing in (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.6E-04	5.6E-04	5.6E-04	5.6E-04
		expanded perlite (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.4E-04	1.4E-04	1.4E-04	1.4E-04
		citric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.0E-03	1.0E-03	1.0E-03	1.0E-03
		tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	4.5E+00	4.4E+00	4.7E+00	4.7E+00
		light fuel oil (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	2.1E-02	2.1E-02	2.1E-02	2.1E-02
		diesel, burned in building machine (CH) processing Alloc Rec, U	CH	MJ	3.5E-02	3.5E-02	3.5E-02	3.5E-02
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.6E-02	1.6E-02	1.6E-02	1.6E-02
		electricity, PV, at 3kWp slanted-roof, multi-Si, panel, mounted/kWh/CH	CH	kWh	1.3E-01	1.3E-01	1.3E-01	1.3E-01
		heat, central or small-scale, other than natural gas (CH) operation, solar collector system, Cu flat plate collector, multiple dwelling, for hot water Alloc Rec, U	CH	MJ	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01
		industrial machine, heavy, unspecified (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	2.6E-02	2.6E-02	2.6E-02	2.6E-02
		building, hall, wood construction (CH) building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	7.1E-05	7.1E-05	7.1E-05	7.1E-05
		Building, multi-storey (RER) construction Alloc Rec, U	RER	m3	2.0E-05	2.0E-05	2.0E-05	2.0E-05
		occupation, construction site	-	m2 a	4.5E-03	4.5E-03	4.5E-03	4.5E-03
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Alloc Rec, U	RER	tkm	2.3E-03	2.3E-03	2.3E-03	2.3E-03
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 (RER) transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 Alloc Rec, U	RER	tkm	4.5E-03	4.5E-03	4.5E-03	4.5E-03
		compost (CH) treatment of biowaste, composting Alloc Rec, U	CH	kg	2.0E-01	2.0E-01	2.0E-01	2.0E-01
		waste paperboard (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	6.9E-03	6.9E-03	6.9E-03	6.9E-03
		packaging glass, white (waste treatment) (GLO) recycling of packaging glass, white Alloc Rec, U	GLO	kg	3.8E-02	3.8E-02	3.8E-02	3.8E-02
		wastewater, unpolluted (CH) treatment of, capacity 5E9l/year Alloc Rec, U	CH	m3	4.5E-03	4.4E-03	4.7E-03	4.7E-03
		waste polypropylene (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	1.2E-05	1.2E-05	1.2E-05	1.2E-05

Anhang

InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH Bio 2)	white wine, organic, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH Bio 2)	red wine, organic, PWI, Cabernet Jura, L/CH (D-CH Bio 2)
					GR/CH L	GR/CH L	GR/CH L
		Location Unit					
product	reference product	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH Bio 2)	CH	L	0.75	0.75	0.75
		red wine, organic, Europäer, Blauburgunder Barrique, L/CH (D-CH Bio 2)	CH	L			
		white wine, organic, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH Bio 2)	CH	L			
		red wine, organic, PWI, Cabernet Jura, L/CH (D-CH Bio 2)	CH	L			
technosphere	from technosphere	grapes, organic, Europäer, Blauburgunder, kg/CH (Liesch)	CH	kg	1.00E+00		
		grapes, organic, Europäer, Blauburgunder, kg/CH (Liesch)	CH	kg			
		grapes, organic, Europäer, Müller-Thurgau, kg/CH (Liesch)	CH	kg			
		grapes, organic, PWI, Cabernet Jura, kg/CH (Liesch)	CH	kg			
		wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH (Parmelin)	CH	L	7.50E-01	7.50E-01	7.50E-01
		wine storage, in chrome steel tank, PWI, L/CH (Parmelin)	CH	L			
		wine storage, in barrique barrel, Europäer, L/CH (Parmelin)	CH	L			
		wine storage, in barrique barrel, PWI, L/CH (Parmelin)	CH	L			
		packaging glass, green (CH) production Alloc Rec, U	CH	kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01
		carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	7.59E-02	7.59E-02	7.59E-02
		EUR-flat pallet (RER) production Alloc Rec, U	RER	p	1.36E-03	1.36E-03	1.36E-03
		steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	6.27E-02	6.27E-02	6.27E-02
		packaging film, low density polyethylene (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.59E-04	1.59E-04	1.59E-04
		cork slab (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	3.52E-03	3.50E-03	3.50E-03
		sheet rolling, aluminium (RER) processing Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		paper, woodcontaining, lightweight coated (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04
		charcoal (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		potassium carbonate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.68E-04	5.68E-04	5.68E-04
		sulfuric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.42E-03	1.42E-03	1.42E-03
		sugar, from sugar beet (CH) beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		activated bentonite (DE) production Alloc Rec, U	DE	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		fodder yeast (CH) ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	2.84E-04	2.84E-04	2.84E-04
		carbon dioxide, liquid (RER) market for Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		citric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		polypropylene, granulate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		cellulose fibre, inclusive blowing in (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	9.64E-04	9.64E-04	9.64E-04
		expanded perlite (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.41E-04	2.41E-04	2.41E-04
		tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	2.17E-02	2.22E-01	1.23E+01
		light fuel oil (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		diesel, burned in building machine (CH) processing Alloc Rec, U	CH	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	3.66E-02	3.66E-02	3.66E-02
		electricity, PV, at 3kWp slanted-roof, multi-Si, panel, mounted/kWh/CH	CH	kWh	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		heat, central or small-scale, other than natural gas (CH) operation, solar collector system, Cu flat plate collector, multiple dwelling, for hot water Alloc Rec, U	CH	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		heat, central or small-scale, other than natural gas (CH) heat production, mixed logs, at wood heater 6kW Alloc Rec, U	CH	MJ	3.73E+00	3.73E+00	3.73E+00
		industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	8.62E-03	8.62E-03	8.62E-03
		building, multi-storey (RER) construction Alloc Rec, U	RER	m3	4.26E-04	4.26E-04	4.26E-04
		building, multi-storey (RER) construction Alloc Rec, U	RER	m3	1.14E-04	1.14E-04	1.14E-04
		building, hall, wood construction (CH) building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		occupation, traffic area		m2 a	1.42E-03	1.42E-03	1.42E-03
		occupation, construction site		m2 a	1.08E-02	1.08E-02	1.08E-02
		compost (CH) treatment of biowaste, composting Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		waste paperboard (CH) treatment of, municipal incineration Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		packaging glass, white (waste treatment) (GLO) recycling of packaging glass, white Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
		wastewater, unpolluted (CH) treatment of, capacity 5E9/year Alloc Rec, U	CH	m3	2.17E-05	2.22E-04	1.23E-02
		transport, passenger car (RER) market for Alloc Rec, U	RER	km	7.50E-04	3.38E-02	6.35E-02
		transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	1.18E-02	1.15E-02	1.15E-02

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH Bio 3}	white wine, organic, Europäer, Chasselas, L/CH {W-CH Bio 3}	white wine, organic, PIWI, Johanner, L/CH {W-CH Bio 3}
						VD/CH L	VD/CH L	VD/CH L
product		reference product	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH Bio 3}	CH	L	0.75	0.75	0.75
			white wine, organic, Europäer, Chasselas, L/CH {W-CH Bio 3}	CH	L			
			white wine, organic, PIWI, Johanner, L/CH {W-CH Bio 3}	CH	L			
technosphere	from technosphere		grapes, organic, Europäer, Chasselas, kg/CH {W-CH Bio 3}	CH	kg	1.02		
			grapes, organic, Europäer, Blauburgunder, kg/CH {W-CH Bio 3}	CH	kg		0.90	
			grapes, organic, PIWI, Johanner, kg/CH {W-CH Bio 3}	CH	kg			1.07
			wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH {W-CH Bio 3}	CH	L	0.75	0.75	
			wine storage, in chrome steel tank, PIWI, L/CH {W-CH Bio 3}	CH	L			0.75
			packaging glass, green {CH} production Alloc Rec, U	CH	kg	4.50E-01	4.50E-01	4.50E-01
			carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	1.04E-01	1.04E-01	5.16E-02
			EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec, U	RER	p	1.76E-03	1.76E-03	6.10E-04
			steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	2.30E-02	2.30E-02	2.30E-02
			packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	9.96E-05	9.96E-05	5.08E-05
			cork slab {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	3.50E-03	0.00E+00	3.50E-03
			sheet rolling, aluminium {RER} processing Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	3.45E-03	0.00E+00
			paper, woodcontaining, lightweight coated {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04
			charcoal {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			sulfuric acid {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	2.34E-03	2.34E-03	2.34E-03
			sugar, from sugar beet {CH} beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	2.05E-03	1.80E-02	2.14E-03
			activated bentonite {DE} production Alloc Rec, U	DE	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.50E-03	3.50E-03	3.50E-03
			fodder yeast {CH} ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			carbon dioxide, liquid {RER} market for Alloc Rec, U	RER	kg	3.75E-03	3.75E-03	3.75E-03
			citric acid {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg			
			tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.23E+01	3.84E-01	2.57E-01
			light fuel oil {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	5.33E-04	5.33E-04	5.33E-04
			diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH	MJ	2.30E-02	2.30E-02	2.30E-02
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	3.90E-02	3.12E-02	3.12E-02
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	4.55E-02	4.00E-02	4.76E-02
			industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	1.25E-02	1.08E-02	1.08E-02
			building, multi-storey {RER} construction Alloc Rec, U	RER	m3	1.00E-04	1.00E-04	1.00E-04
			building, multi-storey {RER} construction Alloc Rec, U	RER	m3	7.50E-05	7.50E-05	7.50E-05
			building, hall, wood construction {CH} building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	4.00E-05	4.00E-05	4.00E-05
			occupation, traffic area		m2 a	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05
			occupation, construction site		m2 a	3.75E-03	3.75E-03	3.75E-03
			wastewater, unpolluted {CH} treatment of, capacity 5E9/year Alloc Rec, U	CH	m3	1.23E-02	3.84E-04	2.57E-04
	transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER	km	2.19E-04	2.19E-04	2.19E-04		
	transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	3.36E-02	3.45E-02	1.88E-02		
	transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	4.25E-05	4.25E-05	4.25E-05		

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, organic, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH Bio 4)	white wine, organic, Europäer, Chasselas, L/CH (D-CH Bio 4)	red wine, organic, PIWI, Maréchal Foch, L/CH (D-CH Bio 4)	white wine, organic, PIWI, Johanner, L/CH (D-CH Bio 4)
						BE/CH L	BE/CH L	BE/CH L	BE/CH L
product	reference product		red wine, organic, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH Bio 4)	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
			white wine, organic, Europäer, Chasselas, L/CH (D-CH Bio 4)	CH	L				
			red wine, organic, PIWI, Maréchal Foch, L/CH (D-CH Bio 4)	CH	L				
			white wine, organic, PIWI, Johanner, L/CH (D-CH Bio 4)	CH	L				
technosphere	from technosphere		grapes, organic, Europäer, Blauburgunder, kg/CH (D-CH Bio 4)	CH	kg	1.00	0.91	1.10	1.00
			grapes, organic, Europäer, Chasselas, kg/CH (D-CH Bio 4)	CH	kg				
			grapes, organic, PIWI, Maréchal Foch, kg/CH (D-CH Bio 4)	CH	kg				
			grapes, organic, PIWI, Johanner, kg/CH (D-CH Bio 4)	CH	kg				
			wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH (Parmelin)	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
			wine storage, in chrome steel tank, PIWI, L/CH (Parmelin)	CH	L				
			packaging glass, green (CH) production Alloc Rec, U	CH	kg	5.50E-01	5.50E-01	5.50E-01	5.50E-01
			carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	7.36E-02	7.36E-02	7.36E-02	7.36E-02
			EUR-flat pallet (RER) production Alloc Rec, U	RER	p	9.38E-04	9.38E-04	9.38E-04	9.38E-04
			steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	4.31E-02	4.31E-02	4.31E-02	4.31E-02
			packaging film, low density polyethylene (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.75E-05	1.75E-05	1.75E-05	1.75E-05
			cork slab (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	3.50E-03	0.00E+00	3.50E-03	3.50E-03
			sheet rolling, aluminium (RER) processing Alloc Rec, U	RER	kg		3.00E-03		
			paper, woodcontaining, lightweight coated (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04	8.64E-04
			Sawnwood, lath, hardwood, raw, air dried (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	m3				
			charcoal (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			potassium carbonate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.88E-05	1.88E-05	1.88E-05	1.88E-05
			sulfuric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	5.63E-05	5.63E-05	5.63E-05	5.63E-05
			sugar, from sugar beet (CH) beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	9.38E-03	9.38E-03	9.38E-03	9.38E-03
			activated bentonite (DE) production Alloc Rec, U	DE	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			expanded perlite (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.30E-04	5.30E-04	5.30E-04	5.30E-04
			cellulose fibre, inclusive blowing in (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.12E-03	2.12E-03	2.12E-03	2.12E-03
			fodder yeast (CH) ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	1.56E-05	1.56E-05	1.56E-05	1.56E-05
			carbon dioxide, liquid (RER) market for Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			citric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	5.17E+00	5.19E+00	5.78E+00	5.78E+00
			electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	3.75E-02	3.75E-02	3.75E-02	3.75E-02
			heat, central or small-scale, other than natural gas (CH) heat production, mixed logs, at wood heater 6kW Alloc Rec, U	CH	MJ	5.92E+00	5.92E+00	5.92E+00	5.92E+00
			industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	6.04E-04	5.66E-04	6.49E-04	6.04E-04
			building, multi-storey (RER) construction Alloc Rec, U	RER	m3	4.06E-04	4.06E-04	4.06E-04	4.06E-04
			occupation, traffic area		m2 a	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			occupation, construction site		m2 a	6.25E-03	6.25E-03	6.25E-03	6.25E-03
			wastewater, unpolluted (CH) treatment of, capacity 5E9l/year Alloc Rec, U	CH	m3	5.17E-03	5.19E-03	5.78E-03	5.78E-03
			transport, passenger car (RER) market for Alloc Rec, U	RER	km	6.38E-03	6.38E-03	6.38E-03	6.38E-03

Anhang

Tabelle A - 4: Sachbilanz der ÖLN-Weinproduktion der erhobenen Kellereien in der Schweiz

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {D-CH ÖLN 1}	white wine, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH {D-CH ÖLN 1}	red wine, ÖLN, PWI, Maréchal Foch, L/CH {D-CH ÖLN 1}	white wine, ÖLN, PWI, Seyval Blanc, L/CH {D-CH ÖLN 1}
						TG/CH L	TG/CH L	TG/CH L	TG/CH L
product	reference product		red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
			white wine, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	L				
			red wine, ÖLN, PWI, Maréchal Foch, L/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	L				
			white wine, ÖLN, PWI, Seyval Blanc, L/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	L				
technosphere	from technosphere		grapes, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, kg/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	kg	1.10	1.12	1.06	1.17
			grapes, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, kg/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	kg				
			grapes, ÖLN, PWI, Maréchal Foch, kg/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	kg				
			grapes, ÖLN, PWI, Seyval Blanc, kg/CH {D-CH ÖLN 1}	CH	kg				
			wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
			wine storage, in chrome steel tank, PWI, L/CH	CH	L				
			packaging glass, green {CH} production Alloc Rec, U	CH	kg	4.60E-01	4.60E-01	4.60E-01	4.60E-01
			carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	8.75E-02	8.75E-02	8.75E-02	8.75E-02
			EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec, U	RER	p	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	5.61E-02	5.61E-02	5.61E-02	5.61E-02
			packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			cork slab {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			sheet rolling, aluminium {RER} processing Alloc Rec, U	RER	kg	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03
			paper, woodcontaining, lightweight coated {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02
			sheet rolling, aluminium {RER} processing Alloc Rec, U	RER	kg	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03
			charcoal {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	4.13E-04	4.13E-04	4.13E-04	4.13E-04
			potassium carbonate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	7.50E-05	7.50E-05	7.50E-05	7.50E-05
			sulfuric acid {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	7.50E-05	7.50E-05	7.50E-05	7.50E-05
			sugar, from sugar beet {CH} beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			activated bentonite {DE} production Alloc Rec, U	DE	kg	7.50E-04	7.50E-04	7.50E-04	7.50E-04
			perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.09E-03	1.09E-03	1.09E-03	1.09E-03
			cellulose fibre, inclusive blowing in {GLO} market for Alloc Rec, U	CH	kg	4.36E-03	4.36E-03	4.36E-03	4.36E-03
			expanded perlite {GLO} market for Alloc Rec, U						
			fodder yeast {CH} ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	1.88E-04	1.88E-04	1.88E-04	1.88E-04
			chemical, organic {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.25E-04	2.25E-04	2.25E-04	2.25E-04
			chemical, organic {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.00E-05	3.00E-05	3.00E-05	3.00E-05
			sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03	1.00E-03
			tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.23E+01	1.23E+01	1.23E+01	1.23E+01
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	2.44E-01	2.44E-01	2.44E-01	2.44E-01
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	8.33E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	0.00E+00	6.25E-02	0.00E+00	6.25E-02
			electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.98E-02	0.00E+00	1.98E-02	0.00E+00
			industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	8.12E-04	8.33E-04	8.12E-04	8.33E-04
			building, multi-storey {RER} construction Alloc Rec, U	RER	m3	4.09E-04	4.09E-04	4.09E-04	4.09E-04
			occupation, construction site		m2 a	2.05E-02	2.05E-02	2.05E-02	2.05E-02
			wastewater, unpolluted {CH} treatment of, capacity 5E9l/year Alloc Rec, U	CH	m3	1.23E-02	1.23E-02	1.23E-02	1.23E-02
			transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER	km	5.72E-03	3.66E-02	7.01E-02	5.35E-02
			transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	6.91E-04	6.91E-04	6.91E-04	6.91E-04

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH ÖLN 2)	white wine, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH ÖLN 2)	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Premium, L/CH (D-CH ÖLN 2)
						GR/CH	GR/CH	GR/CH
						L	L	L
product	reference product	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder classic, L/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	L	0.75			
		white wine, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, L/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	L		0.75		
		red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Premium, L/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	L			0.75	
technosphere	from technosphere	grapes, ÖLN, Europäer, Blauburgunder classic, kg/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	kg	1.00	1.10	1.04	
		grapes, ÖLN, Europäer, Müller-Thurgau, kg/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	kg				
		grapes, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Premium, kg/CH (D-CH ÖLN 2)	CH	kg				
		wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH (Parmelin)	CH	L	0.75	0.75	0.75	
		packaging glass, brown (CH) production Alloc Rec, U	CH	kg	6.20E-01	6.20E-01	6.20E-01	
		carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	8.61E-02	8.61E-02	8.61E-02	
		EUR-flat pallet (RER) production Alloc Rec, U	RER	p	6.01E-04	6.01E-04	6.01E-04	
		steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	6.91E-02	6.91E-02	6.91E-02	
		packaging film, low density polyethylene (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	1.68E-05	1.68E-05	1.68E-05	
		cork slab (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	3.50E-03	0.00E+00	3.50E-03	
		sheet rolling, aluminium (RER) processing Alloc Rec, U	RER	kg	3.00E-03	6.00E-03	3.00E-03	
		paper, woodcontaining, lightweight coated (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	
		charcoal (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.00E-05	3.00E-05	3.00E-05	
		potassium carbonate (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	5.26E-04	0.00E+00	0.00E+00	
		sulfuric acid (RER) production Alloc Rec, U	RER	kg	2.32E-03	2.32E-03	2.32E-03	
		sugar, from sugar beet (CH) beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		activated bentonite (DE) production Alloc Rec, U	DE	kg	0.00E+00	1.50E-03	0.00E+00	
		perlite (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.63E-03	0.00E+00	0.00E+00	
		cellulose fibre, inclusive blowing in (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.53E-03	1.53E-03	1.53E-03	
		expanded perlite (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.82E-04	3.82E-04	3.82E-04	
		fodder yeast (CH) ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	2.40E-04	2.40E-04	2.40E-04	
		carbon dioxide, liquid (RER) market for Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		chemical, organic (GLO) market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.80E-04	1.80E-04	1.80E-04	
		tap water (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.26E+01	1.11E+01	1.22E+01	
		light fuel oil (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	6.31E-02	6.31E-02	6.31E-02	
		light fuel oil (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kg	5.10E-03	0.00E+00	5.10E-03	
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01	
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00	
		electricity, low voltage (CH) market for Alloc Rec, U	CH	kWh	2.92E-02	0.00E+00	2.92E-02	
		industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	6.07E-04	7.89E-04	6.08E-04	
		building, multi-storey (RER) construction Alloc Rec, U	RER	m3	7.53E-04	7.53E-04	7.53E-04	
		building, hall, wood construction (CH) building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	6.49E-05	6.49E-05	6.49E-05	
		occupation, traffic area		m2 a	3.00E-03	3.00E-03	3.00E-03	
occupation, construction site		m2 a	1.48E-02	1.48E-02	1.48E-02			
wastewater, unpolluted (CH) treatment of, capacity 5E9/year Alloc Rec, U	CH	m3	1.26E-02	1.11E-02	1.22E-02			
transport, passenger car (RER) market for Alloc Rec, U	RER	km	5.84E-03	5.84E-03	5.84E-03			
transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	2.55E-04	2.55E-04	2.55E-04			

Anhang

InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH ÖLN 3}	white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas Direktzug, L/CH (W-CH ÖLN 3)	white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas Querterrassen, L/CH {W-CH ÖLN 3}	white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas, L/CH {W-CH ÖLN 3}
					VD/CH L	VD/CH L	VD/CH L	VD/CH L
product	reference product	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	L	0.75			
		white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas Direktzug, L/CH (W-CH ÖLN 3)	CH	L		0.75		
		white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas Querterrassen, L/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	L			0.75	
		white wine, ÖLN, Europäer, Chasselas, L/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	L				0.75
technosphere	from technosphere	grapes, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, kg/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	kg	0.94			
		grapes, ÖLN, Europäer, Chasselas Direktzug, kg/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	kg		0.94		
		grapes, ÖLN, Europäer, Chasselas Querterrasse, kg/CH {W-CH ÖLN 3}	CH	kg			0.94	
		wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH {Parmelin}	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75
		packaging glass, green {CH} production Alloc Rec, U	CH	kg	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01	4.0E-01
		carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	4.4E-02	4.4E-02	4.4E-02	4.4E-02
		EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec, U	RER	p	5.1E-04	5.1E-04	5.1E-04	5.1E-04
		steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	1.6E-02	1.6E-02	1.6E-02	1.6E-02
		packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	5.9E-05	5.9E-05	5.9E-05	5.9E-05
		cork slab {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
		sheet rolling, aluminium {RER} processing Alloc Rec, U	RER	kg	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03	3.0E-03
		paper, woodcontaining, lightweight coated {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	8.0E-02	8.0E-02	8.0E-02	8.0E-02
		charcoal {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
		potassium carbonate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.5E-05	2.5E-05	2.5E-05	2.5E-05
		sulfuric acid {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	1.7E-04	1.7E-04	1.7E-04	1.7E-04
		sugar, from sugar beet {CH} beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	1.2E-02	1.2E-02	1.2E-02	1.2E-02
		activated bentonite {DE} production Alloc Rec, U	DE	kg	2.5E-04	2.5E-04	2.5E-04	2.5E-04
		perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.0E-04	3.0E-04	3.0E-04	3.0E-04
		Cellulose fibre, inclusive blowing in {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.2E-03	1.2E-03	1.2E-03	1.2E-03
		expanded perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg				
		fodder yeast {CH} ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	1.4E-04	1.4E-04	1.4E-04	1.4E-04
		copper sulfate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.1E-06	2.1E-06	2.1E-06	2.1E-06
		skimmed milk, from cow milk {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.1E-04	2.1E-04	2.1E-04	2.1E-04
		chemical, organic {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
		polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
		tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	7.0E+01	7.2E+01	2.9E+01	5.0E+01
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00	1.0E+00
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	5.6E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	8.6E-02	2.4E-02	1.3E-02	1.8E-02
		industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	6.0E-04	7.8E-04	7.8E-04	7.8E-04
		building, hall, wood construction {CH} building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	RER	m2	3.7E-05	3.7E-05	3.7E-05	3.7E-05
		building, multi-storey {RER} construction Alloc Rec, U	RER	m3				
		building, hall, wood construction {CH} building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	3.4E-05	3.4E-05	3.4E-05	3.4E-05
		occupation, traffic area		m2 a	1.7E-03	1.7E-03	1.7E-03	1.7E-03
		occupation, construction site		m2 a	3.6E-03	3.6E-03	3.6E-03	3.6E-03
		wastewater, unpolluted {CH} treatment of, capacity 5E9/year Alloc Rec, U	CH	m3	7.0E-02	7.2E-02	2.9E-02	5.0E-02
		transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER	km	2.7E-04	2.7E-04	2.7E-04	2.7E-04
transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	2.9E-02	2.9E-02	2.9E-02	2.9E-02		

Anhang

	InputGroup	OutputGroup	Name	Location	Unit	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Querterrasse, L/CH {W-CH ÖLN 4}	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Direktzug, L/CH {W-CH ÖLN 4}	white wine, ÖLN, Europäer, Sauvignon Blanc, L/CH {W-CH ÖLN 4}	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH ÖLN 4}
						BE/CH L	BE/CH L	BE/CH L	BE/CH L
product	reference product	red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Querterrasse, L/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	L	0.75				
		red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Direktzug, L/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	L		0.75			
		white wine, ÖLN, Europäer, Sauvignon Blanc, L/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	L			0.75		
		red wine, ÖLN, Europäer, Blauburgunder, L/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	L					0.75
technosphere	from technosphere	Trauben, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Querterrasse, kg/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	kg	1.00				
		Trauben, ÖLN, Europäer, Blauburgunder Direktzug, kg/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	kg		1.00			
		Trauben, ÖLN, Europäer, Sauvignon Blanc, kg/CH {W-CH ÖLN 4}	CH	kg			1.00		
		wine storage, in chrome steel tank, Europäer, L/CH {Parmelin}	CH	L	0.75	0.75	0.75	0.75	
		packaging glass, green {CH} production Alloc Rec, U	CH	kg	6.00E-01	6.00E-01	6.00E-01	6.00E-01	
		carton board box production service, with offset printing CH	CH	kg	8.40E-02	8.40E-02	8.40E-02	8.40E-02	
		EUR-flat pallet {RER} production Alloc Rec, U	RER	p	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	
		steel production, electric, low-alloyed RER	RER	kg	5.52E-03	5.52E-03	5.52E-03	5.52E-03	
		packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	5.60E-05	5.60E-05	5.60E-05	5.60E-05	
		cork slab {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	3.50E-03	3.50E-03	0.00E+00	3.50E-03	
		sheet rolling, aluminium {RER} processing Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-03	0.00E+00	
		paper, woodcontaining, lightweight coated {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	8.00E-02	
		charcoal {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	3.75E-05	0.00E+00	
		potassium carbonate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		sulfuric acid {RER} production Alloc Rec, U	RER	kg	3.75E-04	3.75E-04	3.75E-04	3.75E-04	
		sugar, from sugar beet {CH} beet sugar production Alloc Rec, U	CH	kg	7.50E-03	7.50E-03	7.50E-03	7.50E-03	
		activated bentonite {DE} production Alloc Rec, U	DE	kg	0.00E+00	0.00E+00	7.50E-04	0.00E+00	
		perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		cellulose fibre, inclusive blowing in {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	
		expanded perlite {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	
		fodder yeast {CH} ethanol production from whey Alloc Rec, U	CH	kg	1.00E-04	1.00E-04	1.50E-04	1.00E-04	
		carbon dioxide, liquid {RER} market for Alloc Rec, U	RER	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		lime {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	7.50E-04	0.00E+00	
		sulfur {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	3.75E-04	3.75E-04	3.75E-04	3.75E-04	
		chemical, organic {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	3.00E-04	0.00E+00	
		polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
		sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	GLO	kg	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04	
		tap water {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kg	1.16E-01	1.23E+01	1.23E+01	6.21E+00	
		diesel, burned in building machine {CH} processing Alloc Rec, U	CH	MJ					
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.28E-01	1.28E-01	1.28E-01	1.28E-01	
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00	
		electricity, low voltage {CH} market for Alloc Rec, U	CH	kWh	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-01	0.00E+00	
		industrial machine production, heavy, unspecified RER	RER	kg	6.93E-04	6.20E-04	8.62E-04	6.57E-04	
		building, multi-storey {RER} construction Alloc Rec, U	RER	m3	3.24E-04	3.24E-04	3.24E-04	3.24E-04	
		building, hall, wood construction {CH} building construction, hall, wood construction Alloc Rec, U	CH	m2	2.00E-05	2.00E-05	2.00E-05	2.00E-05	
		occupation, traffic area		m2 a	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	
		occupation, construction site		m2 a	7.48E-03	7.48E-03	7.48E-03	7.48E-03	
		wastewater, unpolluted {CH} treatment of, capacity 5E9/year Alloc Rec, U	CH	m3	1.16E-04	1.23E-02	1.23E-02	6.21E-03	
		transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER	km	1.76E-03	1.76E-03	1.76E-03	1.76E-03	
		transport, passenger car {RER} market for Alloc Rec, U	RER	km	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	
transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO6 RER	RER	tkm	1.36E-04	1.36E-04	1.36E-04	1.36E-04			