



Datenerhebung der landwirtschaftlichen Massen-, Energie- und Finanzströme als Beitrag zum integrierten Stoffstrommanagement im Zukunftskreis Steinfurt

von

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter

Dr.-Ing. Elmar Brügging

Daniel Baumkötter, M.Eng.

Fachhochschule Münster

Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt



Labor für Umwelttechnik

in Kooperation mit:



Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



August 2013

INHALT

1	Einleitung und Zielsetzung	2
2	Methodik zur Bilanzierung der landwirtschaftlichen Stoffströme	4
3	Ermittlung und Bilanzierung der landwirtschaftlichen Stoffströme	6
3.1	Pflanzenbau	7
3.2	Viehhaltung	19
3.3	Biogas	30
3.4	Bilanzierung der Massenströme	35
4	Ermittlung und Bilanzierung der landwirtschaftlichen Energieströme	44
4.1	Pflanzenbau	45
4.2	Viehhaltung	49
4.3	Biogas	54
4.4	Bilanzierung der Energieströme	57
5	Ermittlung und Bilanzierung der landwirtschaftlichen Finanzströme	60
5.1	Pflanzenbau	61
5.2	Viehhaltung	67
5.3	Biogas	75
5.4	Bilanzierung der Finanzströme	79
6	Ergebnisse der Expertenworkshops	81
7	Auswertung der Untersuchungen	85
8	Zusammenfassung	87
9	Verzeichnisse	89
9.1	Literaturverzeichnis	89
9.2	Abbildungsverzeichnis	93
9.3	Tabellenverzeichnis	94

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

In Zeiten des demographischen Wandels und der Abwanderung der Landbevölkerung in die urbanen Zentren kommt der nachhaltigen Aufwertung von ländlichen Regionen in ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht eine entscheidende Bedeutung zu. Viele überwiegend ländlich strukturierte Kommunen und Kreise möchten daher die regionale Wertschöpfung steigern.

Das Instrument Stoffstrommanagement kann wirkungsvoll zur regionalen Wertschöpfung beitragen: Detaillierte Kenntnisse über Massenströme aus und in der Region bilden die Grundlagen für die Förderung einzelner Branchen sowie Interessen und zeigen praktische Möglichkeiten auf, welche die regionale Wertschöpfung positiv beeinflussen können.

Ein regionales Stoffstrommanagement muss sich mit teilweise sehr komplexen und dynamischen Prozessen auseinandersetzen. Daher wird mit der vorliegenden Studie der Fokus zunächst auf landwirtschaftlich relevante Massen-, Energie- und Finanzströme im Kreis Steinfurt, insbesondere auf die Biogaserzeugung und die Tierveredelung, gelegt.

Die Leitfrage lautet: Wie verlaufen die Massen-, Energie- und Finanzströme im landwirtschaftlichen und insbesondere im bioenergetischen Sektor im Kreis Steinfurt und wie können diese im Hinblick auf eine möglichst nachhaltige Landwirtschaft mit maximalen Wertschöpfungs- und Klimaschutzeffekten ausgerichtet werden? Ziel ist es dabei eine möglichst hohe Transparenz der aktuellen landwirtschaftlichen Situation zu erreichen.

Im Rahmen der Erarbeitung wurden zwei Experten-Workshops durchgeführt. Im ersten wurden die einzelnen Prozessschritte von der Produktion bis zum Verkauf der landwirtschaftlichen, bzw. energetischen, Produkte diskutiert und die unterschiedlichen Querverbindungen und Systemabhängigkeiten herausgearbeitet wurden. Im zweiten Schritt wurden dann auf Basis der Ergebnisse dieser Studie die Zukunftsthemen für die Landwirtschaft, insbesondere im Kreis Steinfurt, herausgearbeitet. Die Experten des Workshops setzten sich aus handelnden Personen im Bereich der Landwirtschaft und den vor- und nachgelagerten Industriebranchen sowie des Kreises Steinfurt, der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und der Fachhochschule Münster zusammen.

Mit den erhobenen Daten wird ein möglichst umfassendes Massenstromdiagramm erstellt, das aufzeigt, welche Stoffimporte und Produkte der Kreis Steinfurt im landwirtschaftlichen und insbesondere im bioenergetischen Sektor benötigt bzw. hergestellt werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden abschließend erste Denkanstöße entwickelt, wie die Massen-,

Energie- und Finanzströme zukünftig ausgerichtet werden könnten bzw. müssten, um eine möglichst nachhaltige Landwirtschaft mit maximalen Wertschöpfungs- und Klimaschutzefekten im Kreis Steinfurt zu etablieren.

Die in dieser Studie erarbeiteten Inhalte ermöglichen es, eine bislang nicht vorhandene Transparenz der Massen-, Energie- und Finanzströme für die in dieser ländlich geprägten Region wichtige Landwirtschaft an der ausgewählten Modellregion (Kreis Steinfurt) aufzuzeigen. Erst das Wissen um diese Zahlen, Daten und Fakten entlang der gesamten Produktions- und Energiekette ermöglicht es, gezielte Konzepte zur Optimierung des Gesamtsystems zu erarbeiten, umzusetzen und somit einen Beitrag zu einer Steigerung der regionalen Wertschöpfung zu leisten.

2 METHODIK ZUR BILANZIERUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN STOFFSTRÖME

Zur Ermittlung der landwirtschaftlichen Stoffströme wurden die landwirtschaftlichen Produktionsprozesse in die drei Bereiche Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogaserzeugung aufgeteilt. In Abb. 2-1 ist die Unterteilung der drei Bereiche und ihrer Wechselwirkungen, auch über die Kreisgrenzen hinaus, grafisch dargestellt.

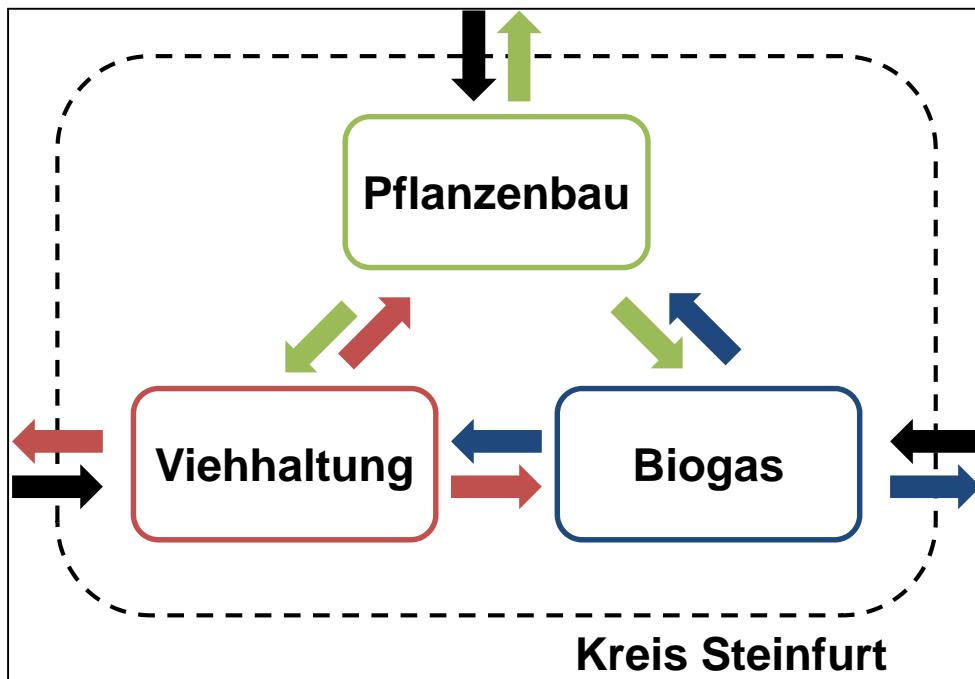


Abb. 2-1: Unterteilung der Produktionsprozesse

Nach der getrennten Betrachtung der drei Bereiche hinsichtlich ihrer Massen-, Energie- und Finanzströme werden die Wechselwirkungen an den Schnittstellen untersucht. Durch die dabei identifizierten Schnittstellenverluste und -gewinne können erste Szenarien zur Optimierung entwickelt werden.

Grundsätzlich wurde immer versucht, aktuelle Werte zur Erstellung dieser Studie zu verwenden. Somit diente das Erhebungsjahr 2011 als Datenbasis für Viehzahlen, Flächen und Erträge. Für die Kalkulation der Kosten und Erlöse im Rahmen der Ermittlung der Finanzströme wurde auf Kalkulationsdaten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft aus 2010 [1] zurückgegriffen, soweit diese nicht aktueller und regional verfügbar waren. Insbesondere bei der Ermittlung von Preisen für landwirtschaftliche Güter und Energie wurde auf aktuelle Werte aus Mitte 2012 zurückgegriffen. Dabei ist allerdings bei der Bewertung der Ergebnisse die besondere Preissituation im Erntejahr 2012 zu berücksichtigen. Alle Preise und Kosten werden ohne Mehrwertsteuer ausgewiesen. Auch werden keine Aus-

gleichszahlungen und Prämien berücksichtigt. Für die Studie wurden nur die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren auf Basis der landwirtschaftlichen Nutzfläche und dem Viehbestand sowie der Bereich Biogas betrachtet. Viele weitere für die Landwirtschaft bedeutende Arbeitsbereiche wie zum Beispiel die Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, Direktvermarktung, Landschaftspflege sowie weitere Dienstleistungen und Einnahmequellen bleiben daher unbeachtet. Die Bedeutung dieser vielfältigen und umfangreichen Einnahmequellen für die Landwirtschaft ist trotzdem hoch.

Im Rahmen der Erstellung der Studie wurden etliche fachspezifische Annahmen getroffen. Alle wichtigen Annahmen werden an den entsprechenden Stellen genannt. Zudem wurde bei der Ermittlung mancher Werte auf Hochrechnungen zurückgegriffen. Somit dient diese Studie auch als Diskussionsgrundlage sowohl für die ermittelten Werte, als auch für die Verfahren zur Datenerhebung. Es kommt daher natürlich zu Abweichungen gegenüber Einzelbetrieben in der Praxis. Zusätzlich wurde versucht, an so vielen Stellen wie möglich in der Studie auch Spannungsbreiten aufzuzeigen. Für eine Bilanzierung mussten jedoch entsprechende Werte angenommen werden. Ziel der Studie war es schließlich, Größenordnungen für die landwirtschaftlichen Massen-, Energie- und Finanzströme im Kreis Steinfurt zu entwickeln.

3 ERMITTLEMENT UND BILANZIERUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN STOFFSTRÖME

Der Kreis Steinfurt ist ein ländlich strukturierter Landkreis mit einer Gesamtfläche von 1.793 km² und rund 443.000 Einwohnern. Den weitaus größten Anteil mit 66 % an der Bodenfläche macht dabei die Landwirtschaftsfläche aus. Dies unterstreicht die große Bedeutung der Landwirtschaft für die Kulturlandschaft im Kreis Steinfurt. Daneben zeichnet sich die Landwirtschaft durch eine ausgeprägte Viehveredelung und eine ebenfalls stark ausgebauten Biogastechnologie aus. In der Abb. 3-1 ist die Flächennutzung im Kreis Steinfurt anhand der Katasterfläche dargestellt. Unter die Flächen anderer Nutzung fallen zum Beispiel Übungsgelände, Schutzflächen, Historische Anlagen, Friedhöfe und Unland.

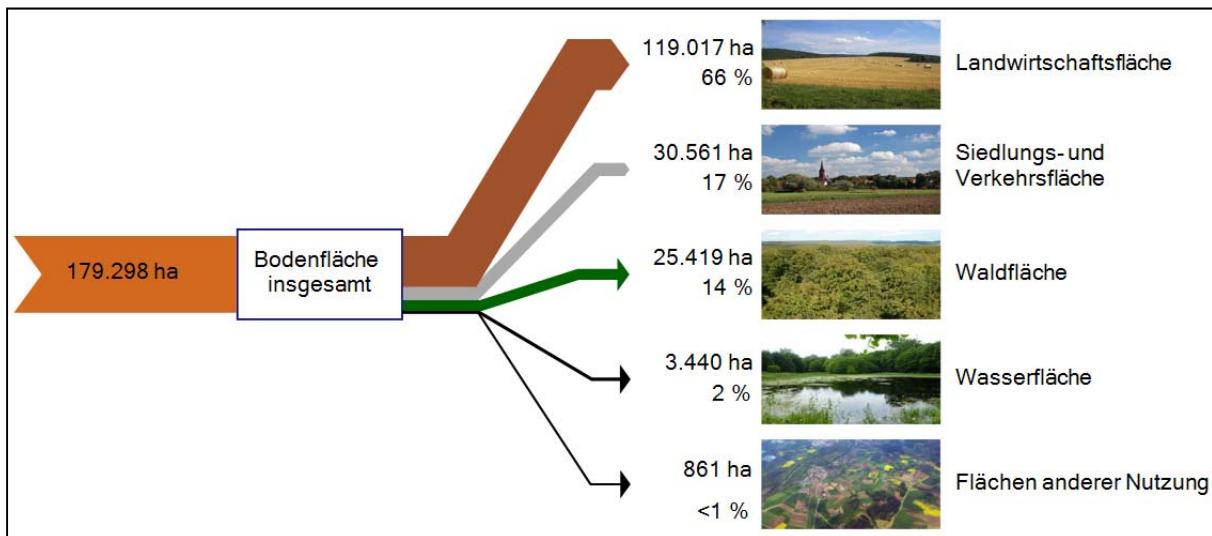


Abb. 3-1: Flächennutzung im Kreis Steinfurt (Katasterfläche 31.12.2011) [2]

Während sich die Katasterfläche auf die tatsächliche Fläche im Kreis Steinfurt bezieht, bezieht sich die in dieser Studie verwendete landwirtschaftliche Nutzfläche in Höhe von 106.278 ha auf die von Steinfurter Landwirten bewirtschaftete Fläche. Diese können somit auch außerhalb des Kreises liegen bzw. Landwirte aus anderen Kreisen bewirtschaften Flächen im Kreis Steinfurt. Zudem beinhaltet die Landwirtschaftsfläche aus der Katasterauswertung auch Moor-, Heide- und Betriebsflächen. Dies sind die Gründe für die Differenz zwischen den beiden Zahlen.

In diesem Kapitel werden die einzelnen Produktionsprozesse für die drei Bereiche Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogas entwickelt und die entsprechenden Massenströme ermittelt. Abschließend werden diese Massenströme in Form von Sankey-Diagrammen visualisiert.

3.1 Pflanzenbau

In der Abb. 3-2 ist der Produktionsprozess für den Bereich Pflanzenbau mit Einsatzstoffen und Produkten dargestellt. Zudem beeinflussen Umweltressourcen wie Luft, Boden und Wasser den Erfolg bei der Bewirtschaftung der Flächen.

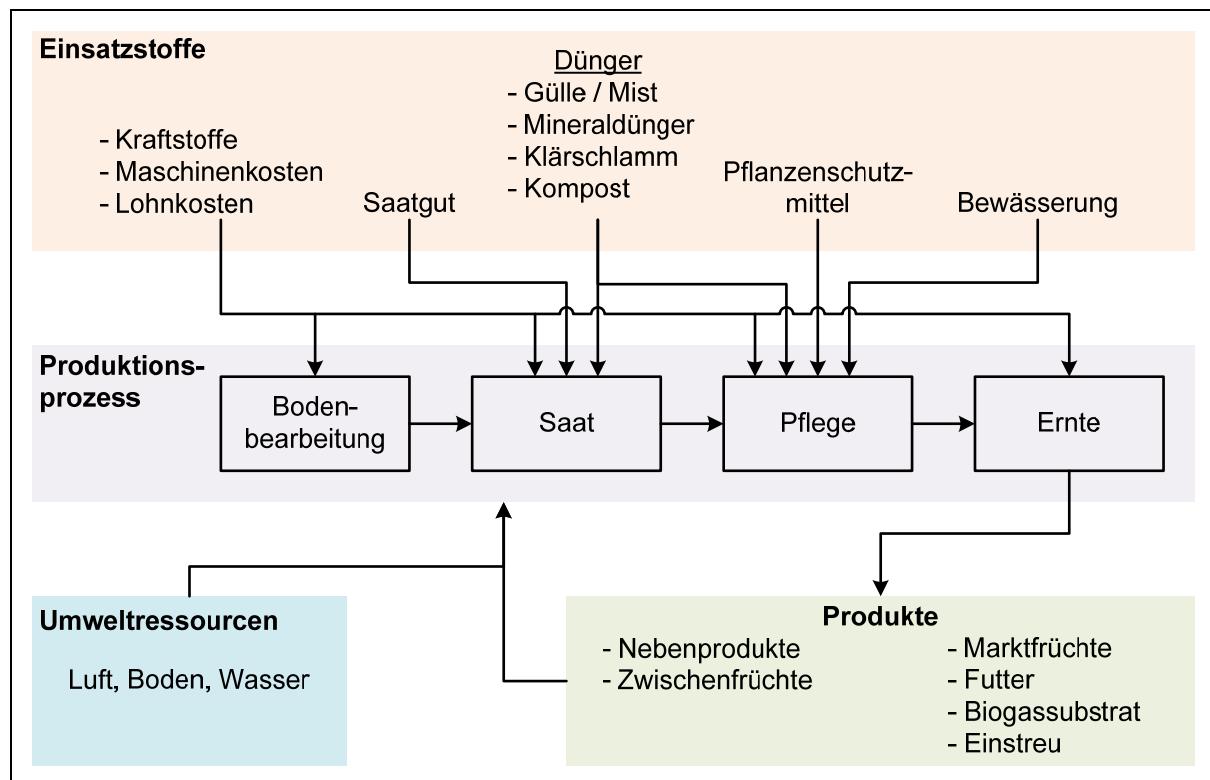


Abb. 3-2: Fließschema des Produktionsprozesses Pflanzenbau

Der Produktionsprozess ist in die Schritte Bodenbearbeitung, Saat, Pflege und Ernte aufgeteilt. Da nicht alle Einsatzstoffe massenspezifisch oder energetisch bilanziert werden können, wie zum Beispiel Lohnkosten, wurden diese in den entsprechenden Kapiteln nicht betrachtet.

Wichtigster Produktionsfaktor für den Pflanzenbau ist die Fläche. In der Abb. 3-3 ist daher die von den Landwirten mit Betriebssitz im Kreis Steinfurt bewirtschaftete landwirtschaftlichen Nutzfläche dargestellt. Bei der Betrachtung dieser Fläche wurde eine Unterscheidung in die Nutzungsformen Ackerland, Dauergrünland und sonstige Flächen vorgenommen.

Im Jahr 2011 wurden 82 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche als Ackerland, 16 % als Dauergrünland und 2 % als sonstige Fläche, zum Beispiel für Dauerkulturen, verwendet. Mit einem Anteil von 50 % am Ackerland ist der Mais die wichtigste Kulturpflanze. Eine fast ebenso hohe Bedeutung hat der Getreideanbau mit einem Anteil von 43 % an der Ackerfläche. Hierbei insbesondere die Getreidesorten Gerste, Triticale und Weizen. Alle weiteren angebauten Kulturen haben eine eher untergeordnete Bedeutung.

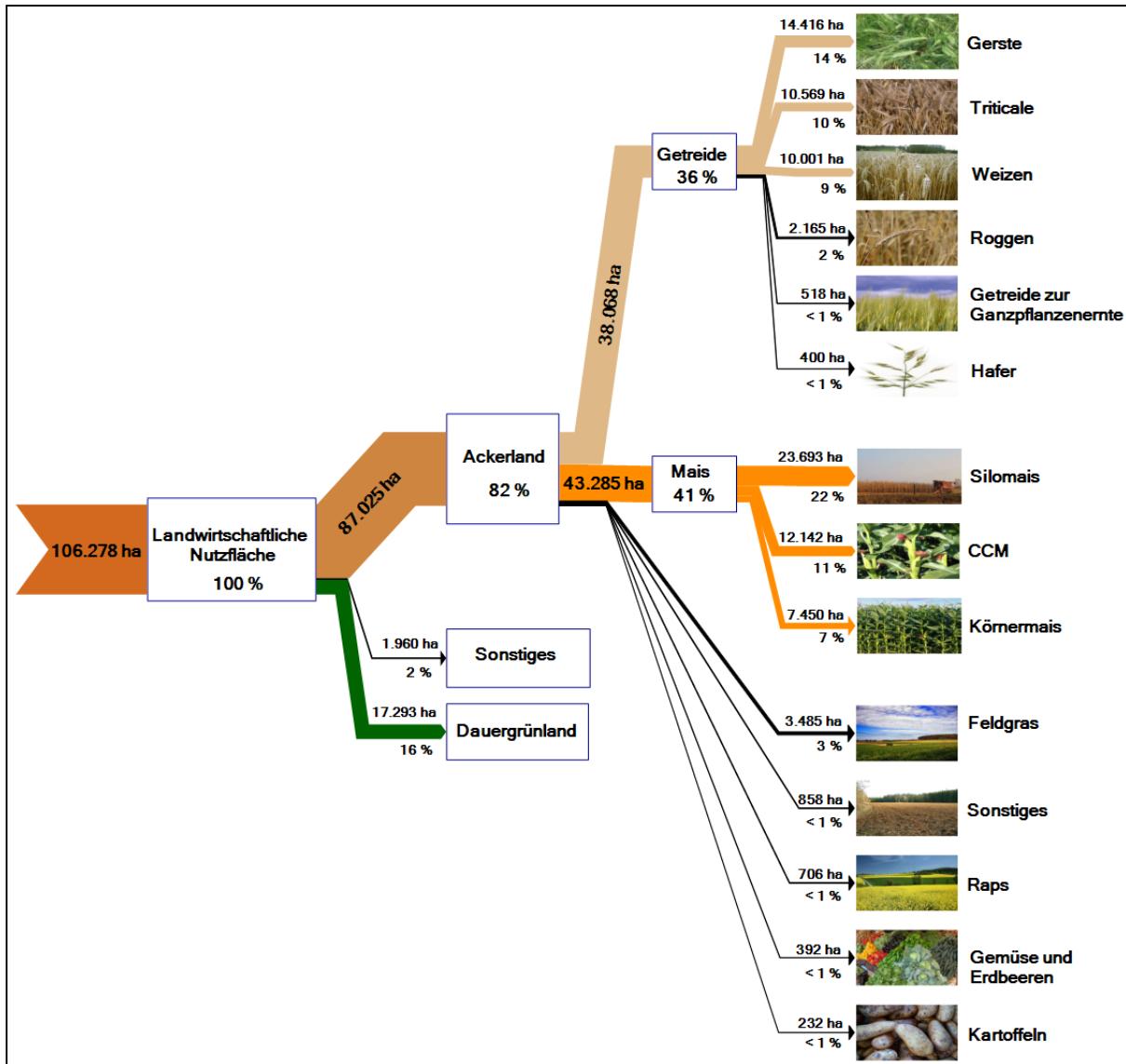


Abb. 3-3: Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche 2011 [3]

Die landwirtschaftliche Nutzfläche wurde 2009 von 2.791 landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet [4]. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Betriebsgröße von 38,1 ha. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass bei der Anzahl der Betriebe nur Betriebe mit einer bewirtschafteten Fläche von mindestens 5 ha erfasst sind. Betrachtet man die Rechtsformen der landwirtschaftlichen Betriebe in Abb. 3-5, so wird deutlich, dass mit etwa 47 % fast die Hälfte der Betriebe im Nebenerwerb bewirtschaftet wird. Mit einem Anteil von ca. 5 % ist der Anteil von Personengemeinschaften und -gesellschaften sowie juristischen Personen gering.

Auf einer Fläche von 1.762 ha haben 2009 54 Betriebe ökologischen Landbau betrieben [4]. Dies entspricht 1,7 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche und 1,9 % der landwirtschaftlichen Betriebe. Mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 32,6 ha liegt diese unter der konventioneller Betriebe.

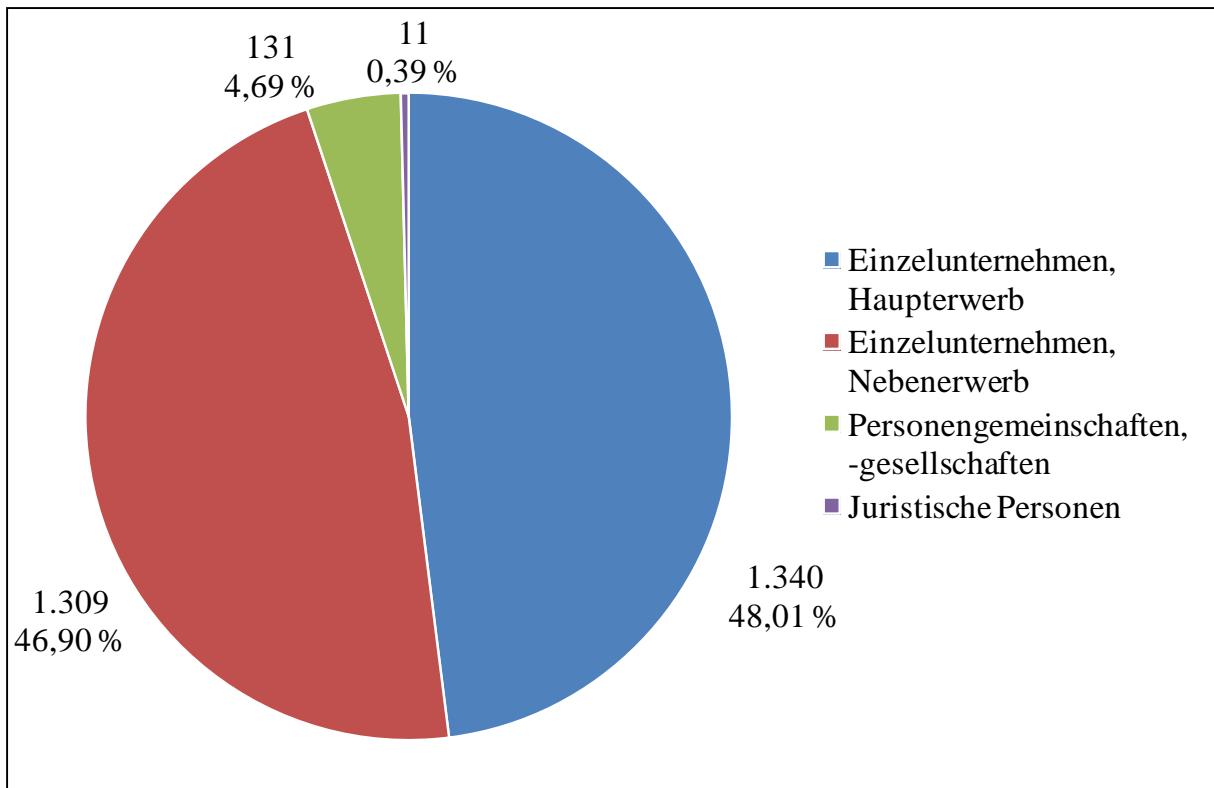


Abb. 3-4: Rechtsformen der landwirtschaftlichen Betriebe (2009) [4]

Bedingt durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft bilden insbesondere die Haupterwerbsbetriebe immer größere Einheiten. Dies ist in den allermeisten Fällen nur durch die Pacht von landwirtschaftlicher Nutzfläche möglich. Im Jahr 2009 hatten 1.998 Betriebe im Kreis Steinfurt insgesamt 46.717 ha Landfläche gepachtet (nach [4]). Dies entspricht 72 % der Betriebe und 44 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche. Da die entsprechend 59.561 ha Eigentumsfläche von 2.528 Betrieben bewirtschaftet werden (nach [4]), bedeutet dies, dass 263 Betriebe keine eigenen Flächen besitzen und somit reine Pachtbetriebe sind. Das durchschnittliche Pachtentgelt beträgt nach Angaben des IT.NRW 387 €/ha·a [4]. Dabei gibt es jedoch keine Angaben zur Berücksichtigung der Flächenförderung auf diesen Wert.

Im Folgenden werden die im Produktionsprozess in Abb. 3-2 genannten Massenströme an Einsatzstoffen und Produkten ermittelt.

Saatgut

Ohne Saatgut keine Pflanze. Daher wird zu Beginn der Saatgutbedarf bestimmt. In Tab. 3-1 ist der spezifische Saatgutbedarf für die im Kreis Steinfurt bedeutendsten Fruchtarten aufgeführt. Die Spannbreite des spezifischen Saatgutbedarfs hängt dabei von den individuellen Saatbedingungen ab. Diese werden vor allem durch Saatzeitpunkt, den Bodenverhältnissen und der Witterung bestimmt. Unabhängig davon hat zudem das Einzelgewicht eines jeden Korns, auch Tausendkorngewicht genannt, Einfluss auf die Masse an Saatgut. Für die Be-

rechnung des gesamten Saatgutbedarfs in Tab. 3-2 wurden daher die Erfahrungswerte der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen verwendet. Somit ergibt sich ein jährlicher Saatgutbedarf von insgesamt 7.134 t/a.

Tab. 3-1: Spezifischer Saatgutbedarf [5], [6]

Fruchtart	TKG		Saatbedingungen		Saatmenge		Erfahrungs-wert* [kg/ha]
	von [g/1.000 Körner]	bis [g/1.000 Körner]	günstig [Körner/m ²]	ungünstig [Körner/m ²]	günstig [kg/ha]	ungünstig [kg/ha]	
Weizen	40	55	200	400	80	220	
Roggen	30	40	250	450	75	180	
Triticale							150
Gerste	35	50	200	350	70	175	
Hafer	30	45	260	450	78	203	
Getreide zur Ganzpflanzenernte							
Körnermais / Corn-Cob-Mix	200	450	8	10	16	45	20
Silomais	200	300	10	11	19	33	
Raps	4	5	40	90	2	5	3
Kartoffeln			4	6			1.200
Feldgras							40
Dauergrünland							8

TKG: Tausendkorngewicht

*Landwirtschaftskammer NRW

Tab. 3-2: Saatgutbedarf [3]

Fruchtart	Erfahrungs-wert* [kg/ha]	Fläche [ha]	Saatmenge	
			[t/a]	
Weizen		10.001	1.500	
Roggen		2.165	325	
Triticale	150	10.569	1.585	
Gerste		14.416	2.162	
Hafer		400	60	
Getreide zur Ganzpflanzenernte		518	78	
Körnermais / Corn-Cob-Mix	20	19.592	392	
Silomais		23.693	474	
Raps	3	706	2	
Kartoffeln	1.200	232	278	
Feldgras	40	3.485	139	
Dauergrünland	8	17.293	138	
Summe			7.134	

*Landwirtschaftskammer NRW

Pflanzenschutz

Da die Menge an Pflanzenschutzmitteln aufgrund des Grundsatzes der guten fachlichen Praxis nur schwer bis gar nicht zu beziffern ist, bleiben sie an dieser Stelle unberücksichtigt. Allerdings wird der Einsatz an Pflanzenschutzmitteln bei der Ermittlung der Finanzströme anhand von kalkulatorischen Größen ermittelt.

Bewässerung

Die bewässerte landwirtschaftliche Fläche im Kreis Steinfurt betrug 2009 284 ha und damit gerade einmal 0,3 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Insgesamt 44 Betriebe bewässerten einen Teil ihrer Flächen. Dafür wurden 294.000 m³/a Wasser gebraucht [4]. Dies entspricht einer durchschnittlichen Beregnungsmenge von 104 l/m².a.

Dünger

Wesentlich für den Erfolg des Pflanzenanbaus ist die richtige Düngungsstrategie. Durch die Abfuhr der Ernteprodukte wird ein Nährstoffdefizit geschaffen, das durch die Zufuhr von organischen und/oder mineralischen Düngern ausgeglichen werden sollte. Im Rahmen dieser Studie wurden dazu tierische Ausscheidungen mit und ohne Einstreu, Gärreste, Klärschlamm und Kompost sowie Mineraldünger betrachtet. Als wesentliche Nährstoffanteile wurden zudem die Mengen an Stickstoff, Phosphor und Kalium ermittelt. Weitere Dünger in Form von Industrieabfällen bleiben an dieser Stelle unberücksichtigt.

Aus der Tierhaltung fallen im Kreis Steinfurt etwa 4,5 Mio. t/a tierische Ausscheidungen in Form von Gülle und Mist an. Die Ermittlung dieser Mengen sowie die entsprechenden Gehalte an Nährstoffen ist in Kapitel 3.2 bei der Bilanzierung der Massenströme in der Viehhaltung ausführlich dargestellt. Für die Bilanzierung wurde, gestützt durch Expertenaussagen, angenommen, dass sämtliche im Kreis Steinfurt anfallenden tierischen Ausscheidungen auch innerhalb des Kreises Steinfurt ausgebracht werden.

Der bei der Behandlung kommunaler Abwässer im Kreis Steinfurt anfallende Klärschlamm wird zum Teil auch in der Landwirtschaft im Kreis Steinfurt verwertet. In Tab. 3-1 sind die entsprechenden Mengen an Klärschlamm aufgeführt.

Tab. 3-3: Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung im Kreis Steinfurt (2009) [7]

	Menge [t TS/a]	Volumen		Stickstoff gesamt (N _{ges}) [t/a]	Ammonium- Stickstoff (NH ₄ -N) [t/a]	Phosphat (P ₂ O ₅) [t/a]	Kalium (K ₂ O) [t/a]
		flüssig [m ³ /a]	entwässert [m ³ /a]				
Gesamtmenge	11.690	51.435	30.015	304,0	56,4	552,0	30,4
davon landwirtschaftliche Verwertung:							
zum Teil im Kreis Steinfurt	680	14.316		48,0	15,0	52,1	4,4
nur im Kreis Steinfurt	510	12.038		39,2	9,3	39,0	3,1
Gesamt	1.190	26.354		87,2	24,3	91,1	7,5
Anteile	10%	51%		29%	43%	16%	25%

Insgesamt fallen auf den kommunalen Kläranlagen im Kreis Steinfurt 11.690 t/a Klärschlamm als Trockensubstanz an. Davon werden innerhalb des Kreises zwischen 510 und 1.190 t/a Trockensubstanz landwirtschaftlich verwertet. Dies entspricht etwa 10 % der Gesamtmenge.

Betrachtet man dazu die anteilig ausgebrachten Nährstoffe, so liegen diese allerdings zwischen 16 % für Phosphat und 43 % für Ammonium-Stickstoff. Somit werden anteilig bedeutend mehr Nährstoffe als Trockensubstanz ausgebracht.

Jedes Jahr werden im Kreis Steinfurt etwa 45.000 t/a Bioabfall gesammelt und 18.000 t/a Grünabfall angenommen. Davon werden ca. 18.000 t/a im Kompostwerk Altenberge behandelt. Der Rest wird in Kompostwerken außerhalb des Kreises verarbeitet. Bei einem Rotteverlust von 50 % verbleiben somit 9.000 t/a Kompost. In Tab. 3-4 ist der Kompostanfall mit den entsprechenden Nährstoffmengen aufgeführt. Für die Bilanzierung wurden diese Werte verwendet und die Annahme getroffen, dass eventuell vorhandene Im- und Exportströme von Kompost unberücksichtigt bleiben.

Tab. 3-4: Kompostanfall im Kreis Steinfurt [8], [9]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Kompostmenge	[t/a]				9.000
Nährstoffgehalte	[%]	0,40	0,14	0,49	1,03
Nährstoffmengen	[t/a]	36,0	12,6	44,1	92,6

Ab 2014 werden durch das neue Kompostwerk mit integrierter Vergärungsstufe in Saerbeck sämtliche der im Kreis anfallenden Bioabfälle innerhalb des Kreises behandelt und verwertet. Für den Grünabfall werden zurzeit alternative Verwertungsverfahren geprüft. Bis dahin werden diese weiter außerhalb des Kreises entsorgt. Durch diese Maßnahmen wurden bereits erste Optimierung für die Massen- und Energiekreisläufe des Stoffstromes Kompost auf den Weg gebracht.

Neben den beschriebenen organischen Düngern wird auch Mineraldünger eingesetzt. Da die im Kreis Steinfurt verwendeten Mineraldüngermengen nicht bekannt sind, wurde versucht, über die in Nordrhein-Westfalen eingesetzten Mineraldünger den Aufwand im Kreis Steinfurt hochzurechnen. In Tab. 3-5 ist dazu die Nährstoffzufuhr durch Mineraldünger in Nordrhein-Westfalen dargestellt.

Tab. 3-5: Nährstoffzufuhr in NRW durch Mineraldünger (2010/2011) [10]

Stickstoff (N) [t/a]	Phosphor (P_2O_5) [t/a]	Kalium (K_2O) [t/a]	Kalk (CaO) [t/a]
185.694	35.650	38.516	232.680

Für die näherungsweise Berechnung des Mineraldüngeraufwandes im Kreis Steinfurt wurde zu Beginn der spezifische Nährstoffüberschuss für Nordrhein-Westfalen in kg/ha·a über einen Nährstoffvergleich bestimmt. Neben dem Mineraldünger wurden dazu die Menge der anfallenden Nährstoffe aus den tierischen Ausscheidungen und der Entzug an Nährstoffen durch

das Erntegut für Nordrhein-Westfalen berechnet. In Tab. 3-6 ist diese Berechnung dargestellt, für die weitere Nährstoffströme wie Kompost oder Klärschlamm nicht berücksichtigt wurden.

Tab. 3-6: Nährstoffvergleich für Nordrhein-Westfalen [4], [10], [11]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
Landwirtschaftliche Fläche	[ha]		1.463.087	
Zufuhr an Nährstoffen aus:				
Gülle und Mist	[t/a]	158.725	27.750	118.591
davon anrechenbar	[t/a]	102.901		
Mineralischer Nährstoffaufwand	[t/a]	185.694	15.561	31.963
Nährstoffzufuhr	[kg/ha·a]	197	30	103
Abfuhr an Nährstoffen durch:				
Haupternteprodukte	[t/a]	246.278	39.204	176.935
Bilanz	[t/a]	42.316	4.107	-26.381
Flächenbilanz	[kg/ha·a]	29	3	-18

Nach dem gleichen Verfahren wurde nun für den Kreis Steinfurt ein Nährstoffvergleich durchgeführt. Dieser ist in Tab. 3-7 mit dem Unterschied dargestellt, dass die Werte für die Flächenbilanz aus dem Nährstoffvergleich für Nordrhein-Westfalen übernommen wurden und die Differenz bei der Zufuhr an Nährstoffen durch Mineraldünger ausgeglichen wird.

Tab. 3-7: Nährstoffvergleich Kreis Steinfurt mit Bestimmung des mineralischen Nährstoffaufwandes [4], [10], [11]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
Landwirtschaftliche Fläche	[ha]		106.278	
Zufuhr an Nährstoffen aus:				
Gülle und Mist	[t/a]	19.416	3.607	12.237
davon anrechenbar	[t/a]	12.269		
Nährstoffzufuhr	[kg/ha·a]	115	34	115
Abfuhr an Nährstoffen durch:				
Haupternteprodukte	[t/a]	14.688	2.692	9.304
Bilanz	[t/a]	-2.418	915	2.934
Flächenbilanz Kreis ST	[kg/ha·a]	-23	9	28
Flächenbilanz NRW	[kg/ha·a]	29	3	-18
Mineralischer Nährstoffaufwand	[kg/ha·a]	52	0	0
	[t/a]	5.492	0	0

Folgt man dieser Hochrechnung, so ergibt sich für Stickstoff ein mineralischer Nährstoffaufwand in Höhe von 52 kg/ha·a bzw. 5.492 t/a. Durch Umrechnung mit Nährstoffgehalten für typische Einzelnährstoffdünger [12] ergeben sich daraus insgesamt 19.615 t/a Mineraldünger. Dazu wurde für Stickstoff eine Ammoniumnitratnährstofflösung (AHL) mit 28 Gewichtsprozenten reinem Stickstoff angenommen. Demgegenüber ergeben sich für Phosphor und Kalium keine mineralischen Nährstoffaufwendungen, da die Flächenbilanz des Kreises Steinfurt für

diese beiden Nährstoffe bereits höhere Werte ausweist als die Flächenbilanz für Nordrhein-Westfalen.

Aufgrund von Expertenaussagen soll der tatsächliche Mineraldüngereinsatz, insbesondere beim Stickstoff, über diesen hochgerechneten Werten liegen. Diese Aussage erscheint plausibel, da in anderen Regionen Nordrhein-Westfalens der Intensitätsgrad der Tierhaltung bedeutend geringer ist. Vor allem in den Ackerbauregionen wie dem Rheinland oder der Soester Börde steht zum Teil kein organischer Dünger zur Verfügung. Dementsprechend wird auch der Nährstoffüberschuss in diesen Regionen geringer und im Kreis Steinfurt zugleich höher ausfallen. Allerdings ist dieser Aspekt nur schwer in die vorgestellte Hochrechnung zu integrieren.

Zum Vergleich wurde daher in Tab. 3-8 der mineralische Stickstoffdüngerbedarf für den Kreis Steinfurt anhand der Düngungsempfehlungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen berechnet. Nach dieser Berechnung werden 4.722 t/a reiner Stickstoff als Mineraldünger benötigt. Dieser Wert weicht nur wenig vom hochgerechneten Wert mit 5.492 t/a ab.

Tab. 3-8: Mineralischer Stickstoffbedarf aus Sollwerten berechnet [3], [13]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Sollwert N	N_{min}	Summe N [t/a]
		[kg/ha·a]	[kg/ha·a]	
Ackerland	87.025			
Weizen	10.001	200	25	1.750
Roggen	2.165	180	25	336
Triticale	10.569	190	25	1.744
Gerste	14.416	180	25	2.234
Hafer	400	150	25	50
Getreide GPS	518	180	25	80
Körnermais / CCM	19.592	190	25	3.233
Silomais	23.693	190	25	3.909
Raps	706	200	25	123
Kartoffeln	232	140	25	27
Feldgras	3.485	190		662
Dauergrünland	17.293	190		3.286
Summe	103.068	182	25	17.434
Zufuhr aus Gülle / Mist				12.712
Mineralischer Stickstoff				4.722

Beim Anbau von Mais hat sich die Unterfußdüngung mit wasserlöslichem Phosphor auch im Kreis Steinfurt als Standardmaßnahme etabliert. Daher ist in Tab. 3-9 der mineralische Phosphoraufwand aus der Unterfußdüngung im Mais berechnet. Als Düngungsempfehlung wurden 20 kg P₂O₅/ha für gut mit Phosphor versorgte Böden angenommen.

Tab. 3-9: Mineralischer Phosphoraufwand aus Unterfußdüngung im Mais [3], [14]

Flächennutzung [ha]	Fläche [ha]	Düng- empfehlung P [kg/ha·a]	Summe P [t/a]
Körnermais / CCM	19.592	8,7	171
Silomais	23.693	8,7	207
Summe	43.285		378

Danach werden für die Unterfußdüngung im Mais 378 t/a reiner Phosphor in mineralischer Form benötigt. Durch Umrechnung in Triplesuperphosphat mit 46 Gewichtsprozenten reinem Phosphor ergeben sich daraus 822 t/a Mineraldünger. Für die Bilanzierung wird dieser Wert verwendet, da nach der Hochrechnung in Tab. 3-7 kein mineralischer Phosphoraufwand bestehen würde.

Erträge

In Tab. 3-10 sind die Erträge der Haupt- und Nebenprodukten aufgelistet. Durch die dafür ausgewählten Fruchtarten konnten 97 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche erfasst werden. Alle anderen Fruchtarten haben nur sehr geringe Anteile an der landwirtschaftlichen Nutzfläche und zudem sind für diese größtenteils auch keine statistischen Erträge verfügbar. Sie werden daher in der Bilanzierung nicht berücksichtigt.

Insgesamt werden pro Jahr etwa 2,2 Mio. t FM/a an Hauptprodukten geerntet. Knapp die Hälfte davon als Silomais. Allerdings ist diese Darstellung aufgrund der unterschiedlichen Wassergehalte verzerrt. Verwendung finden die geernteten Produkte als Futtermittel, als Biogassubstrat sowie als Marktfrüchte.

Tab. 3-10: Ernteerträge im Drei-Jahres-Schnitt(2009-2011) [3], [15], [16], [17]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Durchschnitt- licher Ertrag [t/ha]	Gesamtertrag [t/a]	Korn zu Stroh Verhältnis 1:x	Gesamtertrag Nebenprodukt [t/a]
Ackerland	87.025				
Weizen	10.001	6,8	68.138	0,8	54.510
Roggen	2.165	6,2	13.444	0,9	12.100
Triticale	10.569	5,5	57.849	0,9	52.064
Gerste	14.416	5,3	76.067	0,7	53.247
Hafer	400	3,8	1.532	1,1	1.685
Getreide GPS	518	23,7	12.285		
Körnermais / CCM	19.592	10,4	77.804	1,0	77.804
Silomais	23.693	45,1	1.068.545		
Raps	706	3,4	2.432	1,7	4.134
Kartoffeln	232	36,1	8.364	0,2	1.673
Feldgras (20 % TM)	3.485	43,3	150.840		
Dauergrünland (20 % TM)	17.293	39,3	679.327		
Summe	103.068	22,7	2.216.628		257.218

An Nebenprodukten können bis zu 257.000 t/a geborgen werden. Den größten Anteil daran macht mit 67 % Getreidestroh aus. Dieses wird vor allem als Einstreu in der Tierhaltung sowie zu kleinen Anteilen auch als Futtermittel für Rinder und Pferde genutzt.

Nährstoffentzug

Durch die Ernte von Haupt- und Nebenernteprodukten werden auch entsprechende Mengen an Nährstoffen abgefahren. Diese sind in Tab. 3-11 und Tab. 3-12 berechnet. Dazu wurden die drei Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium betrachtet. Bei einer Abfuhr aller Haupt- und Nebenernteprodukte werden bis zu 16.600 t/a Stickstoff, 3.000 t/a Phosphor und 13.000 t/a Kalium der Fläche entzogen.

Tab. 3-11: Nährstoffgehalte der Haupt- und Nebenernteprodukte [11], [18]

Fruchtart	Hauptprodukt			Nebenernteprodukt		
	N	P	K	N	P	K
				[kg/dt]		
Weizen	2,11	0,35	0,50	0,50	0,13	1,16
Roggen	1,65	0,35	0,50	0,50	0,13	1,16
Triticale	1,79	0,35	0,50	0,50	0,13	1,16
Gerste	1,79	0,35	0,50	0,50	0,13	1,16
Hafer	1,65	0,35	0,50	0,50	0,13	1,16
Getreide zur Ganzpflanzenernte	0,47	0,10	0,41			
Körnermais / CCM	1,51	0,35	0,42	0,90	0,09	1,66
Silomais	0,45	0,08	0,44			
Raps	3,35	0,78	0,83	0,70	0,17	2,07
Kartoffeln	0,35	0,06	0,50	0,40	0,06	0,50
Feldgras	0,52	0,06	0,51			
Dauergrünland	0,52	0,06	0,51			

Tab. 3-12: Abfuhr von Nährstoffen mit den Haupt- und Nebenernteprodukten [3], [11], [15], [16], [18]

Fruchtart	Hauptprodukt			Nebenernteprodukt		
	N	P	K	N	P	K
				[t/a]		
Weizen	1.438	238	341	273	71	633
Roggen	171	36	52	60	16	141
Triticale	1.035	202	289	260	68	605
Gerste	1.362	266	380	266	70	619
Hafer	25	5	8	8	2	20
Getreide zur Ganzpflanzenernte	58	13	50			
Körnermais / CCM	3.090	716	859	700	68	1.291
Silomais	4.808	886	4.700			
Raps	81	19	20	29	7	86
Kartoffeln	29	5	42	7	1	8
Feldgras	471	55	466			
Dauergrünland	2.120	249	2.097			
Summe	14.688	2.692	9.304	1.604	303	3.402

Zwischenfruchtanbau

Ziel des Anbaus von Zwischenfrüchten ist neben dem Erosionsschutz vor allem die natürliche Speicherung und Anreicherung von Nährstoffen. Weiterer positiver Effekt durch den Aufwuchs ist die Verbesserung der Humusbilanz. Daher wird der Zwischenfruchtanbau auch als Gründüngung bezeichnet. In Abb. 3-5 ist der Zwischenfruchtanbau für 2009 dargestellt. Dabei wurde nach Anbauzeitpunkt und Verwendungszweck unterschieden.

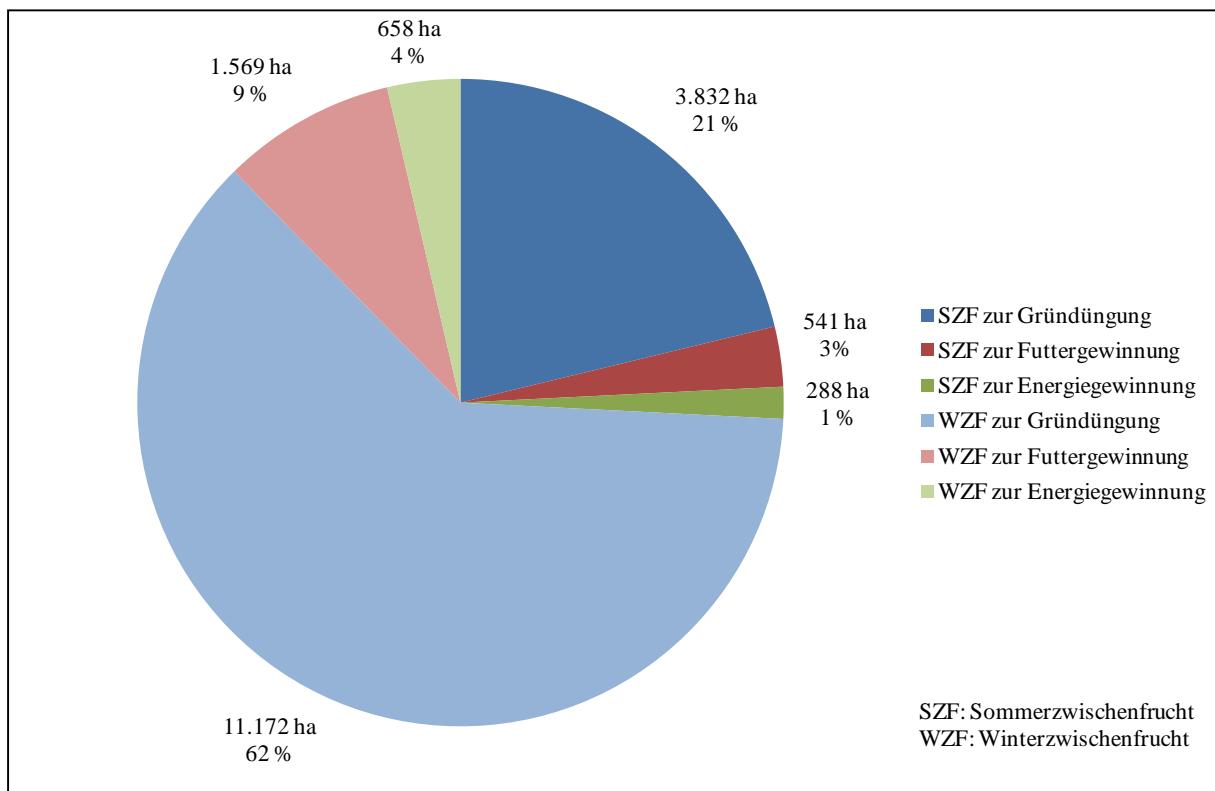


Abb. 3-5: Zwischenfruchtanbau 2009 (auf der Basis des Regierungsbezirkes Münster ermittelt) [4]

Da die Daten zum Zwischenfruchtanbau nur für den Regierungsbezirk Münster verfügbar waren, wurden die Werte für den Kreis Steinfurt auf dieser Basis berechnet. Von den insgesamt 18.060 ha/a Zwischenfruchtfläche wurde mit 75 % der Großteil mit Winterzwischenfrüchten bebaut. Zur Energiegewinnung wurden 5 % und zur Futtergewinnung 12 % der Fläche verwendet. Der Rest diente der Gründüngung. Aus diesen Flächenanteilen lässt sich jedoch kein Biomasseaufwuchs berechnen, da die angebauten Fruchtarten nicht bekannt sind. Daher werden die Zwischenfrüchte zwar in der Bilanzierung berücksichtigt, jedoch mit keinem Wert versehen.

Bilanz

In der Abb. 3-6 sind alle in diesem Kapitel bestimmten Massenströme in ein Fließdiagramm eingezeichnet. Durch die Bilanzierung dieser Massenströme ergibt sich der Verlust an die Umweltressourcen Luft, Boden und Wasser.

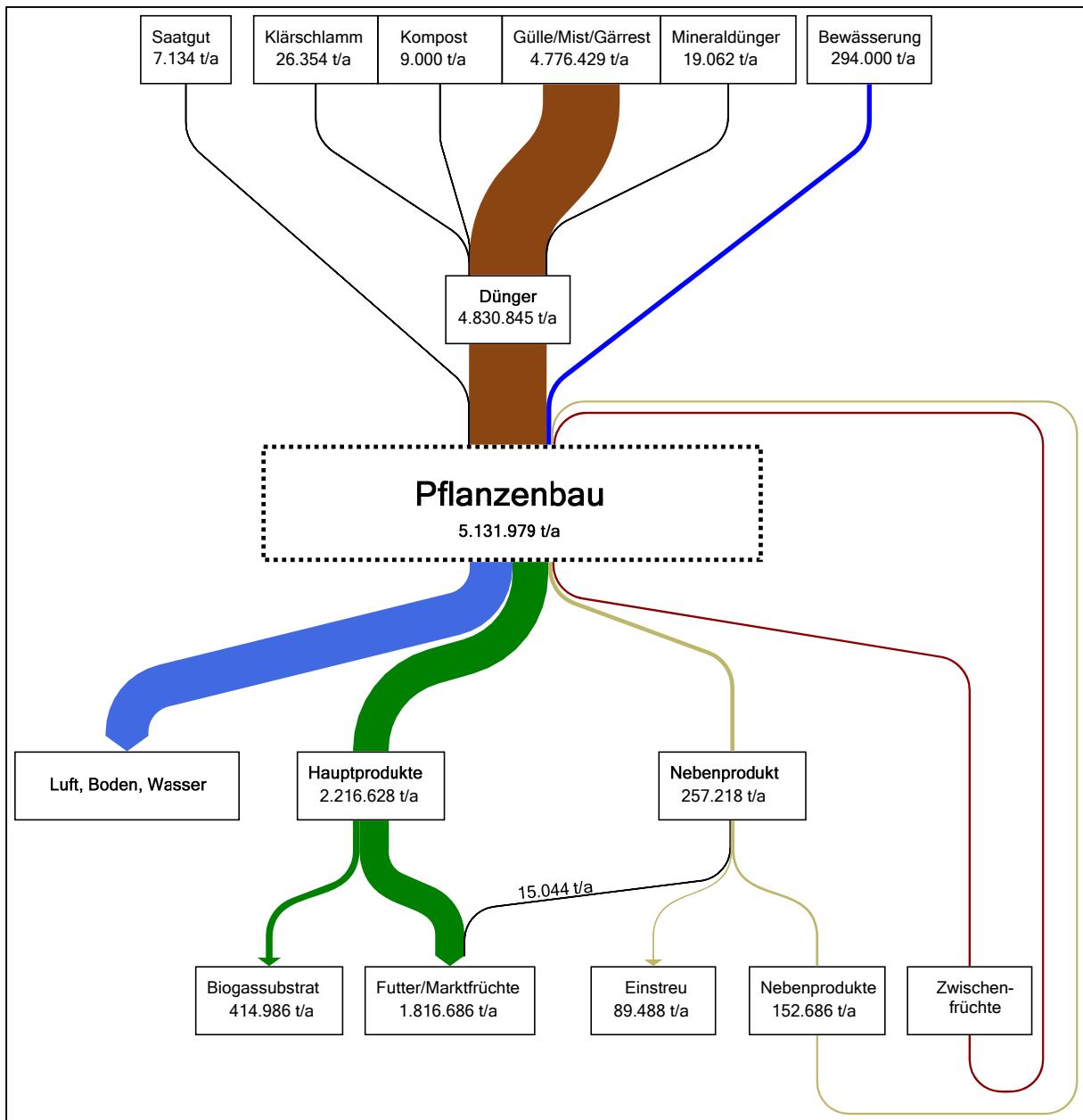


Abb. 3-6: Fließbild der Massenströme im Bereich Pflanzenbau

Der größte Massenstrom ist eindeutig die Zufuhr an tierischen Ausscheidungen. Hierbei ist jedoch der hohe Wasseranteil zu berücksichtigen, der sich dementsprechend im aus der Bilanzierung resultierenden Verluststrom an die Umweltmedien wiederfindet.

3.2 Viehhaltung

In Abb. 3-7 ist das Fließschema für den Produktionsprozess Viehhaltung dargestellt, anhand dessen die darin abgebildeten Einsatzstoffe und Produkte in dieser Studie ermittelt werden. Mit Verluste sind Abwärme und Ausgasungen an die Umgebung gemeint. Wo Einsatzstoffe weder anhand ihrer Masse noch energetisch bewertet werden können, werden diese, wie im Kapitel Pflanzenbau, nur finanziell betrachtet.

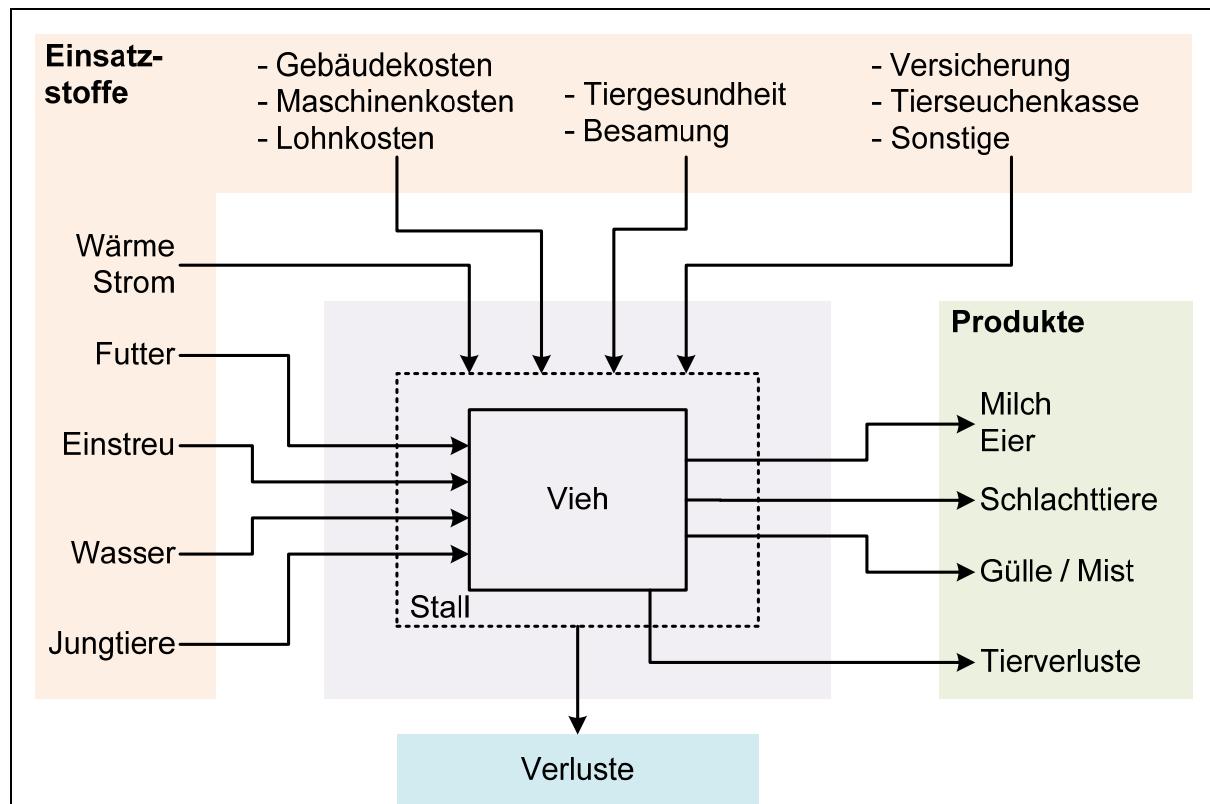


Abb. 3-7: Fließschema des Produktionsprozesses Viehhaltung

Dreh- und Angelpunkt für eine Bilanzierung der Massen-, Energie- und Finanzströme in der Viehhaltung ist die Anzahl der Tiere im Kreis Steinfurt. Im Rahmen dieser Studie wurden dazu die bedeutendsten Nutztierarten Rinder, Schweine, Hühner, Puten und Pferde betrachtet. Alle weiteren möglichen Vieharten haben nur eine untergeordnete Rolle im Kreis Steinfurt und bleiben daher in dieser Studie unberücksichtigt.

Um einen Überblick über die Struktur der landwirtschaftlichen Viehhaltung im Kreis Steinfurt zu erhalten, sind in Abb. 3-8 die Anzahl der Viehhaltungsbetriebe 2011 unterteilt nach Vieharten dargestellt. In Tab. 3-13 sind dazu noch die Anzahl der Tierplätze sowie die durchschnittlichen Tierplätze pro Betrieb aufgeführt. Zur Vereinfachung wurde in der gesamten Studie mit der Anzahl der Tierplätze gerechnet.

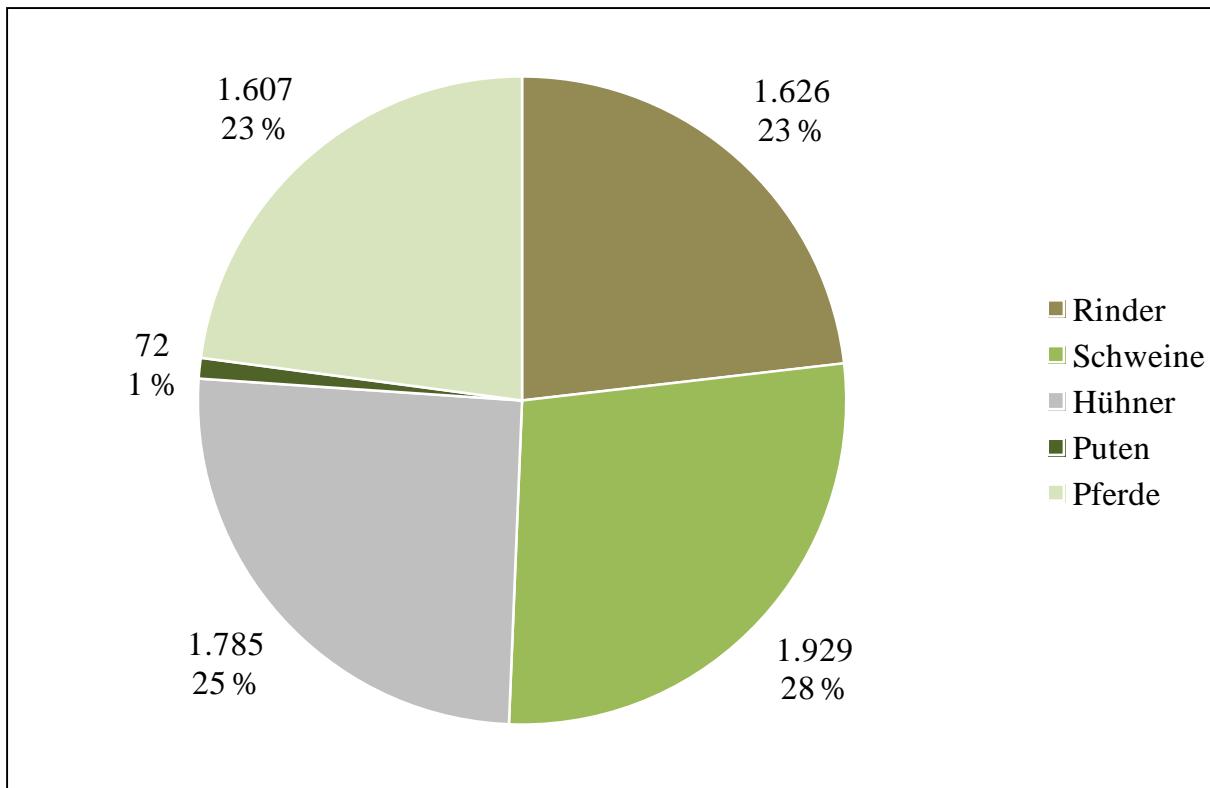


Abb. 3-8: Anzahl der Viehhaltungsbetriebe im Kreis Steinfurt (2011) [19]

Tab. 3-13: Viehhaltung im Kreis Steinfurt (2011) [19]

Viehart	Betriebe	Tierplätze	Ø Tiere / Betrieb
Rinder	1.626	136.058	84
- Milchkühe	557	19.254	35
- Kälber		59.449	
- Rinder		57.355	
Schweine	1.929	1.249.019	647
- Ferkel	447	414.290	927
- Sauen	609	85.969	141
- Mastschweine	1.450	748.360	516
Hühner	1.785	1.077.621	604
- Junghennen	1.588	222.483	446
- Legehennen		485.653	
- Masthühner	62	361.818	5.836
Puten	72	159.522	2.216
Pferde	1.607	8.231	5

Die Anzahl der Betriebe, die Rinder, Schweine, Hühner und / oder Pferde halten ist in etwa gleich groß. Nur die Putenbetriebe stechen durch ihre geringe Anzahl heraus. Allerdings stellt die reine Anzahl der jeweiligen Betriebe keinen ausreichenden Indikator für die Bedeutung der jeweiligen Tierart dar. Erst in Verbindung mit der Anzahl der Tierplätze können weitergehende Aussagen getroffen werden. So verliert zum Beispiel die Pferdehaltung mit fünf Plätzen pro Betrieb an Bedeutung, während die Putenhaltung, insbesondere im Vergleich zur

Hühnerhaltung, an Bedeutung gewinnt. Dass die Rinder- und Schweinehaltung eine hohe Bedeutung hat ist unstrittig.

Leider lässt sich keine Aussage darüber treffen, wie viele Viehhaltungsbetriebe es insgesamt gibt, da schließlich ein und derselbe Betrieb auch mehrere Tierarten halten kann. Unter der Annahme, dass jeder der 2.791 landwirtschaftlichen Betriebe die Pflanzenbau betreiben auch Vieh hält, hätte jeder Betrieb 2,5 Tierarten.

Bei der Verwendung der statistischen Tierzahlen zur Ermittlung der einzelnen Einsatzstoffe mit Werten aus der Literatur stellte sich heraus, dass die nach Geschlecht und Altersstruktur gegliederten Tierzahlen nicht direkt mit den an die Produktionsverfahren gekoppelten Werten kompatibel waren. Daher mussten einige Annahmen hinsichtlich der Produktion getroffen werden, um die Anzahl der Tierplätze den jeweiligen Produktionsverfahren zuordnen zu können:

Rinder: Die weiblichen Kälber dienen vollständig zur Nachzucht für Milchkühe. Dies wird auch Jungrinderaufzucht genannt. Alle männlichen Kälber werden gemästet. Zusätzlich werden männliche Kälber zur Mast importiert. Bereits ein Teil der Kälber wird geschlachtet.

Schweine: Die Sauen produzieren Ferkel, die zum Teil zur Nachzucht dienen. Der Rest wird gemästet. Von 8 bis 28 kg Lebendgewicht wird diese Lebensphase Ferkelhaltung genannt. Danach Mast bis 120 kg Lebendgewicht. Saugferkel bis 8 kg werden nicht extra ausgewiesen und sind bei den Sauen mit kalkuliert.

Hühner: Alle Küken kommen aus Brütterien außerhalb des Kreises Steinfurt. Unter Junghennenauflaufzucht ist die Vorstufe zur Legehennenhaltung zu verstehen.

Puten: Die Küken kommen vollständig aus Brütterien außerhalb des Kreises Steinfurt.

Pferde: Bei der Pferdehaltung werden keine Zu- und Abgänge berücksichtigt. Es wird nur der Bedarf zum Erhalt berechnet.

Jungtiere

Insbesondere bei der Bestimmung der produzierten und benötigten Jungtiere in Tab. 3-14 waren die vorgenannten Annahmen unerlässlich. Durch die Nachzucht wird der Bestand an Milchkühen erhalten. Pro Jahr werden allerdings 44.184 Kälber ausschließlich für die Mast importiert. Davon wiederum werden 4.959 Kälber pro Jahr geschlachtet.

Tab. 3-14: Produzierte und benötigte Jungtiere [1]

Viehart	Tierplätze	Umtriebe / a	benötigte Jungtiere / a	produzierte Jungtiere / a
Rinder	136.058			
- Milchkühe	19.254	0,3	6.330	20.467
- Kälber	59.449		64.651	
- Rinder	57.355		53.363	
Schweine	1.249.019			
- Ferkel	414.290	6,5	2.692.885	
- Sauen	85.969	0,5	42.125	2.106.241
- Mastschweine	748.360	2,7	2.020.572	
Hühner	1.077.621			
- Junghennen	222.483	2,3	511.710	
- Legehennen	485.653	0,9	437.088	
- Masthühner	361.818	6,7	2.417.602	
Puten	159.522	2,2	346.163	
Pferde	8.231			

Bei der Schweinehaltung werden bilanziell gesehen 586.645 Ferkel pro Jahr mit einem Gewicht von je 8 kg importiert und 655.119 Ferkel mit je 28 kg exportiert. Da es im Kreis Steinfurt keine Brüterei gibt, werden alle 3.275.475 Küken für die Geflügelhaltung importiert. Von den Junghennen werden dann wieder 74.622 pro Jahr exportiert.

Futteraufwand

Der vermeintlich bedeutendste Einsatzstoff in der Viehhaltung ist das Futter. Dazu ist in den Tab. 3-15 bis Tab. 3-19 der Futteraufwand für die betrachteten Vieharten berechnet.

Tab. 3-15: Futteraufwand Rinder [20]

Futterart	Viehart						Gesamt
	Kälber	Mastrinder	Jungrinder	Milchkühe	andere Kühe		
Vollmilch [t/a]	814						814
Milchaustauscher [t/a]	814						814
MLF (16/3) [t/a]			3.807			349	4.156
MLF (18/3) [t/a]				28.880			28.880
Mineralfutter [t/a]			286	481		35	802
Rindermastfutter (22/3) [t/a]		65.664					65.664
Kälberkraftfutter [t/a]	2.746						2.746
Weidegras [t/a]				96.268	40.107		136.375
Grassilage [t/a]			67.988	71.513	11.957		151.459
Heu [t/a]	2.365					3.244	5.610
Weizen [t/a]				3.851			3.851
Stroh [t/a]			3.320	4.478	1.217		9.015
Maissilage [t/a]		458.605	54.391	121.022			634.018
Sojaextraktionsschrot [t/a]				5.776			5.776
Summe [t/a]	6.739	524.268	129.792	332.269	56.908	1.049.977	

MLF: Milchleistungsfutter

Die entsprechenden Futtermengen wurden anhand von Versorgungsempfehlungen und Beispielmischungen ermittelt. So konnten neben den Gesamtmengen auch für die einzelnen Futterbestandteile entsprechende Mengen bestimmt werden. Dadurch ist es möglich, den

Futteraufwand mit den Erntemengen aus dem Pflanzenbau zu vergleichen. So werden für die Rinderhaltung ca. 1.000.000 t/a an Futter benötigt. Dagegen wird für die Schweinehaltung mit 620.000 t/a bedeutend weniger aufgewendet.

Tab. 3-16: Futteraufwand Schweine [20]

Futterart		Viechart			Gesamt
		Ferkel	Sauen	Mastschweine	
Ferkelaufzuchtfutter 1, bis 15 kg LM	[t/a]	32.315			32.315
Ferkelaufzuchtfutter 2, ab 15 kg LM	[t/a]	61.936			61.936
Vormastfutter bis 40 kg LM	[t/a]			56.505	56.505
Anfangsmastfutter ab 40 kg LM	[t/a]			118.308	118.308
Endmastfutter ab 60/70 kg LM	[t/a]			298.419	298.419
Säugende Sauen	[t/a]		21.492		21.492
Tragende Sauen	[t/a]		30.089		30.089
Summe	[t/a]	94.251	51.581	473.233	619.065

LM: Lebendmasse

Im Gegensatz zur Rinder- und Schweinehaltung gibt es bei der Geflügelhaltung nur sehr wenige bis gar keine Selbstmischer. Das heißt, das gesamte Futter wird als fertige Mischung durch einen Futtermittelhersteller angeliefert. Dementsprechend sind zwar die Inhaltsstoffe bekannt, jedoch nicht die Zusammensetzung der Komponenten. Daher wurden beim Geflügel nur die Gesamtmengen an Futtermitteln bestimmt.

Tab. 3-17: Futterwand Hühner [20]

Viechart	Futtermenge
Junghennen	3.448
Legehennen	19.426
Masthühner	10.154
Summe	33.029

Tab. 3-18: Futterwand Puten [20]

	Futtermenge
Putenfutter	14.660

Die Hühner benötigen demnach 33.000 t/a und die Puten etwa 14.700 t/a an Futter. Für die Versorgung der Pferde werden ca. 45.000 t/a an Futter verwendet.

Tab. 3-19: Futteraufwand Pferde [20]

Futterart	Futtermenge
Heu	9.954
Stroh	6.030
Weidegras	20.166
Hafer	4.609
Ergänzungsfutter	4.609
Summe	45.368

Ergänzend dazu ist in Tab. 3-20 die Futterverwertung von Schweinen, Hühner und Puten dargestellt. Die Futterverwertung bei Rindern und Pferden ist aufgrund der hohen Anteile Raufutter in Form Ganzpflanzensilage, Gras und Stroh nicht vergleichbar.

Tab. 3-20: Futterverwertung von Schweinen und Geflügel [1]

Viehart	[kg/kg Zunahme]	Futterverwertung [kg/kg Produkt]	[kg/kg Schlachtgewicht]
Schweine			
- Ferkel	1,7		2,2
- Sauen		6,4	4,9
- Mastschweine	2,9		3,7
Hühner			
- Junghennen	5,7		8,8
- Legehennen		2,1	2,0
- Masthühner	1,7		2,3
Puten	2,9		3,5

Wasser

In der Viehhaltung wird Wasser sowohl als Tränkwasser als auch als Prozesswasser, zum Beispiel zur Reinigung der Ställe, verwendet. Der Tränkwasserbedarf ist in Tab. 3-21 und der Bedarf an Prozesswasser in Tab. 3-22 dargestellt. Über den mittleren Bedarf gerechnet werden pro Jahr etwa 4,5 Mio. m³/a an Tränkwasser und 270.000 m³/a Prozesswasser gebraucht.

Tab. 3-21: Tränkwasserbedarf [1], [21]

Viehart	Tierplätze	Tränkwasserbedarf	
		Mittel [m ³ /TP·a]	Summe [m ³ /a]
Rinder	136.058		1.537.712
- Milchkühe	19.254	27,3	525.622
- Kälber	59.449	4,0	237.798
- Rinder	57.355	13,5	774.293
Schweine	1.249.019		2.802.154
- Ferkel	414.290	0,6	248.574
- Sauen	85.969	6,2	533.008
- Mastschweine	748.360	2,7	2.020.572
Hühner	1.077.621		68.591
- Junghennen	222.483	0,080	17.799
- Legehennen	485.653	0,080	38.852
- Masthühner	361.818	0,033	11.940
Puten	159.522	0,090	14.357
Pferde	8.231	7,0	57.617
Summe			4.480.431

TP: Tierplatz

Tab. 3-22: Prozesswasserbedarf [1], [21]

Viehart	Tierplätze	Prozesswasserbedarf	
		Mittel [m ³ /TP·a]	Summe [m ³ /a]
Rinder	136.058		123.277
- Milchkühe	19.254	3,70	71.238
- Kälber	59.449	0,20	11.890
- Rinder	57.355	0,70	40.149
Schweine	1.249.019		124.771
- Ferkel	414.290	0,08	33.143
- Sauen	85.969	0,50	42.985
- Mastschweine	748.360	0,07	48.643
Hühner	1.077.621		13.232
- Junghennen	222.483	0,010	2.225
- Legehennen	485.653	0,010	4.857
- Masthühner	361.818	0,017	6.151
Puten	159.522	0,030	4.786
Pferde	8.231		0
Summe			266.066

TP: Tierplatz

Einstreu

Von den Nebenprodukten wird vor allem Getreidesstroh als Einstreu verwendet. In Tab. 3-23 ist die Berechnung des Bedarfs an Einstreu abgebildet.

Tab. 3-23: Einstreubedarf [1], [6]

Viehart	Tierplätze	spezifisch [kg/TP·a]	Einstreubedarf	
			Anteil Einstreu [%]	Gesamt [t/a]
Rinder	136.058			24.341
- Milchkühe	19.254	1.095	25%	5.271
- Kälber	59.449	365	30%	6.510
- Rinder	57.355	730	30%	12.561
Schweine	1.249.019			28.344
- Ferkel	414.290	37	20%	3.066
- Sauen	85.969	208	20%	3.576
- Mastschweine	748.360	290	10%	21.702
Hühner	1.077.621			384
- Junghennen	222.483	0,5	90%	100
- Legehennen	485.653	0,5	90%	219
- Masthühner	361.818	0,2	90%	65
Puten	159.522	2,3	100%	367
Pferde	8.231	4.380	100%	36.052
Summe				89.488

TP: Tierplatz

Dazu wurde der Anteil der auf Stroh stehenden Tiere im Kreis Steinfurt durch die Landwirtschaftskammer geschätzt. So wird vor allem in der Geflügel- und Pferdehaltung Einstreu verwendet. In kleineren Anteilen jedoch auch noch in der Rinder- und Schweinehaltung. Der gesamte Einstreubedarf beträgt danach ca. 90.000 t/a.

Produzierte tierische Produkte

Als tierische Produkte werden durch die betrachteten Tierarten vor allem Milch, Eier und Fleisch erzeugt. Die Berechnungen dieser Produktmengen sind in Tab. 3-24 bis Tab. 3-26 dargestellt.

Tab. 3-24: Milchproduktion [22]

Milchleistung	[kg/Kuh·a]	8.887
Erzeugte Milch im Jahr	[t/a]	171.106

Tab. 3-25: Eierproduktion [1], [23]

Legehennen	[Tierplätze]	485.653
Eier je Henne und Jahr	[Eier/TP·a]	271,6
Gelegte Eier im Jahr	[Eier/a]	131.903.411
Eierverluste	[%]	2,4
Eierverluste	[Eier/a]	3.165.682
Verluste Eimasse	[t/a]	209
Durchschnittliche Eimasse	[g/Ei]	66
Erzeugte Eier im Jahr	[Eier/a]	128.737.730
Erzeugte Eimasse	[t/a]	8.497

Tab. 3-26: Fleischproduktion [1], [24]

Viehart	Tierplätze	Umtriebe / a	Tiere / a	Schlachtgewicht [kg/Tier] [t/a]	
Rinder	136.058				
- Milchkühe	19.254	0,3	6.330	298	1.888
- Kälber	59.449		4.959	142	703
- Rinder	57.355		44.469	383	17.047
Schweine	1.249.019				
- Ferkel	414.290				
- Sauen	85.969	0,2	17.194	205	3.525
- Mastschweine	748.360	2,7	2.020.572	97	195.442
Hühner	1.077.621				
- Junghennen	222.483				
- Legehennen	485.653	0,9	437.088	1,3	568
- Masthühner	361.818	6,6	2.387.999	1,6	3.821
Puten	159.522	2,2	346.163	14,5	5.019
Summe				228.013	

Pro Jahr werden etwa 171.000 t/a Milch, 129 Mio. Eier/a bzw. 8.500 t/a Eimasse und 228.000 t/a Fleisch, bezogen auf das Schlachtgewicht, erzeugt.

Tierverluste

Nicht alle Tiere erreichen, aus verschiedenen Gründen, die für sie vorgesehene Nutzungsdauer und sterben zuvor. Diese Tiere müssen über dafür vorgesehene Tierverwertungsanlagen entsorgt werden. In Tab. 3-27 sind diese Tierverluste aus Literaturwerten berechnet.

Tab. 3-27: Tierverluste [1]

Viehart	Tierplätze	[%]	Tierverluste		
			[Anzahl]	Ø [kg/Tier]	[t/a]
Rinder	136.058				
- Milchkühe	19.254	1,0	193	625,0	120,3
- Kälber	59.449	5,0	2.972	87,5	260,1
- Rinder	57.355	2,0	1.147	337,0	386,6
Schweine	1.249.019				
- Ferkel	414.290	2,0	8.286	18,1	150,0
- Sauen	85.969	2,0	1.719	190,0	326,7
- Saugferkel	2.106.241	15,0	315.936	1,5	473,9
- Mastschweine	748.360	3,0	22.451	73,0	1.638,9
Hühner	1.077.621				
- Junghennen	222.483	2,5	5.562	1,1	6,1
- Legehennen	485.653	8,0	38.852	1,0	38,9
- Masthühner	361.818	5,9	21.347	1,1	23,3
Puten	159.522	7,0	11.167	8,6	96,4
Pferde	8.231				
Summe			429.632		3.521

Nach dieser Berechnung fallen etwa 3.500 t/a Tierkadaver an. Dabei wurde das Gewicht der Tiere auf ihr Lebendgewicht bezogen. Pferde finden keine Berücksichtigung.

Nährstoffausscheidungen

Der wesentliche Reststoffstrom bei der Viehhaltung sind die tierischen Ausscheidungen mit den darin enthaltenen Nährstoffen. Dazu wurden in Tab. 3-28 bis Tab. 3-32 die Nährstoffausscheidungen für die betrachteten Vieharten aus dem Futteraufwand berechnet. Als wesentliche Nährstoffe wurden hierbei Stickstoff, Phosphor und Kalium betrachtet. Aus dem Nährstoffanfall sind dann die entsprechenden Mengen an Gülle und Mist ermittelt worden. Insgesamt fallen somit 20.250 t/a Stickstoff, 3.770 t/a Phosphor und 12.650 t/a Kalium als Nährstoffe an. Dies entspricht tierischen Ausscheidungen von etwa 4,5 Mio. t/a.

Tab. 3-28: Nährstoffbilanz Rinder [20]

		Viehart					Gesamt
		Kälber	Mastrinder	Jungrinder	Milchkühe	andere Kühe	
Futteraufwand	N [t/a]	144	4.925	1.054	3.048	317	9.488
	P [t/a]	27	985	176	489	46	1.723
	K [t/a]	90	3.342	1.070	2.357	332	7.189
Nährstoffansatz durch das Tier	N [t/a]	41	1.058	138	836	14	2.087
	P [t/a]	9	255	33	158	3	460
	K [t/a]	3	80	10	233	1	328
Ausscheidungen	N [t/a]	104	3.867	916	2.212	303	7.401
	P [t/a]	18	730	143	331	42	1.263
	K [t/a]	86	3.261	1.059	2.124	331	6.861
Gülleanfall	[m³/a]	20.342	570.303	199.172	385.071	69.751	1.244.639

Tab. 3-29: Nährstoffbilanz Schweine [20]

		Viehart			Gesamt
		Ferkel	Sauen	Mast-schweine	
Futteraufwand	N [t/a]	2.743	4.273	11.375	18.390
	P [t/a]	534	842	2.245	3.622
	K [t/a]	754	1.272	3.502	5.529
Nährstoffansatz durch das Tier	N [t/a]	1.380	1.324	4.041	6.745
	P [t/a]	273	267	801	1.341
	K [t/a]	108	103	314	525
Ausscheidungen	N [t/a]	1.363	2.949	7.334	11.646
	P [t/a]	261	576	1.444	2.281
	K [t/a]	646	1.169	3.188	5.003
Gülleanfall	[m³/a]	1.657.160	343.876	1.122.540	3.123.576

Tab. 3-30: Nährstoffbilanz Hühner [20]

		Viehart			Gesamt
		Masthühner	Legehennen	Junghennen	
Futteraufwand	N [t/a]	332	528	80	861
	P [t/a]	56	87	17	143
	K [t/a]	82	155	24	238
Nährstoffansatz durch das Tier	N [t/a]	186	162	26	349
	P [t/a]	27	16	5	42
	K [t/a]	10	10	2	21
Ausscheidungen	N [t/a]	146	366	54	512
	P [t/a]	29	72	13	101
	K [t/a]	72	145	23	217
Festmist	[t/a]	5.065			26.310
Hühnertrockenkot	[t/a]		14.570	6.674	

Tab. 3-31: Nährstoffbilanz Puten [20]

			Viehart
			Puten
Futteraufwand	N	[t/a]	448
	P	[t/a]	80
	K	[t/a]	122
Nährstoffansatz durch das Tier	N	[t/a]	199
	P	[t/a]	39
	K	[t/a]	11
Ausscheidungen	N	[t/a]	250
	P	[t/a]	41
	K	[t/a]	111
Mistanfall		[t/a]	9.970

Tab. 3-32: Nährstoffbilanz Pferde [20]

			Viehart
			Pferd
Ausscheidungen	N	[t/a]	441
	P	[t/a]	84
	K	[t/a]	458
Mistanfall		[t/a]	62.226

Im Vergleich zwischen den Tierarten fallen vor allem die Schweine mit dem größten Anteil an den tierischen Ausscheidungen und Nährstoffen auf. Ebenfalls auffällig sind die, auch im Vergleich zur Geflügelhaltung, großen Mengen Pferdemist. Dabei können die Werte zum Pferdemistanfall als konservativ betrachtet werden. In der Literatur werden zum Teil auch höhere Werte genannt.

Bilanz

In Abb. 3-9 sind alle in diesem Kapitel bestimmten Massenströme des Bereiches Viehhaltung in ein Fließdiagramm eingezeichnet. Durch Bilanzierung dieser Massenströme ergibt sich ein Wert von etwa 1,7 Mio. t/a, der im Diagramm mit „Sonstige Verluste“ benannt ist. Diese umfassen unter anderem die nicht erfassten Verluste an Wasser durch Verdunstung, Kohlenstoffdioxid durch Atmung und weiterer Ausgasungen sowie Schlachterverluste. Der mit Abstand größte Einsatzstoff in der Viehhaltung ist das Tränkwasser, wovon sich der größte Teil in den tierischen Ausscheidungen wiederfindet.

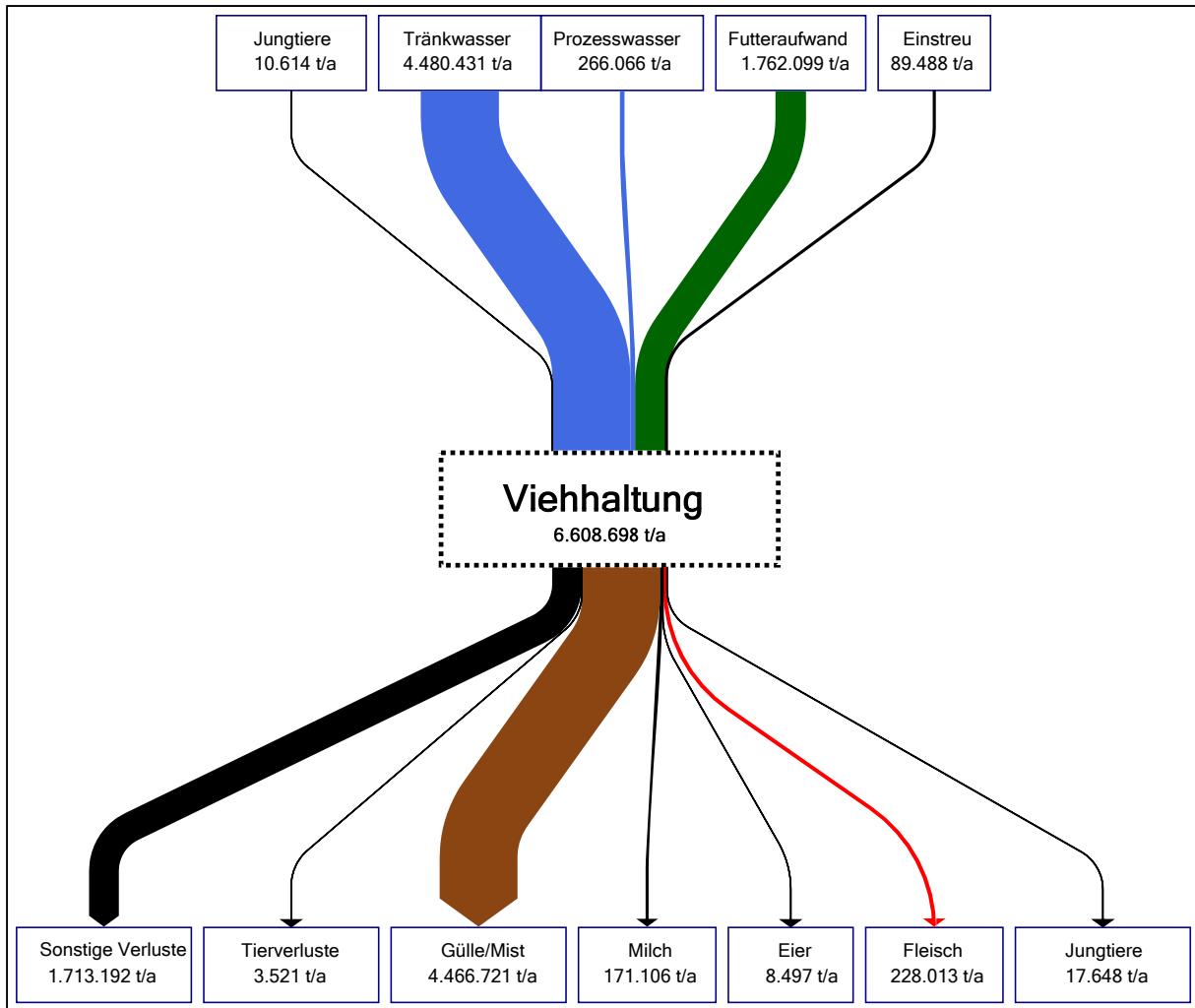


Abb. 3-9: Fließbild der Massenströme im Bereich Viehhaltung

3.3 Biogas

In Abb. 3-10 ist das Fließschema für den Produktionsprozess Biogas dargestellt. Wie bei den beiden zuvor beschriebenen Bereichen Pflanzenbau und Viehhaltung werden darauf aufbauend die darin abgebildeten Einsatzstoffe und Produkte für den Bereich Biogas ermittelt werden. Mit Verluste sind vor allem Abwärme und Wirkungsgradverluste gemeint. Wo Einsatzstoffe weder anhand ihrer Masse noch energetisch bewertet werden können, werden diese nur finanziell betrachtet.

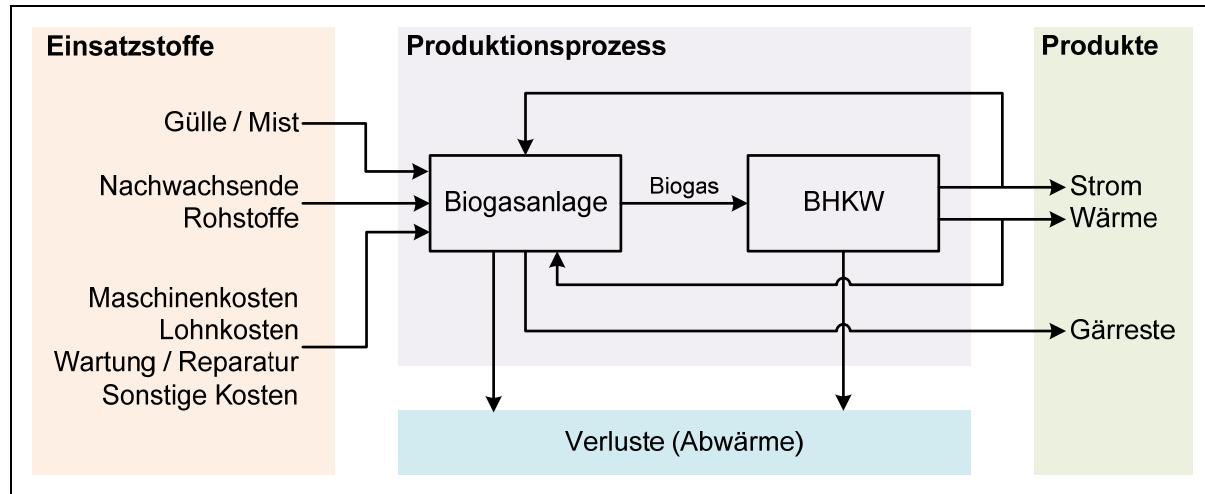


Abb. 3-10: Fließschema des Produktionsprozesses Biogas

Die Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) ermöglichte den raschen Ausbau der Biogastechnologie auch im Kreis Steinfurt. So gibt es aktuell, Stand Februar 2012, 44 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer kumulierten installierten elektrischen Leistung von 23 MW_{el} [25]. Dies entspricht einer durchschnittlichen installierten elektrischen Leistung von 523 kW_{el} pro Biogasanlage. Bei allen Biogasanlagen im Kreis Steinfurt wird das produzierte Biogas über Blockheizkraftwerke (BHKW) zu elektrischer und thermischer Energie veredelt. Dies geschieht entweder direkt an der Anlage oder beim Wärmeabnehmer, wo die dort platzierten BHKW über eine Biogasleitung bzw. ein Mikrogasnetz versorgt werden. Eine Biogasaufbereitungsanlage mit Einspeisung ins Erdgasnetz existiert bisher noch nicht im Kreis Steinfurt. Aus diesem Grunde findet diese Technologie auch keine Berücksichtigung in der vorliegenden Studie.

In Abb. 3-11 sind die Anzahl und in Abb. 3-12 die Leistung der Biogasanlagen jeweils nach Leistungsklassen gegliedert dargestellt. Die überwiegende Anzahl der Biogasanlagen fällt mit 73 % in die Leistungsklasse von 151 bis 500 kW_{el}. Betrachtet man die installierte Leistung der Leistungsklassen, so hat diese Leistungsklasse zwar immer noch mit 54 % den größten Anteil, jedoch haben insbesondere die Anlagen in der Klasse ab 500 kW_{el} mit 44 % einen bedeutend größeren Anteil als bei der Anzahl mit 16 %. Die Kleinanlagen unter 150 kW_{el} haben nur eine untergeordnete Rolle.

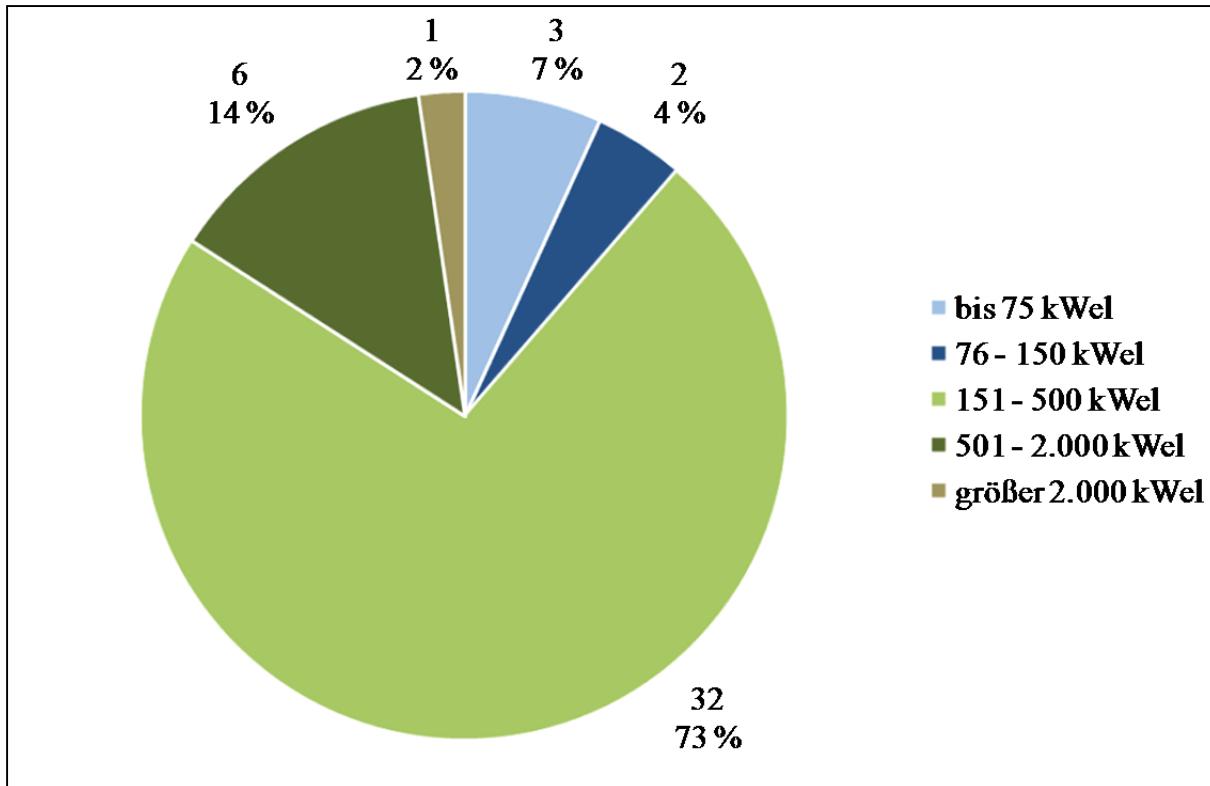


Abb. 3-11: Anzahl der Biogasanlagen nach Leistungsklassen [25]

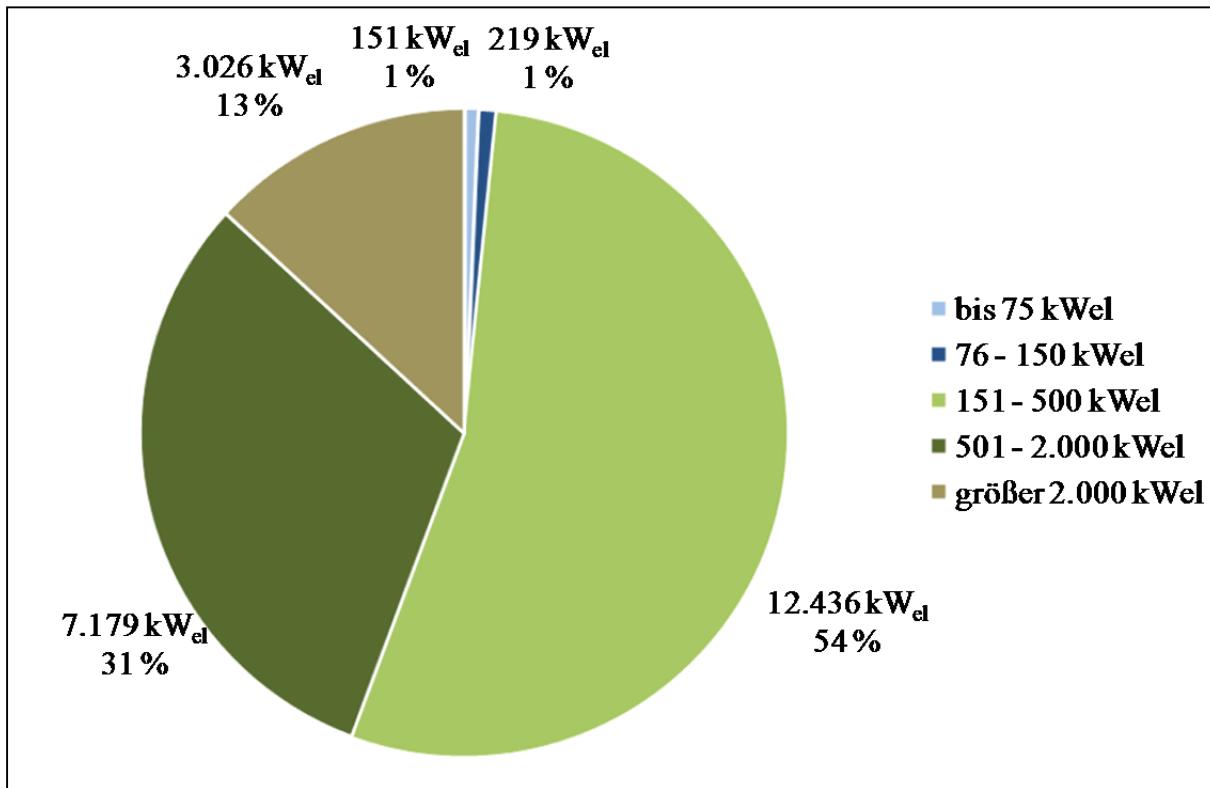


Abb. 3-12: Leistung der Biogasanlagen nach Leistungsklassen [25]

Bezieht man die durchschnittlich installierte Leistung auf die Fläche, so ergibt sich bei Be- trachtung der landwirtschaftlichen Nutzfläche eine Biogasanlagendichte von 22 kW_{el}/100 ha

und bei ausschließlicher Betrachtung der Ackerfläche eine Biogasanlagendichte von 30 kW_{el}/100 ha. Im Vergleich dazu beträgt die Biogasanlagendichte in Deutschland 19 kW_{el}/100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche bzw. 27 kW_{el}/100 ha Ackerland und ist damit etwas geringer als im Kreis Steinfurt. Insgesamt bestehen in Deutschland Mitte 2012 7.521 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 3.185 MW_{el} [26], [27].

Substrataufwand und Produkte

Für die Bestimmung des Substrataufwandes wurde ein typischer Substratmix für eine landwirtschaftliche Biogasanlage mit überwiegendem Einsatz nachwachsender Rohstoffe aus Rinder- und Schweinegülle sowie Maissilage und Getreide-Ganzpflanzensilage angenommen. Mit den Gasausbeuten aus Tab. 3-33 wurden dann in Tab. 3-34 über den Gesamtstromertrag und über die Anteile der Substrate am Substratmix die Gesamtmengen an Substrat und Biogas berechnet.

Tab. 3-33: Gasausbeuten aus Substraten [1]

Substrat	TM [%]	oTM [% v. TM]	Biogasertrag		Methangehalt [%]	Stromertrag [kWh _{el} /t FM]
Rindergülle	10	80	380	30	55	66,0
Schweinegülle	6	80	420	20	60	48,0
Maissilage	33	95	650	200	52	416,0
Getreide-GPS	33	95	620	190	53	402,8

TM: Trockenmasse; oTM: organische Trockenmasse; FM: Frischmasse

Tab. 3-34: Substratmix mit Biogas- und Stromertrag (eigene Berechnungen)

Substrat	Masseanteile [%]	Mengen [t FM/a]	Biogasertrag [m ³ _N/a]	Stromertrag [kWh _{el} /a]
Rindergülle	10%	63.844	1.915.322	4.213.709
Schweinegülle	25%	159.610	3.192.204	7.661.289
Maissilage	60%	383.064	76.612.888	159.354.806
Getreide-GPS	5%	31.922	6.065.187	12.858.196
Summe	100%	638.441	87.785.600	184.088.000

FM: Frischmasse

Der nach dieser Betrachtung verwendete Anteil Gülle in Höhe von 223.000 t/a entspricht etwa 5 % der im Kreis Steinfurt anfallenden tierischen Ausscheidungen. Die veranschlagte Menge an Getreide-Ganzpflanzensilage wird durch den Anbau nicht gedeckt. Daher wurde die Annahme getroffen, dass die Differenz von etwa 19.000 t/a aus dem Zwischenfruchtanbau bereitgestellt wird. Somit werden aus insgesamt 638.000 t/a Substrat etwa 87,8 Mio. m³/a Bio-

gas bzw. 184 Mio. kWh_{el} elektrischer Energie erzeugt. Bei einer Dichte von 1,2 kg/m³ ergeben sich daraus 105.279 t/a Biogas.

Am Ende des Biogasprozesses verbleibt der Gärrest. Dazu wurde mit den Abbauraten der Substrate aus Tab. 3-35 in Tab. 3-36 die anfallenden Mengen an Gärrest berechnet. Hiernach verbleiben am Ende des Biogasprozesses etwa 533.000 t/a an Gärrest.

Tab. 3-35: Abbauraten der Gärsubstrate [5]

Substrat	TM	oTM	Masseabbau		oTM-Abbau [% der oTM]	TM (nach Vergärung) [%]
	[%]	[% v. TM]	[kg/t FM]	[% der FM]		
Rindergülle	10	80	23	2,3	36	5,8
Schweinegülle	6	80	23	2,3	49	3,8
Maissilage	33	95	240	24,0	79	10,6
Getreide-GPS	33	95	257	25,7	68	19,2

TM: Trockenmasse; oTM: organische Trockenmasse; FM: Frischmasse

Tab. 3-36: Anfallende Gärreste [5]

Substrat	Mengen [t FM/a]	Masseabbau		Gärrest	
		[% der oTM]	[% der FM]	[t oTM/a]	[t FM/a]
Rindergülle	63.844	36	2,3	3.269	62.376
Schweinegülle	159.610	49	2,3	3.907	155.939
Maissilage	383.064	79	24,0	25.219	291.129
Getreide-GPS	31.922	68	25,7	3.202	23.718
Summe	622.869	75	14,4	35.598	533.162

FM: Frischmasse

In Tab. 3-37 sind die Nährstoffgehalte der Gärreste dargestellt. Alle durch die Substrate eingebrachten Nährstoffe finden sich am Ende im Gärrest wieder. Allerdings höher konzentriert und durch den Abbau der Organik auch in verfügbarerer Form.

Tab. 3-37: Nährstoffgehalte Gärrest [11]

Substrat	Nährstoffgehalte Substrat [kg/t FM]			Nährstofffracht [t/a]			Nährstoffgehalte Gärrest [kg/t FM]		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Rindergülle	4,5	2,3	5,4	287	147	345	4,6	2,4	5,5
Schweinegülle	4,6	2,9	3,4	734	463	543	4,7	3,0	3,5
Maissilage	3,8	0,7	3,7	1.456	268	1.417	5,0	0,9	4,9
Getreide-GPS	19,6	4,7	19,9	626	150	635	26,4	6,3	26,8
Summe	4,9	1,6	4,6	3.103	1.028	2.940	5,8	1,9	5,5

FM: Frischmasse

Bilanz

In Abb. 3-13 sind die in diesem Kapitel bestimmten Massenströme des Bereiches Biogas in ein Fließdiagramm eingezeichnet. Durch das geschlossene System einer Biogasanlage entste-

hen keine bzw. nur sehr geringe Verluste aufgrund von Undichtigkeiten, die an dieser Stelle jedoch nicht berücksichtigt wurden.

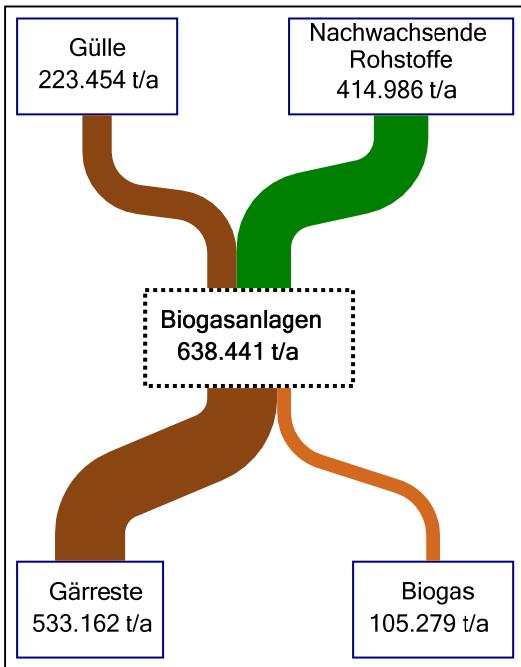


Abb. 3-13: Fließbild der Massenströme im Bereich Biogas

3.4 Bilanzierung der Massenströme

In diesem Kapitel werden alle Massenströme aus den drei zuvor getrennt betrachteten Bereichen Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogas gemeinsam bilanziert und an den Schnittstellen verglichen. Folgende Schnittstellen wurden dazu identifiziert und untersucht:

- Maisanbau und Nutzungspfade
- Vergleich Futterbedarf und Anbau
- Strohanfall und -bedarf
- Nährstoffkreisläufe
- Selbstversorgungsgrad an landwirtschaftlichen Produkten

So können die Schnittstellenverluste und –gewinne bestimmt und gleichzeitig die entsprechende Im- und Exportmengen ermittelt werden. Abschließend werden alle Massenströme in einem Fließbild visualisiert.

Maisanbau und Nutzung

Der Mais ist mit einem Flächenanteil von 50 % am Ackerland die bedeutendste Kulturpflanze im Kreis Steinfurt. Sie wird als Körnermais, Corn-Cob-Mix (CCM) oder als Ganzpflanzensi-

lage geerntet. Verwendet wird der Mais fast ausschließlich als Futtermittel und zur Gewinnung von Biogas. In Abb. 3-14 sind der Maisanbau und die Nutzungspfade dargestellt.

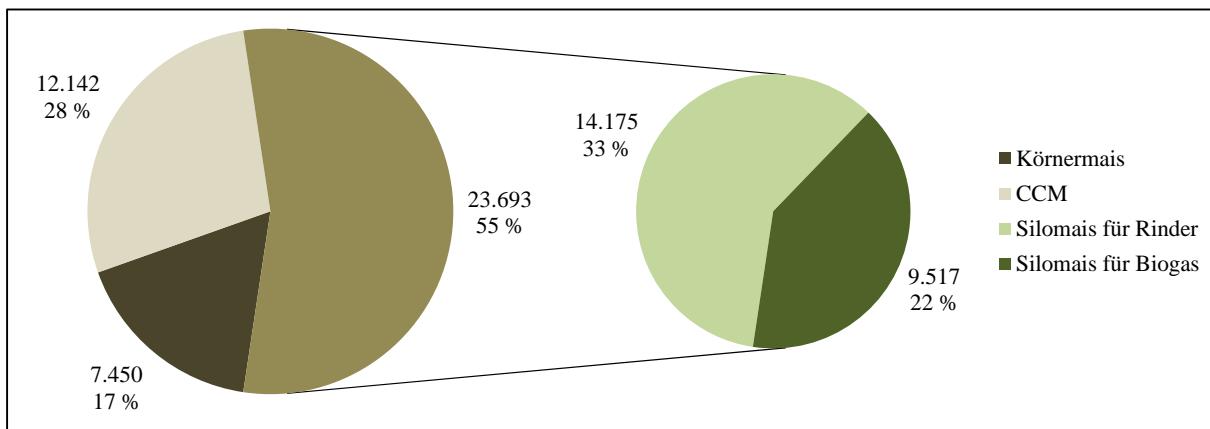


Abb. 3-14: Maisanbau und Nutzungspfade

Auch weiterhin werden 78 % der Maisanbaufläche für die Futtermittelproduktion verwendet, während auf 22 % der Fläche Silomais für die Biogasgewinnung angebaut wird. Beim Vergleich des Bedarfs an Silomais für Rinder und Biogasanlagen mit dem Anbau zeigt sich eine weitestgehende Übereinstimmung. Daher bleibt festzuhalten, dass bilanziell gesehen keine Transporte von Silomais über die Kreisgrenzen stattfinden bzw. sich aufheben.

Vergleich Futterbedarf und Anbau

Eine der wichtigsten Schnittstellen bei der Bilanzierung der Massenströme stellt der Vergleich von Futterbedarf und Anbau dar. Der Einsatz von Stroh als Futtermittel wurde dabei nicht berücksichtigt. Ebenso wurden die Substratmengen für Biogas abgezogen. In Tab. 3-38 werden Futteraufwand und Anbau anhand der Mengen, des Energiegehalts sowie des Gehalts an Rohprotein verglichen.

Tab. 3-38: Vergleich Futteraufwand und Anbau [20]

Viechart	Futtermenge [t/a]	Energie (ME) [GJ/a]	Rohprotein [t/a]
Rinder	1.040.963	4.510.353	55.203
Schweine	619.065	8.074.400	98.495
Hühner	33.029	394.295	5.268
Puten	14.660	183.250	3.342
Pferde	39.338	248.774	2.690
Summe	1.747.055	13.411.071	164.999
Anbau	1.885.244	8.671.340	83.967
Differenz	138.189	-4.739.731	-81.032
Eigenversorgungsgrad	108%	65%	51%

ME: Umsetzbare Energie

Als Ergebnis dieser Betrachtung lässt sich festhalten, dass zwar die reine Menge an angebauten Früchten und Futtermitteln zur Versorgung des betrachteten Nutzviehs ausreichen würde, jedoch bei Energiegehalt und Rohprotein Versorgungslücken bestehen. So kann allein die Versorgung mit Rohprotein nur zu 51 % sichergestellt werden. Um den Gründen für diese Unterschiede bei den Bewertungsmaßstäben näher zu kommen, werden in Tab. 3-39 Grundfutter und in Tab. 3-40 der Anbau an Kraftfutter sowie deren Bedarf genauer untersucht.

Tab. 3-39: Vergleich Grundfutteranbau und Aufwand [20]

Viehart	Futtermenge [t TM/a]	Energie (ME) [GJ/a]	Rohprotein [t/a]
Rinder	307.016	3.273.355	31.125
Pferde	12.593	128.009	1.547
Summe	319.609	3.401.363	32.671
Anbau	412.613	4.691.339	51.733
Differenz	93.004	1.289.976	19.062
Eigenversorgungsgrad	129%	138%	158%

ME: Umsetzbare Energie

Nach dieser Betrachtung ist die Versorgung mit Grundfutter in Form von Gras und Silomais für Rinder und Pferde ausreichend gesichert. Die über den Eigenversorgungsgrad hinausgehenden Ressourcen werden natürlich ebenfalls genutzt und in der Gesamtbetrachtung auch berücksichtigt.

Tab. 3-40: Vergleich von Bedarf und Anbau an Kraftfuttermitteln [20]

Viehart	Futtermenge [t/a]	Energie (ME) [GJ/a]	Rohprotein [t/a]
Rinder	113.502	1.236.999	24.078
Schweine	619.065	8.074.400	98.495
Hühner	33.029	394.295	5.268
Puten	14.660	183.250	3.342
Pferde	9.219	120.765	1.143
Summe	789.475	10.009.708	132.327
Anbau	297.267	3.980.001	32.234
Differenz	-492.208	-6.029.707	-100.093
Eigenversorgungsgrad	38%	40%	24%

ME: Umsetzbare Energie

Beim Vergleich von Bedarf und Anbau an Kraftfuttermitteln, wie zum Beispiel Getreide, wird deutlich, dass gerade einmal etwa 40 % bei Menge und Energiegehalt und sogar nur 24 % vom Rohproteinbedarf über den Anbau im Kreis Steinfurt gedeckt werden. Aus diesen Betrachtungen lässt sich der Schluss ziehen, dass vor allem Kraftfutter in Form von Getreide und Eiweißfuttermittel zur Versorgung des Viehbestandes importiert werden.

Strohanfall und -bedarf

In Tab. 3-41 ist der Bedarf und Anfall an Stroh dargestellt. Etwa 60 % des anfallenden Getreidestrohs wird entweder als Einstreu oder Futtermittel verwendet. Dementsprechend verbleiben ca. 70.000 t/a auf den Flächen zur Humusanreicherung.

Tab. 3-41: Strohanfall und -bedarf

Einstreubedarf	[t/a]	89.488
Futter	[t/a]	15.044
Strohanfall	[t/a]	173.606
Differenz	[t/a]	69.074
	[%]	40

Nährstoffkreisläufe

Eine der wichtigsten Schnittstellen zwischen den drei Produktionsbereichen stellen die Nährstoffkreisläufe dar. Dazu wurden die bereits in den vorangegangenen Kapiteln erfassten Nährstoffmengen an Stickstoff, Phosphor und Kalium in Tab. 3-42 zusammengetragen und bilanziert. Die entsprechenden Nährstoffmengen an Einstreu bzw. Nebenprodukten heben sich bilanziell gesehen auf. Genauso verhält es sich mit den nachwachsenden Rohstoffen für die Biogasproduktion. Der Einfluss von Klärschlamm und Kompost auf die Bilanz ist gering. Demnach haben vor allem die Zufuhr an tierischen Ausscheidungen und Mineraldünger die größte Wirkung auf die Nährstoffbilanz.

Für die gasförmigen Verluste und Zufuhren vor allem von Stickstoffverbindungen über die Luft wurde die Annahme getroffen, dass sich Im- und Exporte bilanziell in Summe aufheben. Für den anrechenbaren Stickstoffanteil nach Düngeverordnung (DüV) wurden für Rindergülle 60 %, für Schweinegülle 70 % und für alle weiteren tierischen Ausscheidungen 50 % verwendet [16]. Dadurch ergibt sich eine durchschnittliche Stickstoffverfügbarkeit von 63 %. Für den mineralischen Nährstoffaufwand wurde für Stickstoff der Mittelwert der Werte aus der Hochrechnung und aus der Düngebedarfsberechnung in der Flächenbilanz verwendet.

Tab. 3-42: Nährstoffvergleich für den Kreis Steinfurt

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
Zufuhr an Nährstoffen aus:				
Tierische Ausscheidungen	[t/a]	19.416	3.607	12.237
davon anrechenbar	[t/a]	12.269		
Einstreu	[t/a]	447	117	1.040
Nawaro für Biogas	[t/a]	2.031	408	2.003
Klärschlamm	[t/a]	87	41	6
Kompost	[t/a]	36	13	44
Mineralischer Nährstoffaufwand				
aus Düngeempfehlung	[t/a]	4.722	378	-
aus Hochrechnung	[t/a]	5.492	-	-
Mittelwert	[t/a]	5.107	378	-
Nährstoffzufuhr	[kg/ha·a]	188	43	144
Abfuhr an Nährstoffen durch:				
Haupternteprodukte	[t/a]	14.688	2.692	9.304
Nebenernteprodukte (Stroh)	[t/a]	523	137	1.214
Bilanz	[t/a]	4.767	1.735	4.812
Landwirtschaftliche Fläche	[ha]		106.278	
Flächenbilanz	[kg/ha·a]	45	16	45

Auf die landwirtschaftliche Nutzfläche bezogen ergibt sich aus dieser Betrachtung ein Überschuss von 45 kg/ha·a Stickstoff, 16 kg/ha·a Phosphor und 45 kg/ha·a Kalium. In Abb. 3-15 sind die Nährstoffströme für Stickstoff, Phosphor und Kalium im Kreis Steinfurt als Fließbilder visualisiert. Vor allem durch Mineraldünger und Futtermittel werden Nährstoffe in den Kreis importiert.

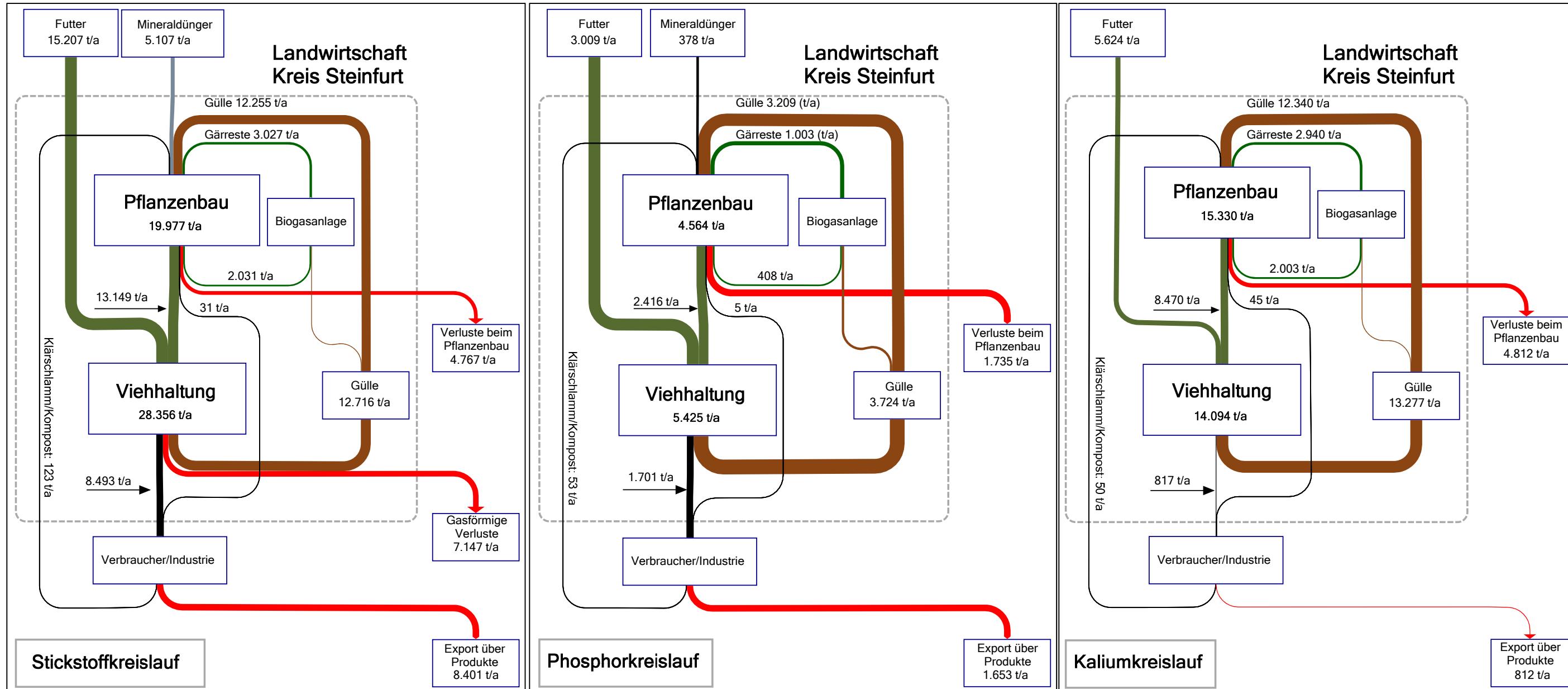


Abb. 3-15: Fließbilder der Massenströme an Nährstoffen (links Stickstoff, in der Mitte Phosphor und rechts Kalium)

Handel über Nährstoffbörsen

Die Nährstoffbörsen des Betriebshilfsdienstes und Maschinenrings Steinfurt-Bentheim vermitteln ab- und aufnehmende Betriebe für Wirtschaftsdünger. Das Ziel dieses Nährstoffmanagementsystems ist die Schaffung eines kostengünstigen Ausgleichs zwischen Betrieben mit einem hohen Aufkommen an Wirtschaftsdüngern und Betrieben mit Düngedarf. In Tab. 3-43 sind die über die Nährstoffbörsen vermittelten Stoffströme aufgeführt. Aus den Gesamtmengen wurden die anteiligen Stoffströme für Gärrest und Gülle hochgerechnet.

Tab. 3-43: Über Nährstoffbörsen vermittelte Stoffströme (2010/2011) [28]

	Menge [m ³ /a]	Stickstoff (N)		Phosphor (P)		Kalium (K)	
		[t/a]	[kg/m ³]	[t/a]	[kg/m ³]	[t/a]	[kg/m ³]
Gülle	247.517	1.310	5,29	704	2,85	1.085	4,38
Gärrest	84.483	490	5,80	161	1,90	465	5,50
Gesamt	332.000	1.800	5,42	865	2,61	1.550	4,67

Insgesamt wurden über die Nährstoffbörsen im Wirtschaftsjahr 2010/2011 332.000 m³/a an Gülle, Mist und Gärresten vermittelt. Dies entspricht etwa 7 % der im Kreis Steinfurt anfallenden Wirtschaftsdünger. Bei ca. 1.200 Lieferscheinen wurden im Schnitt 277 m³ pro Lieferschein vermittelt. In Tab. 3-44 werden die Mengen, die über die Nährstoffbörsen vermittelt wurden, mit dem Gesamtanfall verglichen.

Tab. 3-44: Vergleich Nährstoffmengen Nährstoffbörsen und Gesamtanfall

	Menge	Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
Gesamtanfall	[t/a]	4.881.707	14.747	4.132
Nährstoffbörsen	[t/a]	332.000	1.800	865
	[%]	6,8	12,2	20,9

Anhand dieser Werte lässt sich feststellen, dass vor allem Wirtschaftsdünger mit höheren Nährstoffgehalten, wie zum Beispiel Hühnertrockenkot, vermittelt werden. Auffällig sind auch die hohen Phosphorfrachten, die gehandelt werden. Dies ist nicht verwunderlich, da die Transportwürdigkeit mit den Nährstoffgehalten steigt. Dies deckt sich auch mit Expertenaussagen, die besagen, dass vor allem Hühnertrockenkot aus dem Kreis exportiert wird.

Nach Aussagen der Nährstoffbörsen verlassen weniger als 5 % der über sie vermittelten Wirtschaftsdünger den Kreis Steinfurt. Gleichzeitig wird etwa genau so viel in den Kreis gebracht. Auch werden in Zukunft die vermittelten Mengen ansteigen, was sich bereits in den Kosten widerspiegelt. So zahlen abgebende Betrieb momentan 5 bis 6 €/m³. Bereits im kommenden bzw. aktuell anbrechenden Wirtschaftsjahr steigen die Kosten auf 8 bis 9 €/m³ [28].

Verbrauchsdaten und Selbstversorgungsgrad

Zur Einschätzung des Selbstversorgungsgrades für den Kreis Steinfurt werden in Tab. 3-45 Produktion und Verbrauch an landwirtschaftlichen Produkten verglichen. Durch den Vergleich werden zudem die bilanziellen Überschussmengen für den Export sowie die Defizitmengen als Import deutlich.

Theoretisch könnte der Bedarf an Getreideprodukten durch die Erzeugung gedeckt werden. Jedoch sind die Anteile an Futtermittel nicht bekannt und zudem reichen die angebauten Getreidemengen bereits jetzt nicht zur Versorgung der Viehhaltung aus. Neben Getreide werden vor allem Kartoffeln, Obst und Gemüse importiert. Dagegen bestehen bei den tierischen Produkten hohe Eigenversorgungsgrade mit entsprechenden Exportüberschüssen. Spitzenerreiter ist dabei die Schweinefleischproduktion mit einem Selbstversorgungsgrad von über 800 %. Im Rahmen der arbeitsteiligen Wirtschaft trägt die Landwirtschaft im Kreis Steinfurt somit vor allem zur Versorgung mit tierischen Lebensmitteln bei. Die Konzentration auf diesen Produktionszweig hängt mit dem aufgebauten Know-how in diesem Bereich und den natürlichen Rahmenbedingungen, z.B. der Eignung der Böden, zusammen.

Tab. 3-45: Vergleich von Produktion und Verbrauch [29]

Produkt	Verbrauch		Produktion [t/a]	Überschuss (Export) [t/a]	Defizit (Import) [t/a]	Eigenversor- gungsgrad [%]
	[kg/EW·a]	[t/a]				
Weizenmehl *	66,5	29.413	68.138			
Roggenmehl *	8,9	3.936	13.444			
Aus sonstigem Getreide *	16,2	7.165	1.532			
Getreide gesamt *	91,6	40.514	83.114			
Kartoffeln	60,3	26.671	8.364	0	18.306	31
Gemüse, Obst	169,3	74.881	3.845	0	71.036	5
Rind- und Kalbfleisch	12,6	5.573	19.638	14.065	0	352
Schweinefleisch	55,1	24.371	198.966	174.595	0	816
Geflügelfleisch	19,3	8.536	9.408	872	0	110
Fleisch gesamt	87	38.480	228.012	189.532	0	593
Milch und Milcherzeugnisse	117,7	52.058	171.106	119.048	0	329
Eier und Eiererzeugnisse	13,1	5.794	8.497	2.703	0	147

* hauptsächliche Verwendung als Futtermittel, Anteile jedoch unbekannt; EW: Einwohner

Bilanz

In Abb. 3-16 sind alle landwirtschaftlichen Massenströme im Kreis Steinfurt bilanziert und als Fließschema visualisiert. Importiert werden Jungtiere, Saatgut und Mineraldünger. Exportiert werden vor allem tierische Produkte. Aufgrund der Betrachtung der Frischmassen bei der Massenbilanz kommt es bei der Bilanzierung der Futtermittel durch die hohen Produktionsmengen an Grundfutter zu keinen Importmengen an Futtermitteln. Dies entspricht jedoch nicht der Realität, was bei den bisherigen Betrachtungen bereits deutlich wurde.

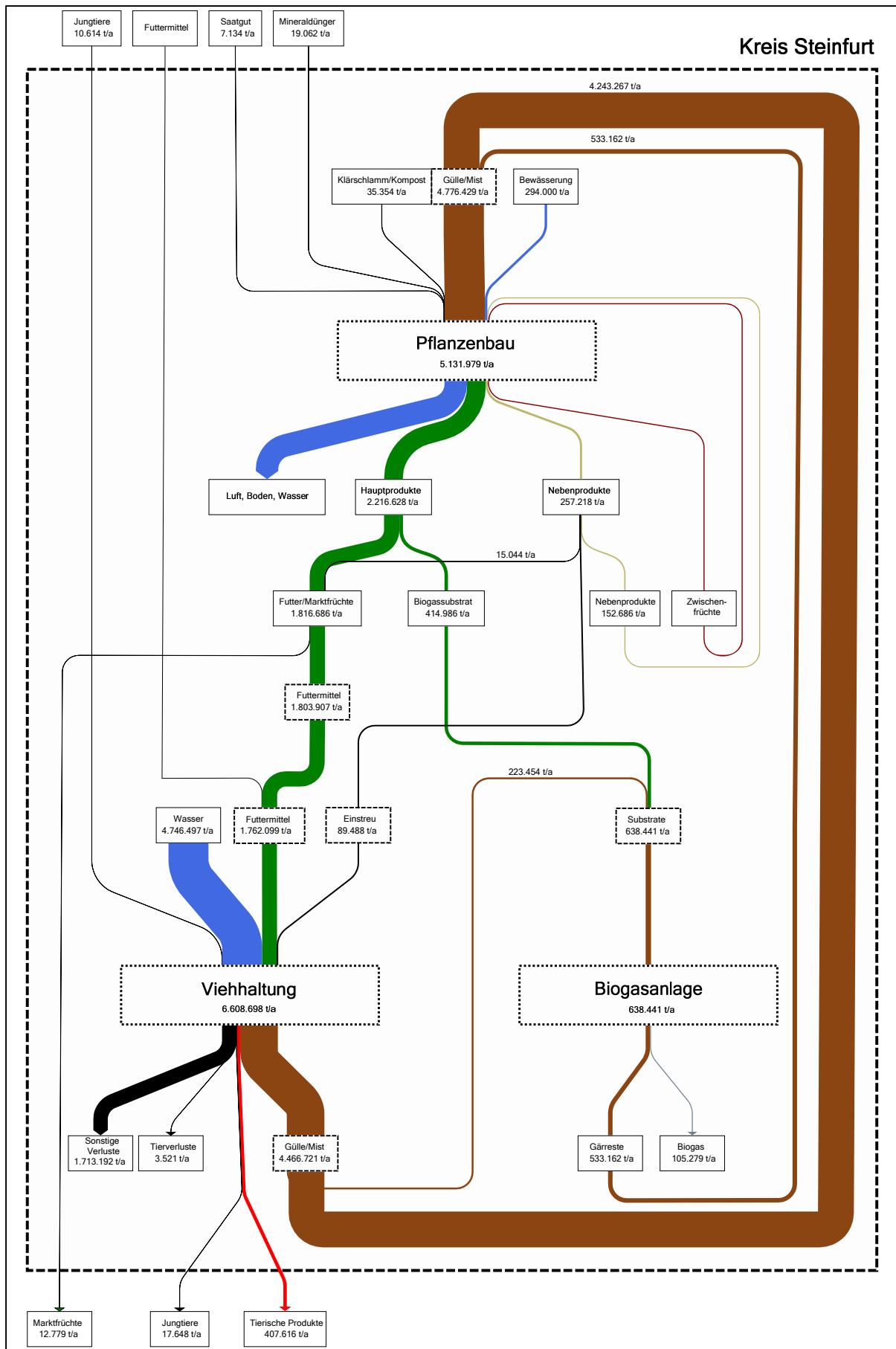


Abb. 3-16: Fließbild der gesamten Massenströme

4 ERMITTLEMENT UND BILANZIERUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN ENERGIESTRÖME

Aufbauend auf den Massenströmen aus den vorangegangenen Kapiteln werden diese in diesem Kapitel nun energetisch bewertet und bilanziert. Zudem wird der direkte Einsatz von Energie in Form von Strom, Heizwärme und Kraftstoffen für die einzelnen Produktionsprozesse ergänzt.

Für eine Vergleichbarkeit der Energieströme untereinander wurden alle mit ihrem physikalischen Brennwert, auch Bruttoenergie genannt, in GJ/a bewertet. Da nicht für alle betrachteten Energieströme der Brennwert direkt ermittelt werden konnte, wurde die Bruttoenergie über die Anteile an Rohfaser, Rohprotein, Rohfett sowie Stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) und deren Brennwerte berechnet. In Tab. 4-1 sind die Brennwerte dieser vier Weender-Parameter dargestellt.

Tab. 4-1: Brennwerte der Weender-Parameter [30]

Parameter	Einheit	Wert
Rohfaser	[kJ/g]	20,1
Rohprotein	[kJ/g]	23,9
Rohfett	[kJ/g]	39,8
Stickstofffreie Extraktstoffe	[kJ/g]	17,5

Insbesondere bei der energetischen Bewertung von Futtermitteln und weiteren landwirtschaftlichen Produkten wurde auf diese Berechnungsmethode zurückgegriffen, da bei diesen Stoffen ausschließlich die umsetzbaren Energiegehalte angegeben sind. In der Abb. 4-1 sind dazu die Energierestufen zur Bewertung von Futtermitteln dargestellt.

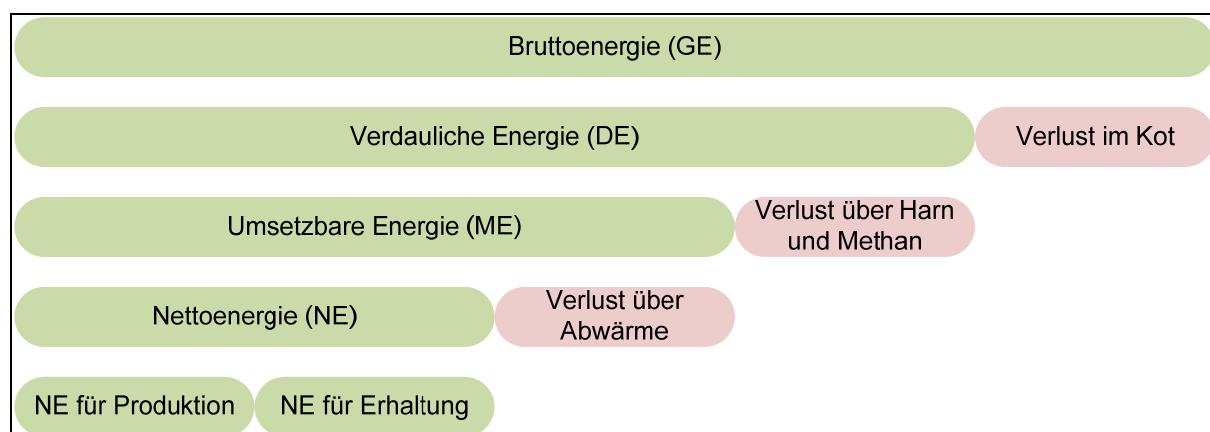


Abb. 4-1: Schema der Energierestufen zur Bewertung von Futtermitteln (nach [31])

Die Abkürzung GE für Bruttoenergie steht für „gross energy“. Zieht man von der Bruttoenergie des Futters die Energieverluste über Kot, Harn und Methan ab, erhält man die sogenannte umsetzbare Energie. Dieses ist die Höchstmenge an Energie, die von den Tieren im inneren Stoffwechsel zur Aufrechterhaltung ihrer Lebensfunktionen und für vom Menschen nutzbare Leistungen umgesetzt werden kann. Sie wird auch als „metabolizable energy“ (ME) bezeichnet. Dementsprechend wurden mit der Differenz zwischen Bruttoenergie und Umsetzbarer Energie die Ausscheidungen aus der Viehhaltung energetisch bewertet.

4.1 Pflanzenbau

Saatgut

Zur energetischen Bewertung des Saatgutes wurden Energieäquivalente für die Produktion aus der Literatur verwendet. In Tab. 4-2 ist die Bewertung des Saatguts anhand von Energieäquivalenten dargestellt. Insgesamt hat das verwendete Saatgut einen energetischen Wert von 38.118 GJ/a.

Tab. 4-2: Energieäquivalent Saatgut [30], [32], [33]

Fruchtart	Fläche [ha]	Saatmenge [t/a]	Energieäquivalent [MJ/kg]	Energieäquivalent [GJ/a]
Weizen	10.001	1.500	5,5	8.251
Roggen	2.165	325	5,5	1.786
Triticale	10.569	1.585	5,5	8.720
Gerste	14.416	2.162	5,5	11.893
Hafer	400	60	5,5	330
Getreide zur Ganzpflanzenernte	518	78	5,5	427
Körnermais / CCM	19.592	392	3,4	1.332
Silomais	23.693	474	3,4	1.611
Raps	706	2	7,7	18
Kartoffeln	232	278	1,3	361
Feldgras	3.485	139	12,2	1.701
Dauergrünland	17.293	138	12,2	1.688
Summe		7.134		38.118

Pflanzenschutz

Ähnlich wie beim Saatgut gibt es auch für Pflanzenschutzmittel in der Literatur Energieäquivalente für deren Produktion. Diese sind in Tab. 4-3 aufgelistet.

Tab. 4-3: Kalkulatorische Energieäquivalente für Pflanzenschutzmittel [30]

Pflanzenschutzmittel	Einheit	Wert
Herbizide	[MJ/kg]	288
Fungizide	[MJ/kg]	196
Insektizide	[MJ/kg]	237

Da der Aufwand an Pflanzenschutzmitteln jedoch nicht mengenmäßig erfasst wurde, können sie auch nicht energetisch bilanziert werden und bleiben daher unberücksichtigt.

Bewässerung

Zur energetischen Bewertung der Bewässerung wurde eine mobile Berechnungsmaschine mit einem spezifischen Energieaufwand von 1.000 kWh/ha·a [34] angenommen. Zusammen mit den 284 ha/a Bewässerungsfläche ergeben sich 284 MWh/a oder 1.022,4 GJ/a.

Dünger

Die Berechnung zur energetischen Bewertung der tierischen Ausscheidungen in Form von Gülle und Mist ist in Kapitel 4.2 ausführlich beschrieben. Insgesamt sind diese mit 5,2 Mio. GJ/a zu bewerten.

Für die energetische Bewertung des Mineraldüngers werden für die drei betrachteten Nährstoffe entsprechende Energieäquivalente aus der Literatur für Produktion und Transport verwendet. Als Mineraldüngeraufwand wurden die Mengen aus der Flächenbilanz in Tab. 3-42 übernommen. In Tab. 4-4 ist die Berechnung abgebildet. Es ergibt sich ein energetischer Wert von insgesamt ca. 200.000 GJ/a.

Tab. 4-4: Primärenergieeinsatz für die Mineraldüngerbereitstellung [30], [35]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)
Mineraldüngeraufwand	[t/a]	5.107	378	0
Energieäquivalente				
Produktion	[MJ/kg]	35,3	36,2	11,2
Transport	[MJ/kg]	1,9	1,7	0,3
Gesamt	[GJ/a]	189.980	14.326	0

Zur energetischen Bewertung der jährlichen Mengen an Klärschlamm und Kompost wurden aufgrund fehlender Werte zur Bruttoenergie die nährstoffspezifischen Mineraldüngeräquivalente mit den entsprechenden Energieäquivalenten verwendet. In Tab. 4-5 ist die energetische Bewertung von Klärschlamm und in Tab. 4-6 die von Kompost dargestellt. Danach hat der Klärschlamm einen energetischen Wert von 3.525 GJ/a und Kompost von 1.117 GJ/a.

Tab. 4-5: Energetische Bewertung Klärschlamm [30], [35]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Klärschlammmenge	[t/a]				26.354
Nährstoffmenge	[t/a]	87	40	6	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	60	100	100	
Energieäquivalente	[MJ/kg]	37,2	37,9	11,5	
Gesamt	[GJ/a]	1.947	1.506	72	3.525

Tab. 4-6: Energetische Bewertung Kompost [9], [30], [35]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Kompostmenge	[t/a]				9.000
Nährstoffmenge	[t/a]	36	13	44	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	10	100	100	
Energieäquivalente	[MJ/kg]	37,2	37,9	11,5	
Gesamt	[GJ/a]	134	476	507	1.117

Kraftstoffverbrauch

Der für den Pflanzenbau benötigte Kraftstoffbedarf in Form von Diesel wurde in Tab. 4-7 anhand von Erfahrungswerten der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen ermittelt.

Tab. 4-7: Dieselverbrauch im Pflanzenbau [6], [30]

Fruchtart	Boden-	Pflege	Pflege	Ernte,	Gesamt	
	bearbeitung	(Pflanzen-	(Dünger)	Aufbereitung	[l/ha·a]	[l/a]
	und Saat	schutz)		und Lagerung		
Getreide	40	15	15	30	100	2.610.631
Getreide GPS	40	10	15	35	100	36.000
CCM / Körnermais	40	5	15	30	90	1.763.267
Silomais	40	5	15	40	100	2.369.279
Sommerzwischenfrüchte für Biogas	32	12	12	24	80	75.680
Raps	40	15	15	30	100	70.557
Kartoffeln	50	20	15	50	135	31.277
Feldgras	40	0	15	45	100	348.495
Dauergrünland	10	0	15	45	70	1.210.511
Summe						8.515.695

Für die in dieser Studie betrachteten Fruchtarten werden danach insgesamt 8.515.695 l/a an Diesel benötigt. Bei einem Energiegehalt von 39,6 MJ/l entspricht dies 337.222 GJ/a. Im Vergleich mit dem im Projekt „Kreis Steinfurt Energieautark 2050“ ermittelten Wert von 9.369.090 l/a [36] als durchschnittlichem Kraftstoffverbrauch der Land- und Forstwirtschaftlichen Zugmaschinen im Kreis Steinfurt zeigt sich eine ähnliche Größenordnung. Der etwas höhere Wert berücksichtigt allerdings auch die Forstwirtschaftlichen Zugmaschinen, wodurch eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Aber die Größenordnung stimmt. Damit wird gerade einmal 2 % vom Gesamtverbrauch an Kraftstoffen im Kreis Steinfurt in der Land- und Forstwirtschaft verwendet [36].

Ernteprodukte

Da für die meisten Ernteprodukte keine direkten Bruttoenergiewerte verfügbar waren, wurden diese, wie am Anfang des Kapitels beschrieben, über die Anteile aus der jeweiligen Weender-Analyse berechnet. In Tab. 4-8 wurde damit die Bruttoenergie in den Haupternteprodukten und in Tab. 4-9 für die Nebenernteprodukte bestimmt.

Tab. 4-8: Bruttoenergie Haupternteprodukte [30], [37]

Flächennutzung	Fläche	Gesamtertrag	TM-Gehalt	Bruttoenergiegehalt	Bruttoenergie
	[ha]	[t/a]	[%]	[MJ/kg TM]	[GJ/a]
Ackerland	87.025				
Weizen	10.001	68.138	87	18,6	1.102.605
Roggen	2.165	13.444	87	18,2	213.073
Triticale	10.569	57.849	87	18,3	921.732
Gerste	14.416	76.067	87	18,6	1.227.787
Hafer	400	1.532	87	19,3	25.779
Getreide GPS	518	12.285	33	18,7	75.872
Körnermais / CCM	19.592	77.804	65	18,9	956.216
Silomais	23.693	1.068.545	33	18,3	6.452.942
Raps	706	2.432	91	28,3	62.628
Kartoffeln	232	8.364	22	17,2	31.651
Feldgras	3.485	150.840	20	18,4	555.092
Dauergrünland	17.293	679.327	20	18,4	2.499.924
Summe	103.068	2.216.628			14.125.301

TM: Trockenmasse

Tab. 4-9: Bruttoenergie Nebenernteprodukte [30], [37]

Flächennutzung	Fläche	Gesamtertrag	TM-Gehalt	Bruttoenergiegehalt	Bruttoenergie
	[ha]	[t/a]	[%]	[MJ/kg TM]	[GJ/a]
Ackerland	87.025				
Weizen	10.001	54.510	86	17,7	829.754
Roggen	2.165	12.100	86	17,7	184.185
Triticale	10.569	52.064	86	17,7	792.514
Gerste	14.416	53.247	86	17,7	810.529
Hafer	400	1.685	86	17,7	25.655
Körnermais / CCM	19.592	77.804	86	17,7	1.184.339
Raps	706	4.134	86	17,7	62.930
Kartoffeln	232	1.673	86	17,7	25.465
Summe	58.080	257.218			3.915.371

TM: Trockenmasse

Insgesamt haben die Haupternteprodukte einen jährlichen energetischen Wert von 14,1 Mio. GJ/a und die Nebenernteprodukte 3,9 Mio. GJ/a.

Bilanz

In Abb. 4-2 sind alle Energieströme für den Bereich Pflanzenbau abgebildet. Darin wird deutlich, wie die Pflanzen den größten Teil der in Biomasse umgewandelten Energie aus der Umgebung, vor allem durch Sonneneinstrahlung, beziehen.

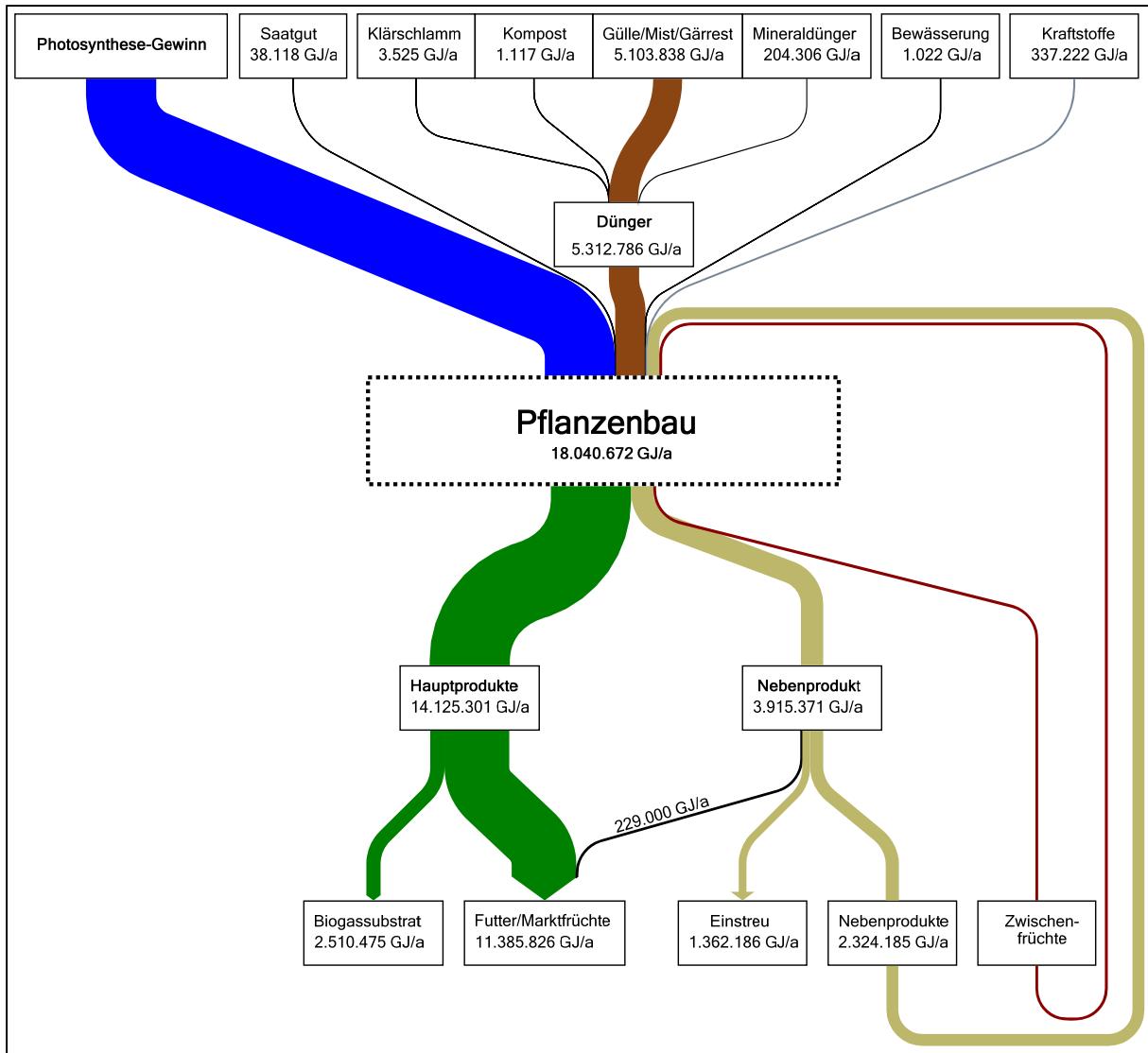


Abb. 4-2: Fließbild der Energieströme im Bereich Pflanzenbau

4.2 Viehhaltung

Jungtiere

Die energetischen Bewertung der Jungtiere in Tab. 4-10 stellte sich als Herausforderung dar, da die direkte Bestimmung der Bruttoenergie nicht möglich ist. Daher wurden an dieser Stelle zwei Annahmen getroffen. Alle Küken wurden mit dem Bruttoenergiegehalt von einem Ei und alle weiteren Jungtiere über den Energiegehalt ihres Schlachtgewichts bewertet. Somit wurden bilanziell gesehen etwa 75.000 GJ/a als Jungtiere importiert.

Tab. 4-10: Energetische Bewertung Jungtiere [1], [38], [39], [40]

Viehart	Jungtiere / a		MJ / Jungtier	Bilanz [GJ/a]
	Import	Export		
Kälber	44.184		222,39	-9.826
Summe Rinder				-9.826
Ferkel (8 kg)	586.645		52,88	-31.023
Ferkel (28 kg)		630.188	185,09	116.641
Summe Schweine				85.618
Legeküken	511.710		0,32	-164
Mastküken	2.417.602		0,32	-773
Junghennen		74.623	0,36	27
Puten	346.163		0,54	-186
Summe Geflügel				-1.096
Summe Import				116.668
Summe Export				-41.972
Summe				74.696

Futteraufwand

Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel beschrieben, wurde der Energiegehalt der Futtermittel über die jeweiligen Weender-Parameter berechnet. Neben der Bruttoenergie wurde zudem die Umsetzbare Energie berechnet, da die Differenz der beiden Werte den energetischen Wert der Ausscheidungen widerspiegelt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tab. 4-11 bis Tab. 4-15 aufgeführt. Der gesamte Futteraufwand entspricht somit einer Bruttoenergie von etwa 19,5 Mio. GJ/a bzw. 5,4 TWh.

Tab. 4-11: Energiegehalt Futteraufwand Rinder [20], [37], [41]

Viehart		Bruttoenergie (GE)	Umsetzbare Energie (ME)	Differenz (Ausscheidungen)
Kälber	[GJ/a]	101.967	73.395	28.571
Mastrinder	[GJ/a]	3.605.090	2.458.746	1.146.345
Jungrinder	[GJ/a]	850.646	511.812	338.834
Milchkühe	[GJ/a]	2.171.309	1.375.907	795.402
andere Kühe	[GJ/a]	285.158	161.184	123.974
Summe	[GJ/a]	7.014.171	4.581.044	2.433.127

Tab. 4-12: Energiegehalt Futteraufwand Schweine [20], [37], [41]

Viehart		Bruttoenergie (GE)	Umsetzbare Energie (ME)	Differenz (Ausscheidungen)
Ferkel	[GJ/a]	1.573.050	1.275.889	297.161
Sauen	[GJ/a]	1.667.279	1.270.622	396.657
Mastschweine	[GJ/a]	7.823.559	6.152.024	1.671.536
Summe	[GJ/a]	11.063.888	8.698.534	2.365.354

Tab. 4-13: Energiegehalt Futteraufwand Hühner [20], [37], [41]

Viehart		Bruttoenergie (GE)	Umsetzbare Energie (ME)	Differenz (Ausscheidungen)
	[GJ/a]			
Junghennen		56.900	39.313	17.587
Legehennen		301.105	221.458	79.647
Masthühner		181.755	133.524	48.231
Summe	[GJ/a]	539.760	394.295	145.466

Tab. 4-14: Energiegehalt Futteraufwand Puten [20], [37], [41]

Viehart		Bruttoenergie (GE)	Umsetzbare Energie (ME)	Differenz (Ausscheidungen)
	[GJ/a]			
Puten		252.152	183.250	68.902

Tab. 4-15: Energiegehalt Futteraufwand Pferde [20], [37], [41]

Viehart		Bruttoenergie (GE)	Umsetzbare Energie (ME)	Differenz (Ausscheidungen)
	[GJ/a]			
Pferd		470.803	281.443	189.360

Energieverbrauch

In Tab. 4-16 ist der durchschnittliche Energieeinsatz in der Viehhaltung in Form von Strom und Heizenergie berechnet. Darin sind der Betrieb des Stalls sowie die Versorgung der Tiere berücksichtigt. Insgesamt werden zur Versorgung der Tiere etwa 66.000 MWh_{el}/a bzw. 240.000 GJ_{el}/a an elektrischer sowie 145.000 MWh_{th}/a bzw. 522.000 GJ_{th}/a an thermischer Energie gebraucht.

Tab. 4-16: Durchschnittlicher Energieeinsatz in landwirtschaftlichen Betrieben [42], [43]

Betriebszweig	Tierplätze	Stromverbrauch [kWh _{el} /TP·a]	Heizenergieverbrauch [kWh _{th} /TP·a]	Stromverbrauch [MWh _{el} /a]	Heizenergieverbrauch [MWh _{th} /a]
Milchviehhaltung	19.254	400	7.701		
Kälberhaltung	59.449	100	5.945	400	23.780
Sauenhaltung (inkl. Ferkel bis 28 kg)	85.969	270	23.212	950	81.671
Mastschweinehaltung	748.360	35	26.193	50	37.418
Legehennenhaltung	708.136	4,1	2.903	1,1	779
Hähnchenmast	361.818	0,3	109	1,1	398
Putenmast	159.522	1,0	156	6,0	952
Summe			66.218		144.997

TP: Tierplatz

Produzierte tierische Produkte

Der Energiegehalt der tierischen Produkte in Tab. 4-17 wurde über die physikalischen Brennwerte der jeweiligen Gehalte an Eiweiß, Kohlenhydrate und Fett berechnet. Daraus ergibt sich eine gesamte Bruttoenergie von etwa 2,5 Mio. GJ/a für diese Produkte.

Tab. 4-17: Energiegehalt der produzierten tierischen Produkte [38], [39], [40]

Produkt	Produktionsleistung	Bruttoenergie	
	[t/a]	[kJ/g]	[GJ/a]
Milch	171.106	3,1	534.878
Eier	8.497	7,5	63.326
Fleisch	222.993		1.913.473
- Rindfleisch	19.638	7,9	155.693
- Schweinefleisch	198.966	8,4	1.664.849
- Suppenhühner	568	12,2	6.916
- Hähnchenfleisch	3.821	8,5	32.439
- Putenfleisch	5.019	10,7	53.577
Summe			2.511.677

Tierverluste

Zur energetischen Bewertung der Tierverluste in Tab. 4-18 wurden zum einen der energetische Wert des jeweiligen Jungtieres und zum anderen der Futteranteil berücksichtigt. So konnte ein äquivalenter Verlust an Bruttoenergie in Höhe von etwa 265.000 GJ/a ermittelt werden.

Tab. 4-18: Energetische Bewertung Tierverluste

Viechart	Tierverluste [%]	Anteil Futter [GJ/a]	Wert Tierverlust		Gesamt [GJ/a]
			Anteil Jungtier [GJ/a]		
Rinder					
- Milchkühe	1,0	12.044	31		12.075
- Kälber	5,0	36.127	719		36.846
- Rinder	2,0	33.132	577		33.709
Schweine					
- Ferkel	2,0	15.731	2.848		18.579
- Sauen	2,0	16.673	156		16.829
- Mastschweine	3,0	117.353	11.220		128.573
Hühner					
- Junghennen	2,5	711	6		718
- Legehennen	8,0	12.044	415		12.459
- Masthühner	5,9	5.362	70		5.432
Puten	7,0	8.825	13		8.838
Summe		249.177	16.042		265.219

Nährstoffausscheidungen

Für die energetische Bewertung der Nährstoffausscheidungen wurden zwei Wege beschritten. Wie bereits bei der energetischen Bewertung des Futteraufwandes beschrieben, kann der energetische Gehalt der tierischen Ausscheidungen über die Differenz der Bruttoenergie und der Umsetzbaren Energie berechnet werden. Nach dieser Methode haben die Nährstoffausscheidungen einen energetischen Wert von ca. 5,2 Mio. GJ/a.

Eine weitere Möglichkeit stellt die in Tab. 4-19 aufgeführte energetische Bewertung der Nährstoffausscheidungen über Mineraldüngeräquivalente dar. Damit haben die tierischen Ausscheidungen einen energetischen Wert von etwa 755.000 GJ/a. Im Vergleich zur Bewertung über den Futteraufwand sind dies gerade mal 15 %. Für die Bilanzierung wurde der Wert aus der Berechnung über den Futteraufwand verwendet.

Tab. 4-19: Energetische Bewertung der Nährstoffausscheidungen über Mineraldüngeräquivalente [11], [30]

Viehart		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Rinder					
Nährstoffmenge	[t/a]	7.401	1.263	6.861	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	70	100	100	
Energetischer Wert	[GJ/a]	192.728	47.881	78.903	319.512
Schweine					
Nährstoffmenge	[t/a]	10.812	2.118	4.591	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	60	100	100	
Energetischer Wert	[GJ/a]	241.319	80.272	52.795	374.385
Hühner					
Nährstoffmenge	[t/a]	512	101	217	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	50	100	100	
Energetischer Wert	[GJ/a]	9.523	3.821	2.494	15.838
Puten					
Nährstoffmenge	[t/a]	250	41	111	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	50	100	100	
Energetischer Wert	[GJ/a]	4.645	1.561	1.276	7.483
Pferde					
Nährstoffmenge	[t/a]	441	84	458	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	50	100	100	
Energetischer Wert	[GJ/a]	8.206	3.182	5.263	16.651
Energieäquivalent	[MJ/kg]	37,2	37,9	11,5	
Gesamt	[GJ/a]	456.422	136.718	140.730	733.869

Bilanz

In Abb. 4-3 sind alle in diesem Kapitel betrachteten Energieströme dargestellt. Gut zu erkennen ist dabei, dass der Futteraufwand der mit Abstand größte Energiestrom ist. Als größten Ausgangstrom stellen, neben den tierischen Ausscheidungen, die Sonstigen Verluste dar. Diese umfassen vor allem diffuse Verluste über Abwärme, Verdunstung, Kohlenstoffdioxid über die Atmung und weitere Ausgasungen sowie Schlachtverluste.

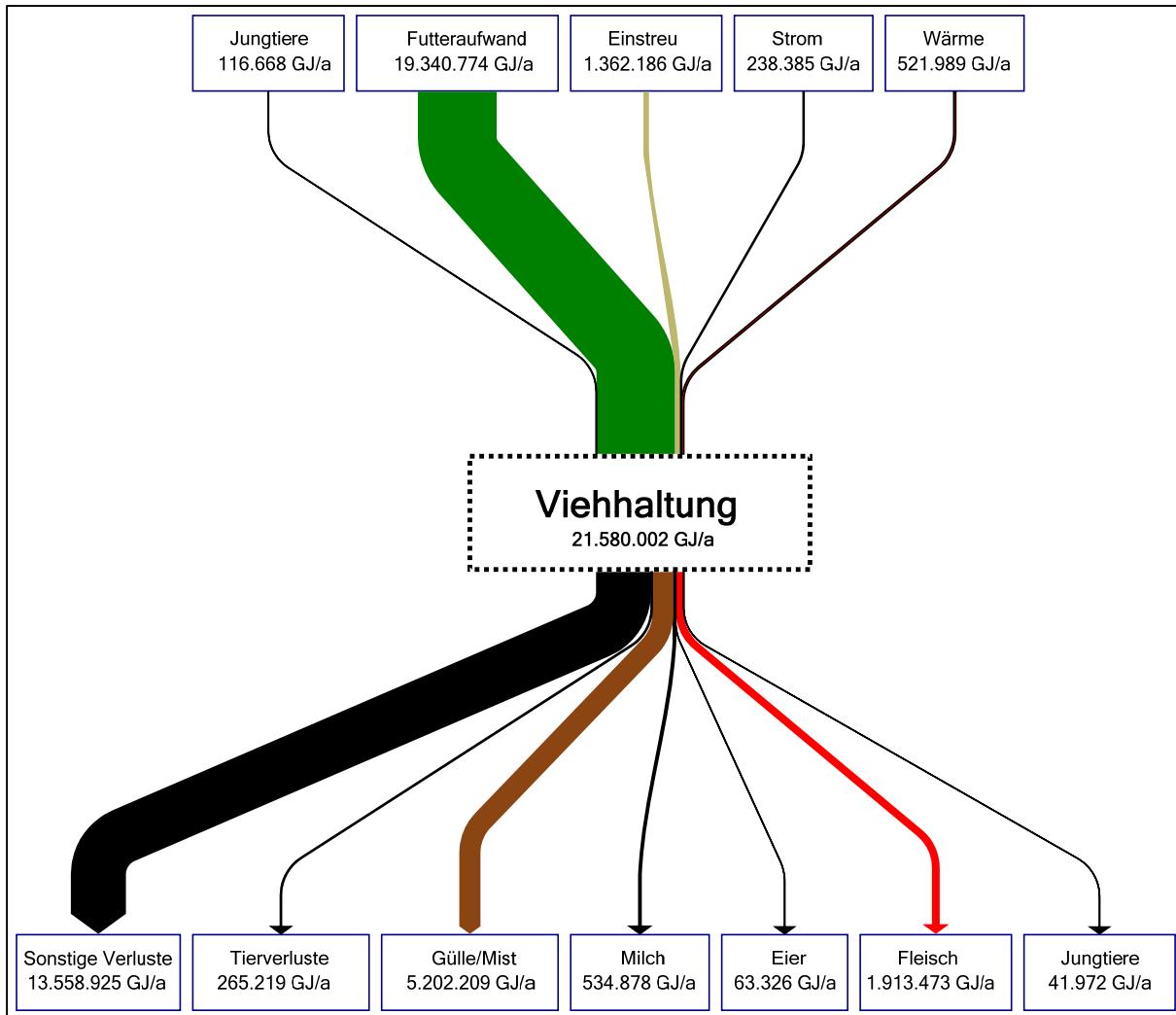


Abb. 4-3: Fließbild der Energieströme im Bereich Viehhaltung

4.3 Biogas

In Tab. 4-20 sind alle Annahmen an wichtigen Kenndaten zur energetischen Bewertung der Biogasanlagen im Kreis Steinfurt aufgeführt. Für die Biogasverwertung wurden Gas-BHKW angenommen. Bei 8.000 h/a Betriebsstunden und einem elektrischen Wirkungsgrad von 40 % werden etwa 184 GWh_{el} produziert und in das Stromnetz eingespeist. Der Eigenverbrauch an Strom ist mit 7 % angesetzt.

Gleichzeitig werden bei einem thermischen Wirkungsgrad von 45 % ca. 207 GWh_{th} an Heizwärme erzeugt. Die thermische Gesamtleistung liegt somit leicht über der elektrischen, allerdings ist nicht bekannt, welcher Anteil dieser verfügbaren Wärmemengen tatsächlich genutzt wird. Im Rahmen dieser Studie wird daher davon ausgegangen, dass 33 % der thermischen Leistung für den Eigenverbrauch, das heißt zur Beheizung der Fermenter, verwendet wird und 44 % für externe Heizzwecke genutzt werden.

Tab. 4-20: Kenndaten der Biogasanlagen [1], [5], [25]

Parameter	Einheit	Wert
Anzahl		44
Installierte Leistung	[kW _{el}]	23.011
Betriebsstunden	[h/a]	8.000
Elektrischer Wirkungsgrad	[%]	40
Thermischer Wirkungsgrad	[%]	45
Stromkennzahl		0,89
Produzierter Strom	[kWh _{el} /a]	184.088.000
Produzierte Wärme	[kWh _{th} /a]	207.099.000
Eigenverbrauch Wärme	[%]	33
	[kWh _{th} /a]	68.342.670
Nutzbare Wärme	[kWh _{th} /a]	138.756.330
Genutzte Wärme	[%]	44
	[kWh _{th} /a]	92.044.000
Eigenverbrauch Strom	[%]	7
	[kWh _{el} /a]	12.886.160

Substrate

Für die energetische Bewertung der Substrate in Tab. 4-21 wurden die bereits in den vorangegangenen Kapiteln bestimmten Bruttoenergiegehalte für die jeweiligen Substrate übernommen. Damit beträgt der energetische Wert der Substrate etwa 2,8 Mio. GJ/a.

Tab. 4-21: Bruttoenergie Substrate [11], [30], [37]

Substrat	Mengen [t FM/a]	Bruttoenergie- gehalt [MJ/kg FM]	Bruttoenergie [GJ/a]
Rindergülle	63.844	2,2	142.612
Schweinegülle	159.610	0,8	120.866
Maissilage	383.064	6,0	2.313.326
Getreide-GPS	31.922	6,2	197.149
Summe	638.441		2.773.953

FM: Frischmasse

Produkte

Die energetische Bewertung der Gärreste in Tab. 4-22 wurde, wie bei den organischen Düngern im Kapitel Pflanzenbau auch, über Mineraldüngeräquivalente durchgeführt. Als Ergebnis ergeben sich dadurch etwa 165.000 GJ/a.

Tab. 4-22: Energetische Bewertung der Gärreste über Mineraldüngeräquivalente [5], [30]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Gärrestmenge	[t/a]				533.162
Nährstoffgehalte	[kg/t]	5,8	1,9	5,5	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	80	100	100	
Energieäquivalente	[MJ/kg]	37,2	37,9	11,5	
Energetischer Wert	[GJ/a]	92.340	38.957	33.810	165.107

In Tab. 4-23 ist der Energiegehalt des produzierten Biogases berechnet. Die Methangehalte wurden aus Tab. 3-33 entnommen und der Brennwert beträgt 10 kWh/m³_N Methan. Das gesamte jährlich produzierte Biogas hat somit einen Brennwert von etwa 1,7 Mio. GJ/a bzw. 460 GWh/a.

Tab. 4-23: Energiegehalt Biogas [5]

Substrat	Mengen [t FM/a]	Biogasertrag		
		[m ³ _N /a]	[MWh/a]	[GJ/a]
Rindergülle	63.844	1.915.322	10.534	37.923
Schweinegülle	159.610	3.192.204	19.153	68.952
Maissilage	383.064	76.612.888	398.387	1.434.193
Getreide-GPS	31.922	6.065.187	32.145	115.724
Summe	638.441	87.785.600	460.220	1.656.792

FM: Frischmasse

Bilanz

In Abb. 4-4 sind alle den Prozess Biogas betreffenden Energieströme dargestellt. Der darin als ungenutzte Wärme bezeichnete Energiestrom steht als Heizwärmepotenzial zur Verfügung. Durch die Bestimmung des energetischen Wertes der Gärreste über die Mineraldüngeräquivalente ist dieser Wert wahrscheinlich kleiner als bei einer Ermittlung der Bruttoenergiegehalte. Dementsprechend würden sich die Abbauverluste als resultierender Energiestrom verringern.

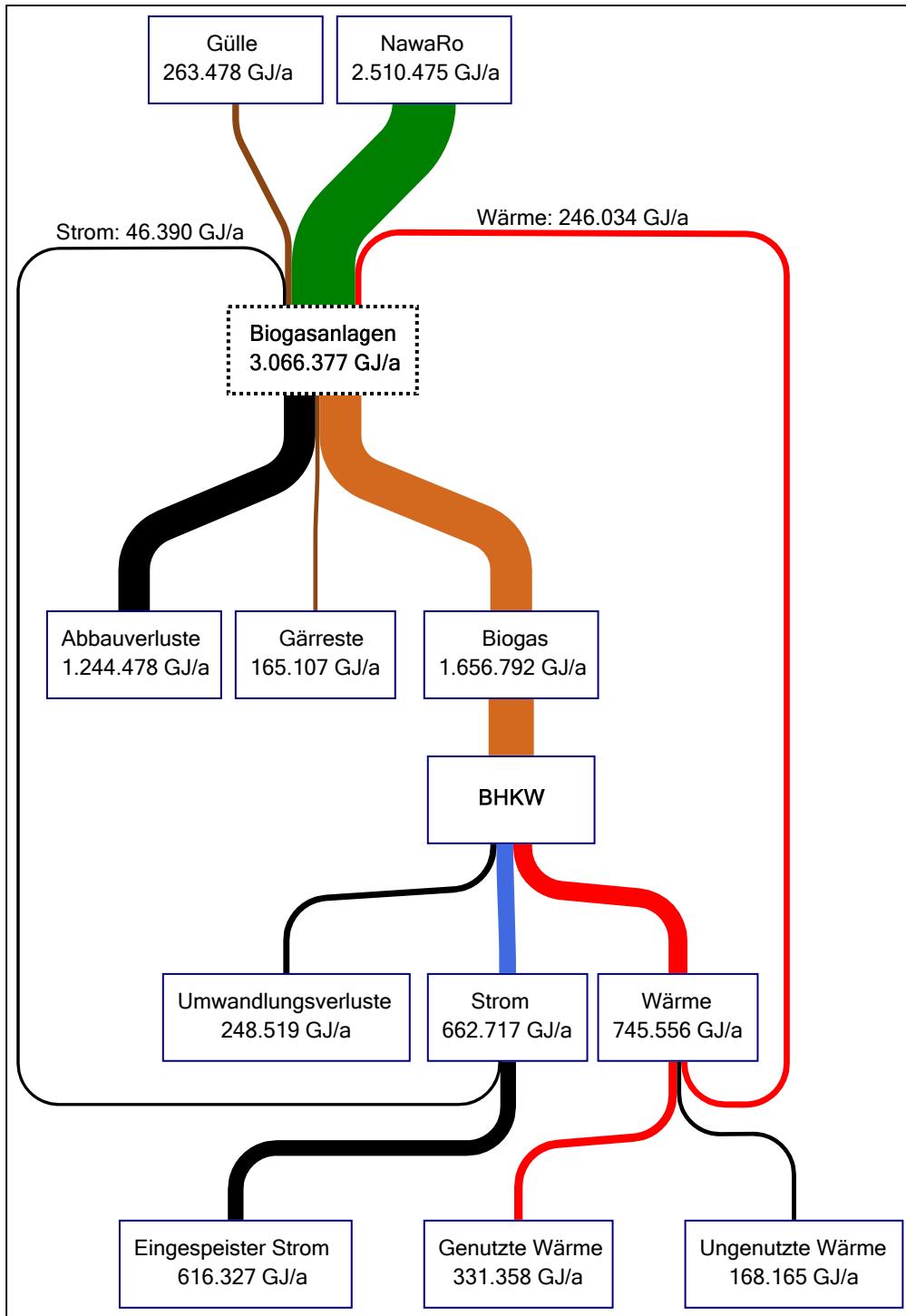


Abb. 4-4: Fließbild der Energieströme im Bereich Biogas

4.4 Bilanzierung der Energieströme

Als Schnittstelle bei der Bilanzierung der Energieströme wurden Bedarf und Erzeugung von Strom und Wärme identifiziert. Dazu werden in Tab. 4-24 der Bedarf an Strom und Wärme in der Viehhaltung mit der Erzeugung durch die Biogasanlagen im Kreis Steinfurt verglichen.

Demnach könnte der Heizwärmebedarf fast gedeckt werden und beim Strom besteht nach Abzug des Bedarfs sogar ein Überschuss.

Tab. 4-24: Vergleich von Bedarf und Produktion an Strom und Wärme

		Verbrauch (Viehhaltung)	Produktion (Biogas)	Selbstver- sorgungsgrad
Strom	[MWh _{el} /a]	66.218	171.202	259%
Wärme	[MWh _{th} /a]	144.997	138.756	96%

Bilanz

In Abb. 4-5 sind alle landwirtschaftlichen Energieströme im Kreis Steinfurt bilanziert und als Fließschema visualisiert. Energie wird in erster Linie in Form von Futtermitteln importiert. Dies ist auch die Hauptursache für das Importdefizit bei der Betrachtung der Energieströme.

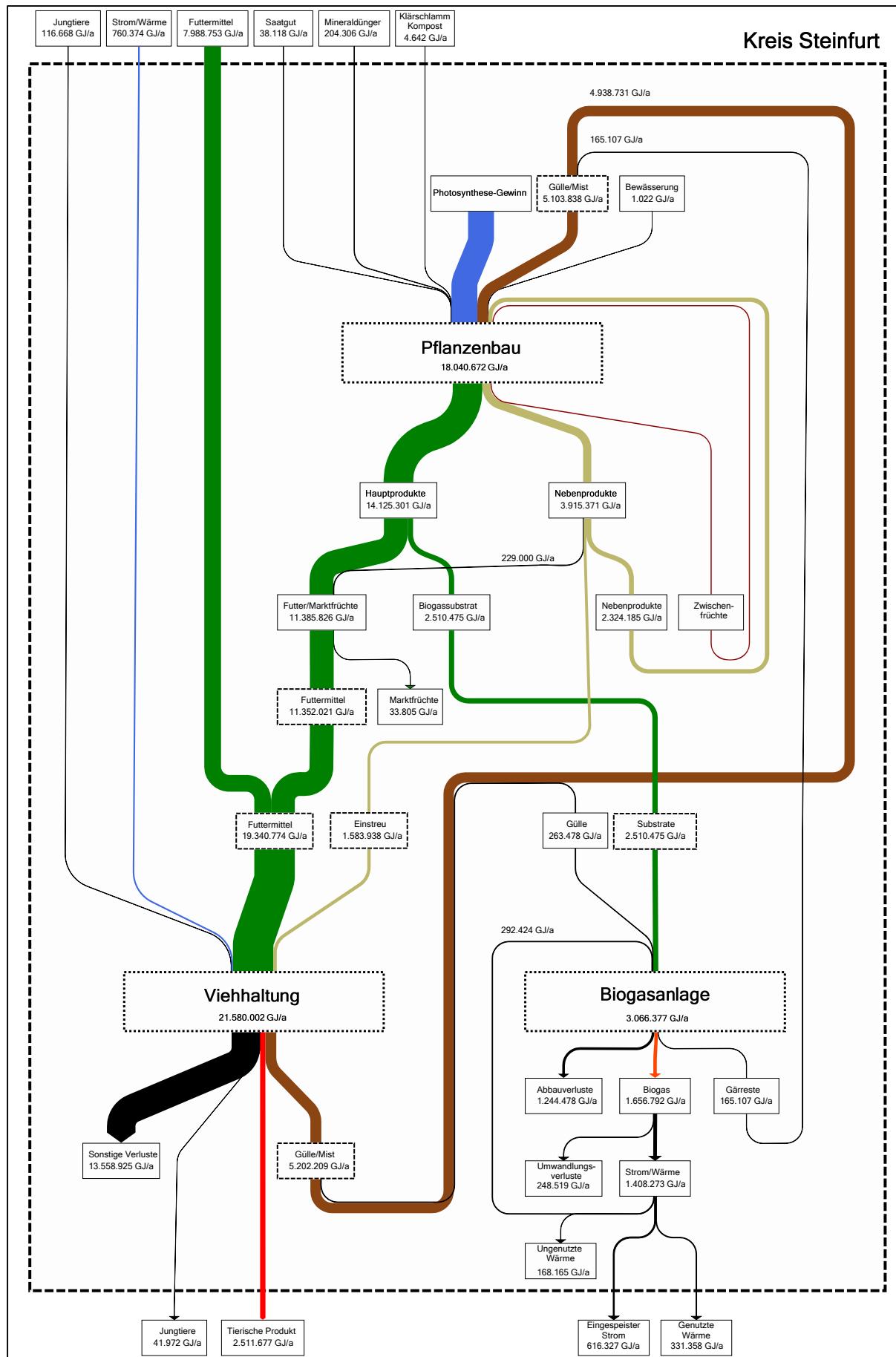


Abb. 4-5: Fließbild der gesamten Energieströme

5 ERMITTLEMENT UND BILANZIERUNG DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN FINANZSTRÖME

Anhand der zuvor ermittelten Massen- und Energieströme werden in diesem Kapitel die entsprechenden monetären Werte ermittelt. Ergänzt werden diese durch die Stoffströme, die nur finanziell betrachtet werden.

Alle Preise und Kosten verstehen sich ohne Mehrwertsteuer. Zudem wurden keine Ausgleichszahlungen oder Prämien berücksichtigt. Die Anschaffungspreise für Arbeitsmittel basieren auf Listenpreisen und werden auf einen Restwert von 0 € abgeschrieben. Als Auslastung für alle Maschinen und Anlagen wurden 100 % angenommen [1]. Zu berücksichtigen ist die besondere Marktsituation im Erntejahr 2012. Vergleichsweise hohe Preise können die Aussagekraft verzerren und sind somit bei späteren Betrachtungen zu berücksichtigen.

Ein Finanzstrom, der bisher noch nicht als Massen- oder Energiestrom betrachtet wurde, sind die Arbeitskosten. Im Kreis Steinfurt arbeiteten 2009 7.607 Arbeitskräfte in der Landwirtschaft [4]. Durch die Aufteilung in ständige, Saison- und Familienarbeitskräfte ergeben sich 4.066 Arbeitskraft-Einheiten (AK-E). Eine Arbeitskraft-Einheit entspricht einem Vollzeitbeschäftigte und somit 1.840 Arbeitskraftstunden (AKh). Bei einem Arbeitslohn von 15 €/AKh ergeben sich jährliche Lohnkosten von 112.221.600 €/a. In Abb. 5-1 sind die Anzahl an Arbeitskräften und deren Arbeitsleistung in den landwirtschaftlichen Betrieben dargestellt.

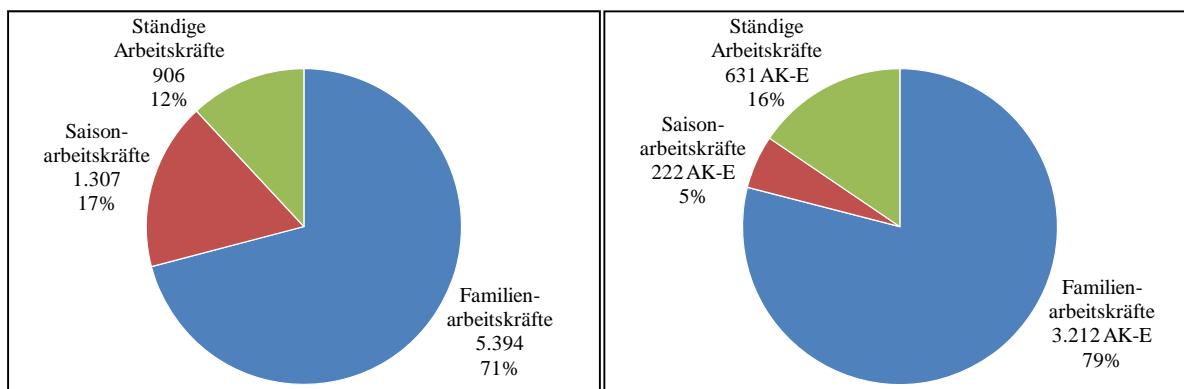


Abb. 5-1: Arbeitskräfte (links) und deren Arbeitsleistung (AK-E) (rechts) in landwirtschaftlichen Betrieben [4]

Mit sowohl 71 % bei der Anzahl der Arbeitskräfte als auch mit 79 % der Arbeitsleistung haben die Familienarbeitskräfte den größten Anteil. Daraus wird deutlich, dass es sich bei den landwirtschaftlichen Betrieben im Kreis Steinfurt vor allem um Familienbetriebe handelt.

In der Landwirtschaftszählung 2010 vom Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen [4] wurde unter anderem auch eine Gewinnermittlung für steuerliche Zwecke

durchgeführt. Danach lag der Standardoutput pro Betrieb im Jahr 2009 bei 168.786 €a vor Steuern. Bei dieser Erhebung wurden 2.663 Betriebe erfasst, wodurch sich für den Kreis Steinfurt ein Standardoutput von 449.477.118 €a ergibt.

5.1 Pflanzenbau

Saatgut

Für die Berechnung der Saatgutkosten wurden die Kosten für das jeweilige Saatgut durch eine Genossenschaft aus Steinfurt bereitgestellt. In Tab. 5-1 ist die Ermittlung dieser Kosten dargestellt. Das gesamte Saatgut hat einen finanziellen Wert von etwa 13 Mio. €a.

Tab. 5-1: Kosten für Saatgut [44]

Fruchtart	Fläche [ha]	Saatgutkosten	
		[€/ha·a]	[€a]
Weizen	10.001	110	1.100.071
Roggen	2.165	120	259.794
Triticale	10.569	90	951.225
Gerste	14.416	85	1.225.345
Hafer	400	90	36.005
Getreide zur Ganzpflanzenernte	518	120	62.137
Körnermais / CCM	19.592	180	3.526.533
Silomais	23.693	180	4.264.702
Raps	706	90	63.501
Kartoffeln	232	1.025	237.472
Feldgras	3.485	150	522.743
Dauergrünland	17.293	45	778.185
Summe			13.027.714

Pflanzenschutz

Die Pflanzenschutzkosten werden für die Gruppen Herbizide, Fungizide und Insektizide ausgewiesen. Wachstumsregler werden dabei zu den Herbiziden gezählt. In Tab. 5-2 sind die entsprechenden Kosten dargestellt. Insgesamt werden etwa 7,6 Mio. €a für den Pflanzenschutzmittel ausgegeben.

Tab. 5-2: Pflanzenschutzkosten [1]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Herbizide [€/ha]	Fungizide [€/ha]	Insektizide [€/ha]	Gesamt [€a]
Ackerland	87.025				
Weizen	10.001	46	62	13	1.210.079
Roggen	2.165	46	62	13	261.959
Triticale	10.569	46	62	13	1.278.869
Gerste	14.416	46	62	13	1.744.314
Hafer	400	46	62	13	48.406
Getreide GPS	518	44	41		44.014
Körnermais	7.450	67			499.160
CCM	12.142	67			813.494
Silomais / Grünmais	23.693	67			1.587.417
Raps	706	64	20	16	70.557
Kartoffeln	232	124	150	9	65.565
Feldgras	3.485				0
Dauergrünland	17.293				0
Summe	103.068				7.623.834

Bewässerung

Für die Ermittlung der Kosten der Bewässerung wurde aus der Literatur ein Wert von 335 €/ha [34] angenommen. Zusammen mit den 284 ha bewässerter Fläche ergeben sich Bewässerungskosten von 95.140 €/a.

Dünger

Zur Ermittlung des finanziellen Wertes der verschiedenen Dünger wurde für alle die monetären Werte der einzelnen Nährstoffe anhand der Preise für die jeweiligen Mineraldünger sowie ihrem Mineraldüngeräquivalent berechnet. Daraus ergibt sich für die tierischen Ausscheidungen ein finanzieller Wert von ca. 21,4 Mio. €/a. Die detaillierte Berechnung ist in Kapitel 5.2 beschrieben. Für den Aufwand an Mineraldünger lassen sich etwa 5,2 Mio. €/a veranschlagen. Die Berechnung dafür ist in Tab. 5-3 dargestellt.

Tab. 5-3: Kosten für Mineraldünger Kreis Steinfurt [10]

	Aufwand	Kosten	
	[t/a]	[€/t]	[€a]
Stickstoff (N)	5.107	990	5.055.930
Phosphor (P)	378	428	161.694
Kalium (K)	0	581	0
Summe	5.485		5.217.624

In Tab. 5-4 ist der finanzielle Wert des in der Landwirtschaft des Kreises Steinfurt verwendeten Klärschlamms und in Tab. 5-5 der des Kompostes dargestellt. Für den Klärschlamm ergibt sich dadurch ein Wert von 72.435 €/a und für den Kompost 34.547 €/a.

Tab. 5-4: Finanzieller Wert Klärschlamm [10]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Klärschlammmenge	[t/a]				26.354
Nährstoffmenge	[t/a]	87	40	6	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	60	100	100	
Finanzieller Wert	[€t]	990,0	428,0	581,0	
Gesamt	[€a]	51.806	17.013	3.616	72.434

Tab. 5-5: Finanzieller Wert Kompost [10]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Kompostmenge	[t/a]				9.000
Nährstoffmenge	[t/a]	36	13	44	
Mineraldüngeräquivalent	[%]	10	100	100	
Finanzieller Wert	[€t]	990,0	428,0	581,0	
Gesamt	[€a]	3.564	5.380	25.603	34.547

Kraftstoffverbrauch

Für die Berechnung der Kraftstoffkosten wird neben dem Dieselpreis die Agrardieselrückerstattung in Höhe von 214,80 €/1.000 l Diesel nach §57 EnergieStG [45] berücksichtigt. Danach beträgt der Entlastungssatz für Gasöl für land- und forstwirtschaftliche Betriebe für das Entlastungsjahr 2011 214,80 €/1.000 Liter. Bei einem durchschnittlichen Dieselpreis zwischen 1,40 €/l und 1,45 €/l im Sommer 2012 [46] wurde für die Bestimmung der Kraftstoffkosten mit einem Wert von 1,00 €/l ohne Mehrwertsteuer kalkuliert. In Tab. 5-6 ist die Berechnung der Dieselkraftstoffkosten dargestellt. Danach fallen Kosten in Höhe von 9,6 Mio. €/a an.

Tab. 5-6: Kosten für Dieselkraftstoff [46]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Betrag [l/ha·a]	Gesamt [€a]
Ackerland	87.025		
Weizen	10.001	100	1.000.065
Roggen	2.165	100	216.495
Triticale	10.569	100	1.056.916
Gerste	14.416	100	1.441.582
Hafer	400	100	40.005
Getreide GPS	518	100	51.781
Körnermais	7.450	90	670.514
CCM	12.142	90	1.092.753
Silomaïs / Grünmais	23.693	100	2.369.279
Raps	706	100	70.557
Kartoffeln	232	135	31.277
Feldgras	3.485	100	348.495
Dauergrünland	17.293	70	1.210.511
Summe	103.068		9.600.230

Ernteprodukte

Die Berechnung des finanziellen Wertes der Ernteprodukte in Tab. 5-7 wurde mit Erzeugerpreisen zur Erntezeit 2012 durchgeführt. Der finanzielle Gegenwert der geernteten Hauptprodukte beträgt danach etwa 151 Mio. €/a.

Tab. 5-7: Finanzieller Wert der Ernteprodukte [47]

Flächennutzung	Gesamtertrag [t/a]	Erlöse [€t]	Erlöse [€a]
Ackerland			
Weizen	68.138	230	15.671.684
Roggen	13.444	195	2.621.651
Triticale	57.849	223	12.900.228
Gerste	76.067	220	16.734.843
Hafer	1.532	196	300.310
Getreide GPS	12.285	55	675.681
Körnermais / CCM	77.804	237	18.439.643
Silomais	1.068.545	42	44.878.883
Raps	2.432	477	1.159.999
Kartoffeln	8.364	135	1.129.197
Feldgras (20 % TM)	150.840	44	6.636.971
Dauergrünland (20 % TM)	679.327	44	29.890.391
Summe	2.216.628		151.039.481

Daneben wurden Nebenprodukte in Form von Getreidestroh als Einstreu und Futter in der Viehhaltung eingesetzt. Bei einem Strohpreis von 75 €/t [47] inklusive Bergung ergeben sich daraus für die 89.488 t/a Einstreu 6.711.600 €/a und für die 15.044 t/a Futteranteil 1.128.300 €/a. Der Gesamtwert der Ernteprodukte beträgt somit ca. 159 Mio. €/a.

Pacht

Der Anteil der gepachteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ist von erheblicher Bedeutung. Daher werden auch die Flächenkosten, die aus der Pacht resultieren, berücksichtigt. Bei 46.717 ha/a gepachteter Landfläche und einem durchschnittlichen Pacht-preis von 387 €/ha·a im Jahr 2009 [4] ergeben sich daraus Kosten in Höhe von 18.079.479 €/ha·a.

Weitere Kostenpositionen

Die weiteren Kostenpositionen für den Bereich Pflanzenbau umfassen Maschinenkosten, Arbeitskosten und Hagelversicherung. Gebäudekosten zur Unterstellung der Maschinen wurden nicht betrachtet und bleiben unberücksichtigt. Zur Ermittlung der Maschinenkosten wurden die Annahmen getroffen, dass die Zugmaschinen mit einer durchschnittlichen Leistung

von 102 kW motorisiert sind, die durchschnittliche Schlaggröße 2 ha beträgt und eine durchschnittliche Anfahrtsstrecke von 2 km zu jeder Fläche zurück gelegt wird. Die Kraftstoffkosten sind bei den variablen Maschinenkosten nicht enthalten. In Tab. 5-8 sind die Maschinenkosten dargestellt. Es ergeben sich Maschinenkosten in Höhe von 54 Mio. €a.

Tab. 5-8: Maschinenkosten [1]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Variable MK [€/ha]	Fixe MK [€/ha]	Gesamt [€a]
Ackerland	87.025			
Weizen	10.001	118	284	4.020.261
Roggen	2.165	118	284	870.312
Triticale	10.569	118	284	4.248.804
Gerste	14.416	118	284	5.795.159
Hafer	400	118	284	160.820
Getreide GPS	518	143	323	241.301
Körnermais	7.450	466	387	6.354.978
CCM	12.142	206	283	5.937.291
Silomais / Grünmais	23.693	195	448	15.234.464
Raps	706	124	232	251.183
Kartoffeln	232	330	1.156	344.161
Feldgras	3.485	267	515	2.725.231
Dauergrünland	17.293	152	309	7.972.078
Summe	103.068			54.156.041

MK: Maschinenkosten

Bei der Berechnung der Arbeitskosten in Tab. 5-9 wurde ein Arbeitslohn von 15 €AKh angesetzt. Insgesamt können somit etwa 16,8 Mio. €a an Arbeitskosten angesetzt werden.

Tab. 5-9: Arbeitskosten [1]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Arbeitszeit- bedarf [h/ha]	Lohnkosten [€/ha]	Gesamt [€a]
Ackerland	87.025			
Weizen	10.001	9,1	137	1.365.089
Roggen	2.165	9,1	137	295.516
Triticale	10.569	9,1	137	1.442.691
Gerste	14.416	9,1	137	1.967.759
Hafer	400	9,1	137	54.607
Getreide GPS	518	11,3	170	87.769
Körnermais	7.450	8,4	126	938.719
CCM	12.142	7,4	111	1.347.729
Silomais / Grünmais	23.693	13,9	209	4.939.947
Raps	706	7,7	116	81.493
Kartoffeln	232	29,6	444	102.866
Feldgras	3.485	19,0	285	993.211
Dauergrünland	17.293	12,4	186	3.216.500
Summe	103.068			16.833.895

Die Beiträge für die Hagelversicherung wurden der KTBL-Datensammlung [1] entnommen. Darin wurde die Annahme getroffen, dass „die für die Hagelversicherung unterstellte Versicherungsprämie ein mittlerer Wert der für einzelne Versicherungsregionen geltenden Prämiensätze“ ist. Als Versicherungssumme wird der entgangene Umsatz bei Totalausfall unterstellt. In Tab. 5-10 ist die Berechnung der Beiträge für die Hagelversicherung dargestellt. Dabei wurde unterstellt, dass für alle Flächen eine Hagelversicherung besteht. Es wurden somit jährliche Beiträge von ca. 741.000 €/a für die Hagelversicherung fällig.

Tab. 5-10: Beiträge für Hagelversicherung [1]

Flächennutzung	Fläche [ha]	Betrag [€/ha]	Gesamt [€/a]
Ackerland	87.025		
Weizen	10.001	8,13	81.305
Roggen	2.165	8,13	17.601
Triticale	10.569	8,13	85.927
Gerste	14.416	8,13	117.201
Hafer	400	8,13	3.252
Getreide GPS	518	8,13	4.210
Körnermais	7.450	10,25	76.364
CCM	12.142	9,24	112.189
Silomais / Grünmais	23.693	9,24	218.921
Raps	706	20,54	14.492
Kartoffeln	232	40,40	9.360
Feldgras	3.485		0
Dauergrünland	17.293		0
Summe	103.068		740.823

Bilanz

In der Abb. 5-2 sind alle Finanzströme für den Bereich Pflanzenbau abgebildet. Nach Bilanzierung der Finanzströme ergibt sich bei einer Bilanzsumme von etwa 159 Mio. €/a eine Differenz von 29,7 Mio. €/a, die nach dieser Darstellung als Gewinn einzustufen wäre. Diese Zahlen sind jedoch mit Bedacht zu verwenden, da sie nur den finanziellen Gegenwert eines Massenstroms darstellen. Es handelt sich um keine betriebswirtschaftliche Auswertung. So fehlen beispielsweise Kosten zur Finanzierung sowie Prämien oder Gebäudekosten. Auch ist der Wert für die tierischen Ausscheidungen in der Praxis eher mit 0 €/a anzurechnen. Allerdings lassen sich durch diese Art der Darstellung sehr schnell die entscheidenden Finanzströme erkennen. In diesem Fall sind dies auf der Kostenseite die Maschinenkosten und auf der Erlösseite die Hauptprodukte.

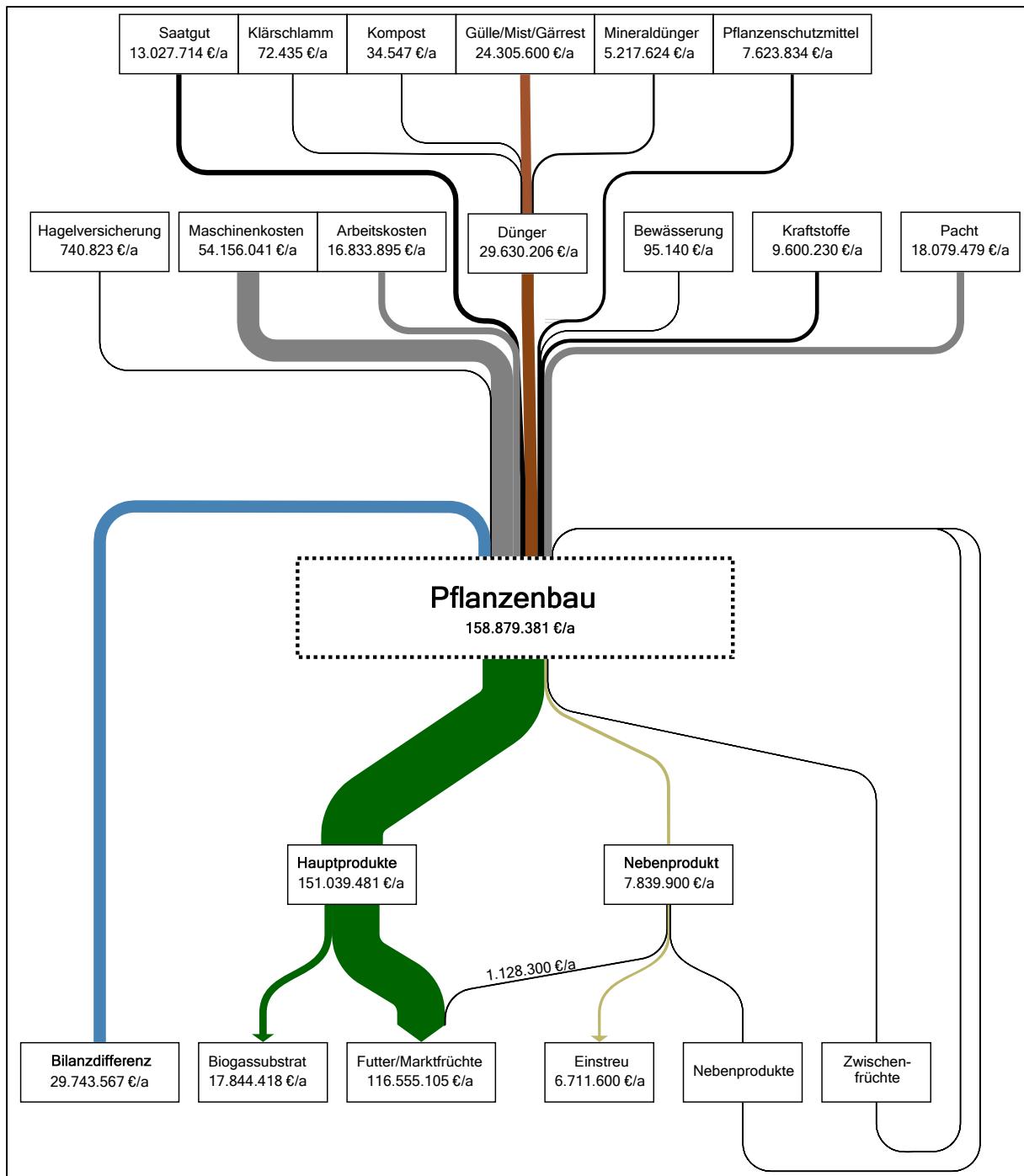


Abb. 5-2: Fließbild der Finanzströme im Bereich Pflanzenbau

5.2 Viehhaltung

Jungtiere

Für die finanzielle Bewertung der Jungtiere wurden in Tab. 5-11 die Einnahmen und Ausgaben über die Kosten bzw. Erlöse Mitte 2012 für die Jungtiere berechnet. Rechnet man die

Einnahmen und Ausgaben gegeneinander, verbleiben in Summe etwa 13 Mio. €/a an Ausgaben für die Landwirtschaft im Kreis Steinfurt.

Tab. 5-11: Finanzielle Bewertung Jungtiere [47]

Viehart	Jungtiere / a		Einnahmen / Ausgaben [€/a]
	Import	Export	
Kälber	44.184		550,00
Summe Rinder			-24.301.237
Ferkel (8 kg)	586.645		33,00
Ferkel (28 kg)		630.188	51,00
Summe Schweine			12.780.329
Legeküken	511.710		0,70
Mastküken	2.417.602		0,33
Junghennen		74.623	5,00
Puten	346.163		1,95
Summe Geflügel			-1.457.911
Summe Einnahmen			32.512.710
Summe Ausgaben			-45.491.529
Summe			-12.978.818

Futteraufwand

In Tab. 5-12 bis Tab. 5-16 sind die Kosten für den Futteraufwand aufgeführt. Dafür wurden für alle Komponenten, bzw. Fertigfutter, Marktpreise zur Erntezeit 2012 verwendet. In Summe sind demnach ca. 313 Mio. €/a an Futterkosten anzusetzen.

Tab. 5-12: Finanzieller Wert Futteraufwand Rinder [47]

Viehart	Futterkosten
Kälber	[€/a] 2.787.461
Mastrinder	[€/a] 42.440.724
Jungrinder	[€/a] 6.851.780
Milchkühe	[€/a] 23.537.300
andere Kühe	[€/a] 2.094.462
Summe	[€/a] 77.711.726

Tab. 5-13: Finanzieller Wert Futteraufwand Schweine [48]

Viehart	Futterkosten
Ferkel	[€/a] 37.619.873
Sauen	[€/a] 30.953.568
Mastschweine	[€/a] 143.993.698
Summe	[€/a] 212.567.139

Tab. 5-14: Finanzieller Wert Futteraufwand Hühner [47]

Viehart	Futterwert
Junghennen [€a]	1.338.012
Legehennen [€a]	7.537.338
Masthühner [€a]	3.899.109
Summe [€a]	12.774.458

Tab. 5-15: Finanzieller Wert Futteraufwand Puten [47]

	Futterwert
Puten [€a]	5.790.697

Tab. 5-16: Finanzieller Wert Futteraufwand Pferde [47]

Futterart	Futterwert
Heu [€a]	1.144.683
Stroh [€a]	452.226
Weidegras [€a]	539.322
Hafer [€a]	903.435
Ergänzungsfutter [€a]	1.410.464
Summe [€a]	4.450.130

Einstreu

Zur Berechnung der Kosten für das Einstreu wurden 75 €t [47] angesetzt. Zusammen mit den benötigten 89.488 t/a ergeben sich daraus 6.711.600 €a.

Energieverbrauch

Für die Ermittlung der Heizwärmekosten wurde Heizöl als Energieträger angenommen. Bei einem Heizölpreis von 90 Ct/l, 85 % Wirkungsgrad der Heizungsanlage und einem Energiegehalt von 10 kWh/l ergibt sich ein Heizwärmepreis von 11 Ct/kWh_{th}. Alle weiteren Kosten für die Heizungsanlage sind in den Gebäude- und Maschinenkosten enthalten, die im weiteren Verlauf dieses Kapitels beschrieben sind. Als Strompreis wurden 23 Ct/kWh_{el} angesetzt. In Tab. 5-17 sind die Kosten für den Energieverbrauch dargestellt. Danach fallen insgesamt etwa 26,6 Mio. €a an Energiekosten an.

Tab. 5-17: Kosten Energieverbrauch [1], [49]

Betriebszweig	Tierplätze	Strom-verbrauch [MWh _{el} /a]	Stromkosten [€a]	Heizenergie-verbrauch [MWh _{th} /a]	Heizenergie-kosten [€a]
Milchviehhaltung	19.254	7.701	1.309.241		
Kälberhaltung	59.449	5.945	1.010.641	23.780	2.517.859
Sauenhaltung (inkl. Ferkel bis 28 kg)	85.969	23.212	3.945.977	81.671	8.647.470
Mastschweinehaltung	748.360	26.193	4.452.742	37.418	3.961.906
Legehennenhaltung	708.136	2.903	493.571	779	82.477
Hähnchenmast	361.818	109	18.453	398	42.141
Putenmast	159.522	156	26.481	952	100.794
Summe		66.218	11.257.106	144.997	15.352.647

Produzierte tierische Produkte

Die tierischen Produkte wurden anhand der für sie Mitte 2012 erzielbaren Erzeugerpreise bewertet. In Tab. 5-18 sind die finanziellen Werte der tierischen Produkte. Insgesamt könnten damit etwa 518 Mio. €a erlöst werden.

Tab. 5-18: Finanzieller Wert der tierischen Produkte [47]

Produkt	Produktionsleistung [t/a] / [Eier/a]	Erlös [€kg] / [€Ei]	[€a]
Milch	171.106	0,30	51.331.892
Eier	128.737.730	0,10	12.230.084
Fleisch	222.993		454.008.555
- Milchkühe	1.888	3,35	6.323.532
- Kälber	703	4,75	3.339.800
- Rinder	17.047	3,80	64.778.782
- Sauen	3.525	1,55	5.463.330
- Mastschweine	195.442	1,85	361.567.168
- Legehennen	568	1,09	618.217
- Masthühner	3.821	1,28	4.890.622
- Puten	5.019	1,40	7.027.104
Summe			517.570.531

Tierverluste

Die finanzielle Bewertung der Tierverluste setzt sich aus den entsprechenden Anteilen des Futteraufwandes und dem Wert des jeweiligen Jungtieres zusammen. Als Ergebnis dieser Betrachtung in Tab. 5-19 ergeben sich etwa 10 Mio. €a an Tierverlusten.

Tab. 5-19: Finanzielle Bewertung der Tierverluste [47]

Viehart	Tierverluste [%]	Anteil Futter [€a]	Wert Tierverlust Anteil Jungtier [€a]	Gesamt [€a]
Rinder				
- Milchkühe	1,0	127.236	29.118	156.354
- Kälber	5,0	520.409	323.255	843.664
- Rinder	2,0	406.477	586.988	993.465
Schweine				
- Ferkel	2,0	376.199	1.777.304	2.153.503
- Sauen	2,0	309.536	42.967	352.503
- Mastschweine	3,0	2.159.905	3.091.475	5.251.381
Hühner				
- Junghennen	2,5	16.725	8.955	25.680
- Legehennen	8,0	301.494	174.835	476.329
- Masthühner	5,9	115.024	47.071	162.094
Puten	7,0	202.674	47.251	249.926
Summe		4.333.004	6.081.968	10.414.972

Nährstoffausscheidungen

Zur Bestimmung des finanziellen Wertes der Nährstoffausscheidungen wurden, wie bereits bei den weiteren organischen Düngern in Kapitel 5.1 beschrieben, die monetären Werte der einzelnen Nährstoffe anhand der Preise für die jeweiligen Mineraldünger sowie ihrem Mineraldüngeräquivalent berechnet. Daraus ergibt sich für die tierischen Ausscheidungen ein finanzieller Wert von ca. 20,8 Mio. €a.

Tab. 5-20: Finanzielle Bewertung der Nährstoffausscheidungen über Mineraldüngeräquivalente [10]

Viehart	Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Rinder				
Nährstoffmenge [t/a]	7.401	1.263	6.861	
Mineraldüngeräquivalent [%]	70	100	100	
Finanzieller Wert [€a]	5.129.056	540.720	3.986.299	9.656.075
Schweine				
Nährstoffmenge [t/a]	10.812	2.118	4.591	
Mineraldüngeräquivalent [%]	60	100	100	
Finanzieller Wert [€a]	6.422.197	906.499	2.667.274	9.995.970
Hühner				
Nährstoffmenge [t/a]	512	101	217	
Mineraldüngeräquivalent [%]	50	100	100	
Finanzieller Wert [€a]	253.438	43.152	125.990	422.579
Puten				
Nährstoffmenge [t/a]	250	41	111	
Mineraldüngeräquivalent [%]	50	100	100	
Finanzieller Wert [€a]	123.629	17.631	64.459	205.719
Pferde				
Nährstoffmenge [t/a]	441	84	458	
Mineraldüngeräquivalent [%]	50	100	100	
Finanzieller Wert [€a]	218.385	35.933	265.891	520.209
Finanzieller Wert [€t]	990	428	581	
Gesamt	12.146.705	1.543.935	7.109.913	20.800.553

Weitere Kostenpositionen

Die weiteren Kostenpositionen im Bereich Viehhaltung umfassen Kosten für die Gesundheit, zur Fortpflanzung, Beiträge, Versicherungen, Gebühren und Sonstiges als Pauschalbetrag sowie Gebäude-, Maschinen- und Arbeitskosten. In Tab. 5-21 bis Tab. 5-24 sind diese als spezifische Kosten und als Gesamtkosten dargestellt.

Zur Berechnung der Arbeitskosten wurde ein Lohn von 15 €AKh [1] angesetzt. Die Gebäudekosten beziehen sich auf neue Gebäude, die durch einen Bauunternehmer erstellt wurden. Reparaturansätze sind ebenso enthalten, wie die Kosten für die eingebaute Technik wie Fütterungs-, Melk- und Entmistungsanlagen. Baunebenkosten, wie z.B. Erschließungskosten, sind nicht enthalten. Demgegenüber werden über die Maschinenkosten die Kosten für die mobile Technik zum Füttern, Einstreuen, Entmisten und Reinigen erfasst. Insgesamt fallen somit weitere Kosten in Höhe von 287,5 Mio. €a an.

Tab. 5-21: Spezifische Kosten der Viehhaltung [1]

Viehart	Tierarzt, Medikamente [€TP·a]	Kostenart			Summe [€TP·a]
		Besamung, Sperma, Deckgeld [€TP·a]	Beiträge, Versicherung, Gebühren [€TP·a]	Sonstiges (Reinigung, Pflege, ...) [€TP·a]	
Rinder					
- Kälber	48,14		4,98	0,24	53,36
- Mastrinder	13,00		5,06	0,24	18,30
- Jungrinder	41,50	14,18	4,91	2,36	62,95
- Milchkühe	50,00	25,00	11,68	27,54	114,22
- andere Kühe	20,00	26,00	5,26	25,04	76,30
Schweine					
- Ferkel	9,65		27,07	34,47	71,19
- Sauen	39,00	29,00	33,39	0,60	101,99
- Mastschweine	5,06		4,33	0,40	9,79
Hühner					
- Junghennen	0,92		0,06	0,29	1,27
- Legehennen	0,11		0,06	0,03	0,20
- Masthühner	0,19		0,03	0,03	0,25
Puten	2,17		0,35	0,39	2,91
Pferde	280,00		255,00	200,00	735,00

TP: Tierplatz

Tab. 5-22: Spezifische Gebäude-, Maschinen- und Arbeitskosten der Viehhaltung [1]

Viehart	Kostenart				Summe [€TP·a]
	Gebäu-de-kosten [€TP·a]	Maschinen-kosten [€TP·a]	Arbeitszeit- bedarf [AKh/TP·a]	Arbeitskosten [€TP·a]	
Rinder					
- Kälber	168,42	25,67	14,73	220,95	429,77
- Mastrinder	124,03	48,05	2,58	38,70	213,36
- Jungrinder	219,01	200,83	4,69	70,35	494,88
- Milchkühe	613,13	302,00	38,96	584,40	1.538,49
- andere Kühe	308,50	558,33	24,86	372,90	1.264,59
Schweine					
- Ferkel	23,88	0,39	1,09	16,35	41,71
- Sauen	220,70	1,68	9,31	139,65	371,34
- Mastschweine	35,91	0,19	0,76	11,40	48,26
Hühner					
- Junghennen	1,97		0,10	1,44	3,50
- Legehennen	3,36		0,22	3,30	6,88
- Masthühner	0,98		0,03	0,45	1,46
Puten	5,33	0,35	0,11	1,65	7,44
Pferde	1.360,00	540,00	85,83	1.287,45	3.273,28

TP: Tierplatz; AKh: Arbeitskraftstunden

Tab. 5-23: Gesamtkosten der Viehhaltung [1]

Viehart	Kostenart				Summe [€a]
	Tierarzt, Medikamente [€a]	Besamung, Sperma, Deckgeld [€a]	Beiträge, Versicherung, Gebühren [€a]	Sonstiges (Reinigung, Pflege, ...) [€a]	
Rinder					
- Kälber	2.861.896		296.058	14.268	3.172.223
- Mastrinder	520.285		202.511	9.605	732.401
- Jungrinder	574.591	196.330	67.982	32.676	871.578
- Milchkühe	962.678	481.339	224.881	530.243	2.199.141
- andere Kühe	69.751	90.676	18.344	87.328	266.100
Schweine					
- Ferkel	3.997.899		11.214.830	14.280.576	29.493.305
- Sauen	3.352.791	2.493.101	2.870.505	51.581	8.767.978
- Mastschweine	3.786.702		3.240.399	299.344	7.326.444
Hühner					
- Junghennen	204.684		13.349	63.408	281.441
- Legehennen	53.422		29.139	14.570	97.131
- Masthühner	68.745		10.855	10.855	90.455
Puten	346.163		55.833	62.214	464.209
Pferde	2.304.680		2.098.905	1.646.200	6.049.785
Summe	19.104.286	3.261.446	20.343.591	17.102.867	66.326.183

Tab. 5-24: Gebäude-, Maschinen- und Arbeitskosten der Viehhaltung [1]

Viehart	Gebäu-de-kosten [€a]	Maschinen-kosten [€a]	Kostenart		Summe [€a]
			Arbeitszeit- bedarf [AKh/a]	Arbeitskosten [€a]	
Rinder					74.972.262
- Kälber	10.012.476	1.526.067	875.690	13.135.356	25.549.590
- Mastrinder	4.963.916	1.923.052	103.256	1.548.847	8.539.071
- Jungrinder	3.032.317	2.780.604	64.936	974.035	6.851.892
- Milchkühe	11.804.930	5.814.572	750.118	11.251.775	29.621.396
- andere Kühe	1.075.907	1.947.201	86.700	1.300.505	4.410.314
Schweine					85.319.618
- Ferkel	9.893.245	161.573	451.576	6.773.642	17.280.036
- Sauen	18.973.358	144.428	800.371	12.005.571	31.923.728
- Mastschweine	26.873.608	142.188	568.754	8.531.304	36.115.854
Hühner					32.778.191
- Junghennen	438.291		21.321	319.819	779.431
- Legehennen	1.631.795		106.844	1.602.656	3.341.294
- Masthühner	354.582		10.855	162.818	528.254
Puten	850.252	55.833	17.547	263.211	1.186.844
Pferde	11.194.160	4.444.740	706.467	10.597.001	26.942.368
Summe	101.098.836	18.940.259	4.564.436	68.466.540	221.199.282

AKh: Arbeitskraftstunden

Bilanz

In der Abb. 5-3 sind alle Finanzströme für den Bereich Viehhaltung abgebildet. Nach Bilanzierung der Finanzströme ergibt sich bei einer Bilanzsumme von etwa 640 Mio. €a eine Bilanzdifferenz von 59,1 Mio. €a. Diese Zahlen sind jedoch nur unter Vorbehalt zu verwenden, da sie nur den finanziellen Gegenwert eines Massenstroms darstellen. Es handelt sich um keine Betriebswirtschaftliche Auswertung. So fehlen beispielsweise Kosten zur Finanzierung und Eigenleistungen insbesondere bei den Gebäudekosten wurden nicht berücksichtigt. Auch sind Synergieeffekte bei den Maschinenkosten in Verbindung mit dem Bereich Pflanzenbau zu erwarten. Dämpfend auf die Erlösseite könnte zudem der tatsächliche Wert der tierischen Ausscheidungen wirken, die in dieser Betrachtung mit dem Düngewert angerechnet werden. So ist dieser in der Praxis bei einer innerbetrieblichen Nutzung eher mit 0 €a anzurechnen. Bei einer Verwertung außerhalb des Betriebes können dafür sogar Kosten entstehen. Alles in allem lassen sich durch diese Art der Darstellung jedoch sehr schnell die entscheidenden Finanzströme erkennen. In diesem Fall sind dies auf der Kostenseite der Futteraufwand sowie die weiteren Kosten und auf der Erlösseite das Produkt Fleisch.

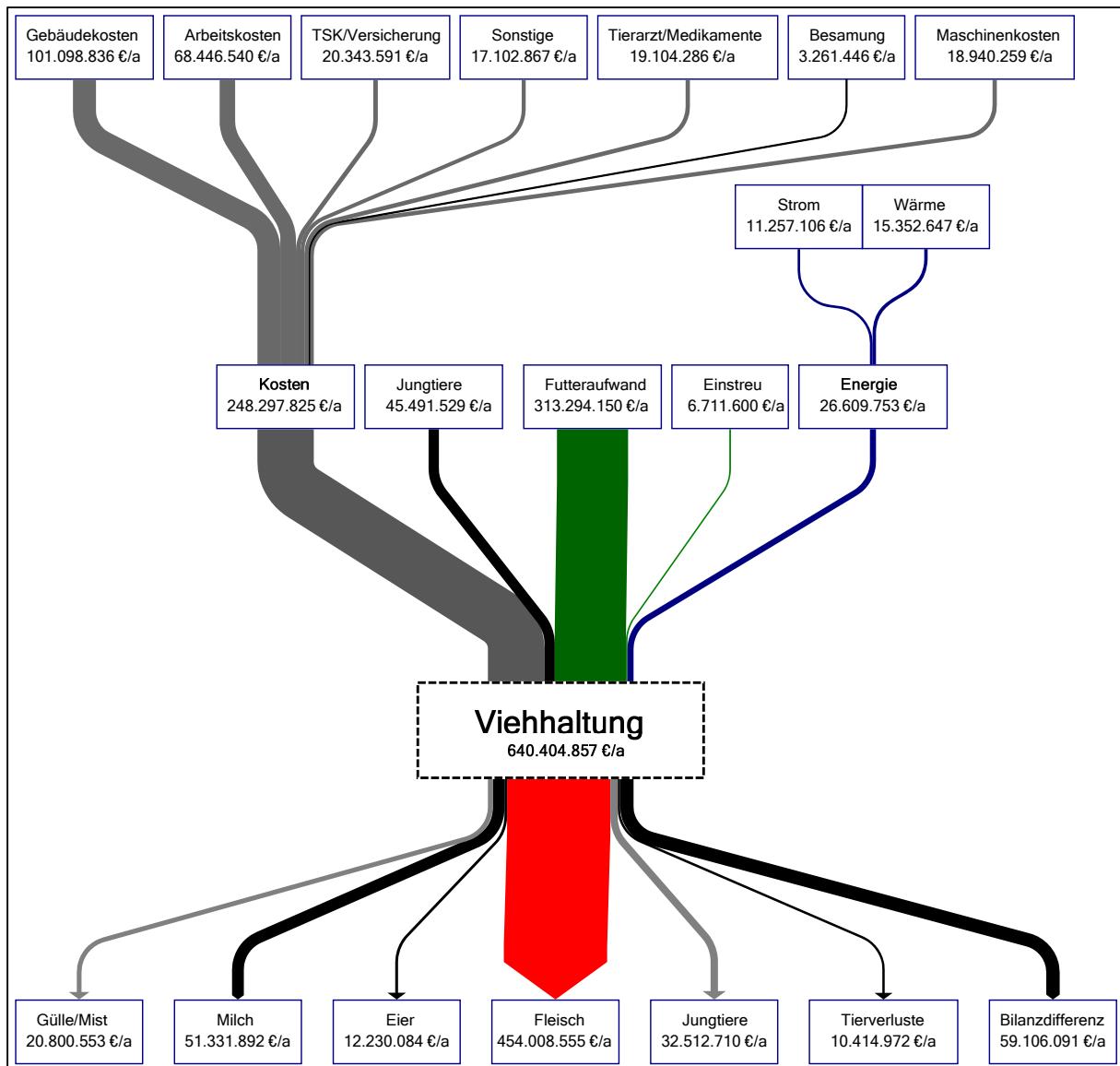


Abb. 5-3: Fließbild der Finanzströme im Bereich Viehhaltung

5.3 Biogas

Kosten

In Tab. 5-25 sind die Kosten für die Substrate zur Erntezeit 2012 aufgeführt. Der Wert der Gülle wurde über ihre jeweiligen Mineraldüngeräquivalente berechnet. Somit sind die Substratkosten mit etwa 19 Mio. €/a anzusetzen.

Tab. 5-25: Kosten Substrate [10], [47]

Substrat	Mengen [t FM/a]	Wert [€t FM]	Kosten [€a]
Rindergülle	63.844	8,6	548.562
Schweinegülle	159.610	3,5	551.914
Maissilage	383.064	42,0	16.088.706
Getreide-GPS	31.922	55,0	1.755.712
Summe	689.210		18.944.894

FM: Frischmasse

Alle weiteren Kosten der Biogaserzeugung sind in Tab. 5-26 dargestellt. Für den Eigenverbrauch an elektrischer Energie wurden spezifische Kosten von 17 Ct/kWh_{el} angesetzt. Insgesamt fallen neben den Substratkosten etwa 15 Mio. €/a an weiteren Kosten an.

Tab. 5-26: Kosten der Biogaserzeugung [1]

Kostenart	Einheit	Menge [Einheit/a]	Preis [€Einheit]	Betrag [€a]
Strom	[kWh _{el}]	12.886.160	0,17	2.190.647
Wartung und Reparatur	[pauschal]			3.534.858
Laboranalysen	[Stück]	528	120,00	63.360
Maschinenkosten (mobile Technik)	[pauschal]			521.429
Lohnkosten	[Akh]	122.879	15,00	1.843.181
Abschreibung	[pauschal]			6.077.435
Versicherung	[1.000 €]	76.811	5,00	384.054
Sonstiges	[pauschal]			446.045
Summe				15.061.009

Erlöse

Die Erlöse generieren sich vor allem aus der im Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) auf 20 Jahre festgeschriebenen Vergütung für die produzierte und eingespeiste elektrische Energie. Als Basis zur Berechnung der EEG-Vergütung wurde das Jahr 2010 gewählt. Grund dafür ist der enorme Zubau im Jahr 2011 sowie der Wechsel vieler Anlagen in das Vergütungssystem der EEG-Novelle aus dem Jahre 2009. In Tab. 5-27 ist die EEG-Vergütung für das Jahr 2010 und in Tab. 5-28 die damit erzielbaren Erlöse dargestellt. Demnach lassen sich durch die Stromeinspeisung Erlöse in Höhe von 34,8 Mio. €/a erzielen.

Tab. 5-27: EEG-Vergütung (Basis Inbetriebnahme 2010) [50]

Vergütung	bis 150 kW _{el} [Ct/kWh _{el}]	151-500 kW _{el} [Ct/kWh _{el}]	501-5.000 kW _{el} [Ct/kWh _{el}]	5.001-20.000 kW _{el} [Ct/kWh _{el}]
Grundvergütung	11,53	9,09	8,17	7,71
NawaRo-Bonus	6,93	6,93	3,96	
Gülle-Bonus	3,96	0,99		
KWK-Bonus	2,97	2,97	2,97	2,97
Emissionsminderungsbonus	0,99	0,99		

Tab. 5-28: Erlöse aus EEG-Vergütung (Basis Inbetriebnahme 2010)

Vergütung	bis 150 kW _{el} [€a]	151-500 kW _{el} [€a]	501-5.000 kW _{el} [€a]	Summe [€a]
Grundvergütung	5.737.328	7.334.539	4.382.388	17.454.255
NawaRo-Bonus	3.448.368	5.591.678	2.124.144	11.164.190
Gülle-Bonus	1.970.496	798.811	0	2.769.307
KWK-Bonus	583.851	946.739	629.376	2.159.966
Emissionsminderungsbonus	492.624	798.811	0	1.291.435
Gesamt	12.232.667	15.470.579	7.135.908	34.839.154

Zusätzlich lassen sich auch noch Erlöse aus dem Verkauf der Heizwärme erzielen. In Tab. 5-29 werden die Erlöse aus dem Wärmeverkauf berechnet. Als Wärmepreis wurden 2 Ct/kWh_{th} angesetzt. Dabei bleiben Kosten für Bau und Betrieb eines möglichen Wärmenetzes unberücksichtigt und werden dem Wärmeabnehmer zugeschlagen. Durch den Verkauf der Heizwärme werden, unter Berücksichtigung aller getroffenen Annahmen, etwa 1,8 Mio. €a erzielt.

Tab. 5-29: Erlöse aus Wärmeverkauf [1]

Parameter	Einheit	Wert
Produzierte Wärme	[kWh _{th} /a]	207.099.000
Eigenverbrauch Wärme	[%]	33
	[kWh _{th} /a]	68.342.670
Nutzbare Wärme	[kWh _{th} /a]	138.756.330
Genutzte Wärme	[%]	44
	[kWh _{th} /a]	92.044.000
Wärmepreis	[€/kWh _{th}]	0,02
Erlös Wärme	[€a]	1.840.880

Der finanzielle Wert des Gärrestes wurde, wie bei allen anderen organischen Düngern zuvor auch, über Mineraldüngeräquivalente berechnet. Die Berechnung dazu ist in Tab. 5-30 dargestellt. Er beträgt ca. 4,6 Mio. €a.

Tab. 5-30: Finanzielle Bewertung der Gärreste über Mineraldüngeräquivalente [10]

		Stickstoff (N)	Phosphor (P)	Kalium (K)	Summe
Gärrestmenge	[t/a]				533.162
Nährstoffgehalte	[kg/t]		5,8	1,9	5,5
Mineraldüngeräquivalent	[%]		80	100	100
Finanzieller Wert	[€t]		990	428	581
Finanzieller Wert	[€a]	2.457.435	439.937	1.708.151	4.605.523

Bilanz

In Abb. 5-4 sind alle Finanzströme für den Bereich Biogas in einem Fließbild abgebildet. Nach Bilanzierung der Finanzströme ergibt sich bei einer Bilanzsumme von etwa 41,3 Mio. €/a eine Differenz von 7,3 Mio. €/a, die hiernach als Gewinn einzuordnen sind. Allerdings erscheint es vermeintlich zu glauben, dass für die Gärreste ein Erlös in Höhe des Düngewertes zu erzielen wäre. Tatsächlich fallen häufig sogar Kosten für die Verwertung der Gärreste an. Dementsprechend würde sich die Bilanzdifferenz verringern. Größter Kostentreiber bei der Biogasgewinnung sind die Substrate.

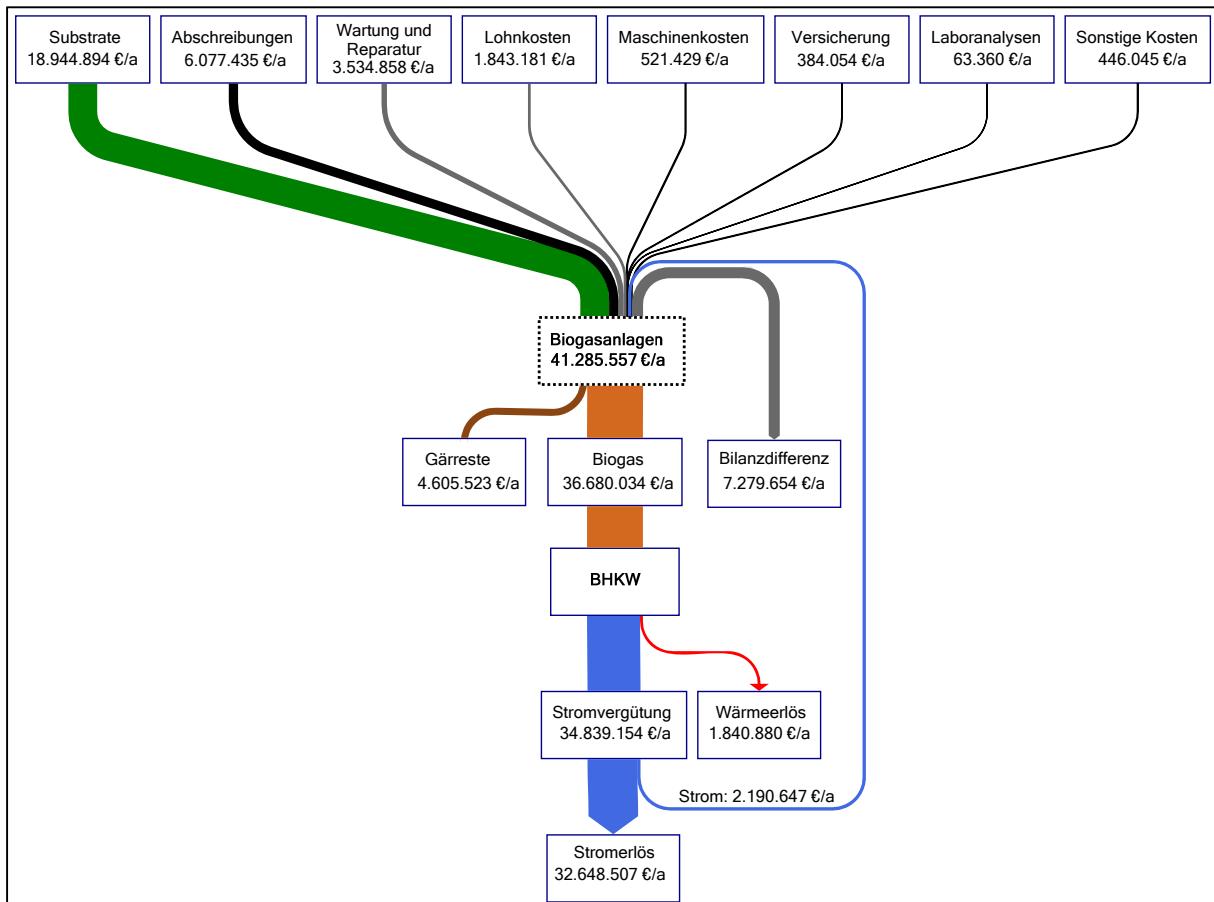


Abb. 5-4: Fließbild der Finanzströme im Bereich Biogas

5.4 Bilanzierung der Finanzströme

Zu Beginn des Kapitels wurden die jährlichen Arbeitskraftstunden mit den entsprechenden Lohnkosten allgemein für die Landwirtschaft berechnet. Im Vergleich dazu sind in Tab. 5-31 die Arbeitskosten aus der getrennten Betrachtung der drei Bereiche Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogas zusammengefasst, wobei diese nur als finanzieller Wert für den reinen Arbeitsaufwand in diesen drei Bereichen zu sehen sind.

Tab. 5-31: Bilanzierung der Arbeitskosten

	Arbeitszeitbedarf [h/ha]	Arbeitskosten [€a]
Pflanzenbau	1.122.260	16.833.895
Viehhaltung	4.564.436	68.466.540
Biogas	122.879	1.843.181
Summe	5.809.574	87.143.616

Bei beiden Betrachtungen wurden 15 €AKh als Arbeitslohn angesetzt. Mit 87 Mio. €a liegen die Arbeitskosten nach dieser Betrachtung gegenüber der Berechnung anhand der Daten aus der Landwirtschaftszählung 2010 mit 112 Mio. €a deutlich niedriger. Allerdings ist in diesem Fall auch nur der Arbeitszeitbedarf für die reinen Produktionsverfahren berücksichtigt. Es fehlen die Arbeitszeiten für Verwaltung und weitere allgemeine Arbeiten.

In Abb. 5-5 sind alle landwirtschaftlichen Finanzströme im Kreis Steinfurt bilanziert und als Fließschema visualisiert. Beim Vergleich der im- und exportierten Werte ergibt sich ein eindeutiger Überschuss beim Export, wodurch die durch die Landwirtschaft geschaffene Wert schöpfung deutlich wird. Die tierische Produktion spielt dabei eine gewichtige Rolle.

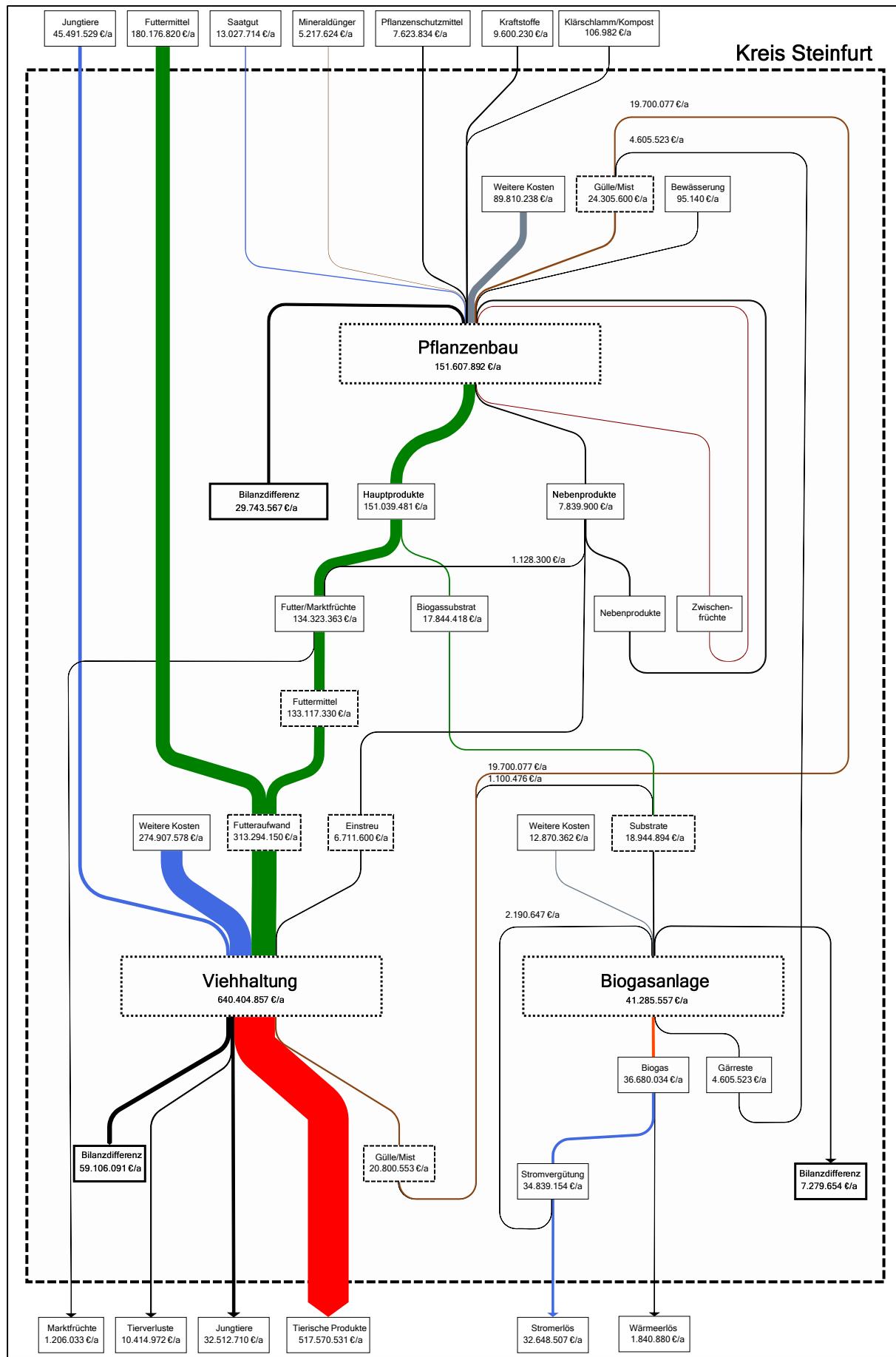


Abb. 5-5: Fließbild der gesamten Finanzströme

6 ERGEBNISSE DER EXPERTENWORKSHOPS

Im Rahmen der Erarbeitung der vorliegenden Studie wurden zwei Expertenworkshops durchgeführt. Der erste fand am 22. August 2012 mit dem Thema „landwirtschaftliche Stoffströme im Kreis Steinfurt“ statt. Zu diesem Zweck wurden Vertreter aus dem Bereich der Landwirtschaft und den vor- und nachgelagerten Industriebranchen sowie des Kreises Steinfurt, der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und der Fachhochschule Münster eingeladen, um über die Studie zu informieren und gemeinsam über die einzelnen Produktionsprozessschritte zu diskutieren und die unterschiedlichen Querverbindungen und Systemabhängigkeiten herauszuarbeiten.

Bereits bei der Vorstellungsrunde wurde deutlich, dass besonders Einflüsse außerhalb der Landwirtschaft eine große Bedeutung für die weitere Entwicklung der Landwirtschaft haben. So wurde häufig die fehlende Sachlichkeit in der politischen Diskussion genannt, wodurch ein größtenteils negativ besetztes Image der Landwirtschaft in der Öffentlichkeit besteht. Auch dadurch, dass immer weniger Menschen in der Landwirtschaft arbeiten oder Kontakt zu ihr haben, wurde die Schaffung von mehr Akzeptanz durch Aufklärung und Transparenz, aber auch einer breiten gesellschaftlichen Diskussion, als wichtiges Handlungsfeld identifiziert. Hier muss die Landwirtschaft aktiver werden, um diesen wichtigen Stellhebel zu nutzen und sich zu positionieren. Dabei soll die Wissenschaft durch Untersuchungen und Bereitstellung von Daten helfen.

In dem Zusammenhang spielt auch der Strukturwandel eine wichtige Rolle. So kann dieser durch politische Entscheidungen sowohl beschleunigt, als auch entschleunigt werden. Als Beispiel für die Beschleunigung wurde die Schaffung von Auflagen in kurzen Abständen genannt, wodurch den Betrieben häufig die Investitionssicherheit genommen würde. Dagegen konnte beispielsweise durch den Ausbau der Biogastechnologie der Strukturwandel verlangsamt werden, indem vor allem kleinere Betriebe zu Substraterzeugern wurden anstatt ihre Flächen zu verpachten. Weitere Möglichkeiten dem Strukturwandel entgegen zu wirken sind Diversifizierung und die Umstellung auf Produktionsketten mit hoher Wertschöpfung bei kleinen Betriebseinheiten.

Weitere Handlungsfelder aus Sicht der Teilnehmer stellen Märkte dar. So tut die Landwirtschaft gut daran, neue Geschäftsfelder und Ideen zu entwickeln. Auch die Schaffung eigener Märkte in verschiedensten Formen stellt eine Option dar. Zum Verständnis des eigenen Marktumfeldes sind in einem ersten Schritt die Identifikation der Anfälligkeiten und Abhängigkeiten sowie ihre Benennung unerlässlich.

Auch die Verlängerung und Verbreiterung von Produktions- und Wertschöpfungsketten, zum Beispiel die energetische Nutzung von Reststoffen und anschließende Rückführung als Dünger, bietet Chancen zur Steigerung der Wertschöpfung und gleichzeitiger Schaffung positiver Klimaschutzeffekte.

Als selbstverständlich wurde das Handlungsfeld Umwelt angesehen. In dem Zusammenhang wurden Themen wie Nachhaltigkeit, Einfluss des Klimas auf die Anbaustrategien, Ressourcen, Flächenkonkurrenz, Gentechnik sowie Tierschutz und Tierwohl genannt.

Die Suche nach Alternativen und die Entwicklung von Vermeidungsstrategien wurden durch die Teilnehmer des Workshops als priorität angesehen. Dabei sollten Vermeidungsstrategien immer aus einem Teil Freiwilligkeit und einem Teil Sanktion bestehen. Insbesondere beim Nährstoffmanagement könnten dadurch positive Effekte in ökonomischer und ökologischer Hinsicht erzielt werden. Das Thema Nährstoffkreisläufe und –management wurde ebenfalls als sehr wichtig eingestuft.

Für die Mehrzahl der genannten Handlungsfelder kann die vorliegende Studie eine Ausgangsbasis bilden, auf der Konzepte zur Weiterentwicklung der Landwirtschaft im Kreis Steinfurt erstellt werden können. Im Folgenden sind die beschriebenen Handlungsfelder noch einmal aufgeführt:

- Mehr Akzeptanz durch Aufklärung und Transparenz schaffen
- Politische und gesellschaftliche Diskussion versachlichen
- Einflüsse auf Strukturwandel thematisieren
- Identifikation der Anfälligkeitkeiten und Abhängigkeiten
- Neue Geschäftsfelder / Ideen suchen und Märkte schaffen
- Verlängerung und Verbreiterung von Produktions- und Wertschöpfungsketten
- Selbstverständliche Handlungsfelder wie Umweltbearbeiten und weiterentwickeln
- Vermeidungsstrategien entwickeln; vor allem für Nährstoffe

Der Workshop stand vor allem unter der Fragestellung was die „wichtigsten Einflussgrößen“ für die landwirtschaftliche Entwicklung in den nächsten 10 Jahren sind. Dazu wurden mit Hilfe eines Netzdiagramms die von den Teilnehmern genannten Einflussgrößen mit Hilfe von Klebepunkten bewertet. Dazu hatte jeder Teilnehmer drei Klebepunkte zur Verfügung, die er den entwickelten Einflussgrößen zuordnen und gleichzeitig gewichten konnte. In Abb. 6-1 ist das Ergebnis dargestellt.

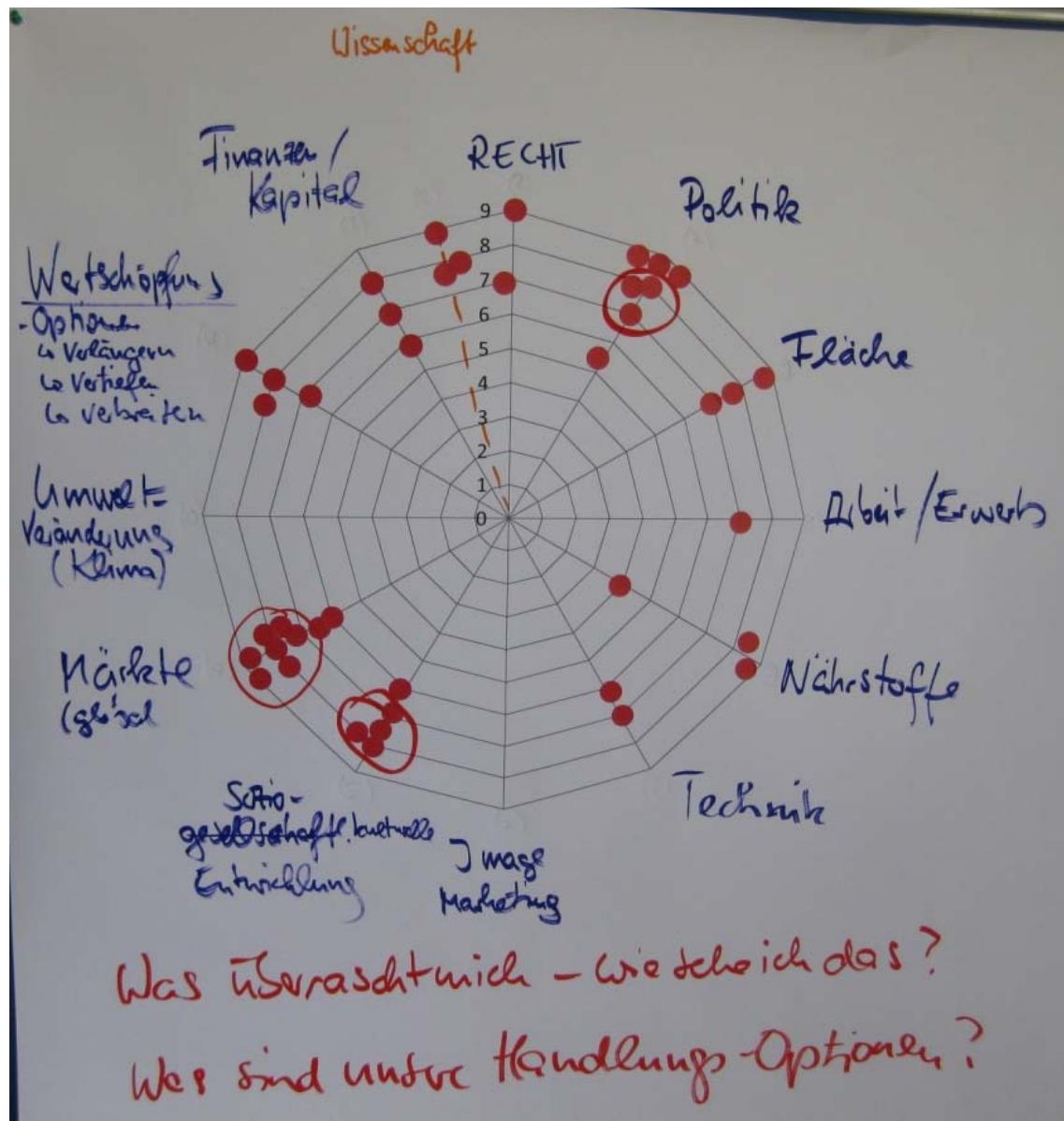


Abb. 6-1: Netzdiagramm mit den Einflussgrößen für die Entwicklung der Landwirtschaft während der nächsten 10 Jahre

Als Ergebnis wurden die drei Einflussgrößen Märkte, Politik und soziokulturelle Entwicklung am häufigsten genannt, die sich auch bereits in den vorangegangenen Diskussionen herauskristallisiert hatten. Bei der Frage nach den Handlungsoptionen als Folgerung aus dem Ergebnis wurden folgende Kernaussagen festgehalten:

- Die regenerative Wertschöpfung sollte (auch) im Bezugssystem (Löhne, Steueraufkommen) gesehen werden
- Wertschöpfung ist gewaltig gestiegen (unter anderem durch Diversifizierung). Investitionen bleiben in Region
- Ist unsere Wertschöpfung wirklich durch Angebot und Nachfrage getrieben?
- Bioenergie ist eine Brücken-Technologie

- Wachstum vs. „Suffizienz“?
- Identifikation „unsere Landwirtschaft“
- Dezentralisierung: Verantwortung und Intellekt

Der zweite Expertenworkshop wurde am 25. Januar 2013 mit dem Thema „Diskussion der Ergebnisse aus der Ermittlung der landwirtschaftlichen Stoffströme im Kreis Steinfurt“ durchgeführt. Wesentlicher Inhalt der Veranstaltung war die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse der Studie.

Auf Basis der mit Hilfe dieser Studie geschaffenen Transparenz der aktuellen landwirtschaftlichen Situation sollten im Rahmen des zweiten Workshops Szenarien für die zukünftige Ausrichtung einer möglichst nachhaltigen Landwirtschaft mit maximalen Wertschöpfungs- und Klimaschutzeffekten entwickelt werden. Es wurde jedoch sehr schnell deutlich, dass konkrete Szenarien aufgrund der Komplexität der Thematik nicht zu entwickeln waren. Somit wurden in einem ersten Schritt folgende Zukunftsthemen ausgearbeitet, die nach Ansicht der Experten den größten Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft haben.

1. Energieeffizienz Viehhaltung
2. Energieeffizienz Biogas
3. Mehr Wertschöpfung durch kurze Wege
4. Optimierung Nährstoffmanagement
 - a) Optimierungsszenarien
5. Minimierungsszenarien (Mais)
6. Abhängigkeit des Systems (Risiken)
7. Anbau Eiweißpflanzen/ Eiweißstrategie
8. Weltweit: Eiweiß + Anbaufläche
9. 100 % Eigenversorgung; Höhe der Exporte
10. Effizienz Steigerung (Fütterung, Düngung, Überschuss Minimierung, Leistungssteigerung)
11. Möglichkeiten zur Steigerung des Kreislaufes bei der Fütterung / Futteraufbereitung
12. Resilienz (Anfälligkeit von Regionen aufgrund externer Einflüsse)

Als Ergebnis der beiden Workshops lässt sich festhalten, dass zwar keine konkreten Szenarien entwickelt wurden, jedoch die Anwendungsmöglichkeiten der Ergebnisse der Studie vielfältig sind. Mit Hilfe der Daten und Fakten aus der Studie können nun konkrete Konzepte zur Optimierung der landwirtschaftlichen Stoffströme für die genannten Handlungsfelder und Zukunftsthemen entwickelt und geprüft werden.

7 AUSWERTUNG DER UNTERSUCHUNGEN

Aufbauend auf den Ergebnissen aus den vorangegangenen Kapiteln bei der Ermittlung und Bilanzierung der Massen-, Energie- und Finanzströme werden in diesem Kapitel erste Denkanstöße und Szenarien für die zukünftige Ausrichtung einer möglichst nachhaltigen Landwirtschaft im Kreis Steinfurt entwickelt. Dabei sollen vor allem positive Effekte hinsichtlich Wertschöpfung und Klimaschutz erzielt werden.

Durch die Bilanzierung der Stoffströme an den Schnittstellen zwischen den drei betrachteten Bereichen Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogas wurden die entsprechenden Schnittstellenverluste und –gewinne ermittelt. Eine der untersuchten Schnittstellen stellen die Nährstoffe in Form von Stickstoff, Phosphor und Kalium dar. Aus diesen Betrachtungen wird deutlich, dass mehr Nährstoffe importiert werden, vor allem durch Futtermittel und Mineraldünger, als diese über die Produkte, insbesondere tierische, exportiert werden.

Einen erheblichen Einspareffekt bietet dabei vor allem die Entwicklung von Strategien für einen verringerten Mineraldüngereinsatz. So werden fast 5,2 Mio. €/a für Mineraldünger ausgegeben. Durch ein effizienteres Nährstoffmanagement könnten die bereits vorhandenen Nährstoffmengen besser genutzt und der Mineraldüngeraufwand gesenkt werden. Gleichzeitig sinkt auch die Umweltbelastung durch Überdüngung. Mit der Nährstoffbörse ist ein erstes Instrument vorhanden, um Nährstoffüberhänge gezielt an Betriebe mit Bedarf zu verteilen. Vor allem vor dem Hintergrund zunehmender Kosten bei der überbetrieblichen Verwertung von Gülle, Mist und Gärresten sind an dieser Stelle geeignete Strategien zu entwickeln.

Bei Diskussionen zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung in der Landwirtschaft kommt sehr schnell der Aspekt des Importes von Futtermitteln auf. Tatsächlich werden mit einem Wert von etwa 180 Mio. €/a große Werte an Futtermitteln importiert. Insbesondere energie- und eiweißreiche Futtermittel werden für die Versorgung des Viehbestandes benötigt.

Vor dem Hintergrund, dass jedoch bereits der Bedarf an Getreide für Futtermittelzwecke nicht gedeckt werden kann, scheint der Anbau von eiweißhaltigen Pflanzen, wie zum Beispiel Erbsen oder Ackerbohnen, zur Verringerung der Importabhängigkeit keine geeignete Strategie zu sein. Grundsätzlich ist es allerdings erstrebenswert, die Effizienz bei der Verwertung der vorhandenen Futtermittel, insbesondere hinsichtlich der Versorgung mit Energie und Eiweiß, zu steigern.

Die Etablierung des „Energieeffizienzgedankens“ muss auch in der Landwirtschaft konsequent verfolgt werden. Hier bestehen in allen Bereichen Potenziale, die gehoben werden

können. Von Kraftstoffsparenden bzw. mit alternativen Kraftstoffen angetriebenen Traktoren und Maschinen bis hin zum „Null-Energie-Stall“.

In der Regel handelte es sich bei den Biogasanlagen um landwirtschaftliche Gemeinschaftsanlagen, so dass die Wertschöpfung aus dem Anlagenbetrieb im hohen Maße in der Region verbleibt. Es lässt sich jedoch auch hier die Effizienz der Anlagen stetig verbessern. So entspricht zum Beispiel die Wirkungsgradsteigerung bei einem Blockheizkraftwerk um 1 % einer Einsparung von ca. 10 ha Silomaisfläche pro 1 MW_{el}. Vor allem vor dem Hintergrund des großen Einflusses der Substrate auf das Ergebnis der Biogasgewinnung, ist die Steigerung der Effizienz der Substratausnutzung von entschiedener Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit. Weitere Maßnahmen zur ökonomischen und ökologischen Optimierung von Biogasanlagen können die Senkung des Eigenenergieverbrauchs, Erhöhung der Wärmenutzung oder Strategien zur Emissionsminderung sein.

Ein weiteres Potenzial besteht in der energetischen Nutzung der vergleichsweise großen Mengen Pferdemist. Insgesamt fallen im Kreis Steinfurt etwa 62.000 t/a Pferdemist an. Gegenüber Geflügelmist ist die Transportwürdigkeit aufgrund der höheren Strohanteile geringer und im Gegensatz zur Schweine- und Rindergülle besitzt Pferdemist den Vorteil des geringeren Wassergehalts. Aus diesen Gründen erscheint die Vergärung von Pferdemist zu Biogas ein sinnvoller Weg zu sein. Die Erfahrungen mit Pferdemist als Biogassubstrat sind bisher noch sehr gering. Als Herausforderung ist vor allem die Etablierung einer geeigneten Vorbehandlung zu sehen, für die es allerdings mittlerweile erste Ansätze und Untersuchungen gibt.

Zusammen mit den im Expertenworkshop identifizierten Handlungsfeldern und Zukunftsthemen sowie den in diesem Kapitel genannten Diskussionsansätzen können nun erste Konzepte zur Optimierung des Gesamtsystems in und durch die Landwirtschaft diskutiert, entwickelt und umgesetzt werden.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Inhalt der vorliegenden Studie war die Ermittlung der landwirtschaftlichen Massen-, Energie- und Finanzströme für den Kreis Steinfurt als Beitrag für ein regionales Stoffstrommanagement. Ziel dabei war es die aktuelle landwirtschaftliche Situation im Kreis Steinfurt möglichst transparent darzustellen. Als weitergehendes Ziel sollten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, wie die ermittelten Stoffströme im Hinblick auf eine weitestgehend nachhaltige Landwirtschaft mit maximalen Wertschöpfungs- und Klimaschutzeffekten ausgerichtet werden kann.

Dazu wurden die landwirtschaftlichen Stoffströme zunächst für die drei Bereiche Pflanzenbau, Viehhaltung und Biogas getrennt voneinander ermittelt. Anschließend erfolgte der Vergleich der drei Bereiche jeweils für die betrachteten Massen-, Energie- und Finanzströme zur Identifizierung von Schnittstellenverlusten und –gewinnen. Dadurch konnten auch die Mengen an importierten und exportierten Gütern bilanziert und bewertet werden. Abschließend erfolgte die gemeinsame Darstellung der Ergebnisse in drei Fließbildern für die Stoffströme Masse, Energie und Finanzen.

Die wichtigste Kulturpflanze im Kreis Steinfurt ist der Mais mit einem Anteil von 41 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Darauf folgt Getreide mit einem Anteil von 36 % und Grünland mit 20 %. Alle weiteren Fruchtarten haben somit gerade einmal einen Anteil von 3 %. Verwendet werden die geernteten Produkte mit 81 % der Masse vor allem als Futter für die Viehhaltung und mit 19 % für die Erzeugung von Biogas. Größter Posten bei den Aufwendungen sind die Maschinenkosten.

Bei der Bilanzierung der Stoffströme für die Viehhaltung wurden die Vieharten Schweine, Rinder, Hühner, Puten und Pferde berücksichtigt. Als größter Massenstrom zeigten sich dabei die tierischen Ausscheidungen. Allerdings ist hierbei der mit über 90 % hohe Wasseranteil zu berücksichtigen. Als Potenzial für die Biogasnutzung bieten sich an dieser Stelle, unter der Voraussetzung geeigneter Vorbehandlungsverfahren, die mit über 62.000 t/a vergleichsweise großen Mengen Pferdemist an. Zur Versorgung der Tiere werden vor allem Eiweißhaltige und Energiereiche Futtermittel importiert. Dementsprechend ist auch der spezifische finanzielle Wert der importierten Futtermittel höher. So werden 58 % des finanziellen Wertes an Futtermitteln importiert.

Aktuell bestehen 44 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 23 MW_{el} im Kreis Steinfurt. Für die Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen werden dafür etwa 22 % der angebauten Maisfläche und damit 9 % der landwirtschaftli-

chen Nutzfläche benötigt. Ein Ziel der Biogastechnologie muss und wird es sein, vor dem Hintergrund einer festen Vergütung und steigender Kosten, z.B. für Substrate, die Gesamteffizienz der Anlagen zu steigern.

Eine der wichtigsten übergreifenden Schnittstellen stellen die Nährstoffkreisläufe an Stickstoff, Phosphor und Kalium dar. Bei einem Nährstoffvergleich über den gesamten Kreis ergaben sich Überschüsse von 46 kg/ha·a Stickstoff, 17 kg/ha·a Phosphor und 47 kg/ha·a Kalium. Insbesondere durch Mineraldünger und Futtermittel werden dabei Nährstoffe in den Kreis Steinfurt importiert. Durch ein effizienteres Nährstoffmanagement könnten die bereits vorhandenen Nährstoffmengen besser genutzt und gleichzeitig der Mineraldüngeraufwand substituiert bzw. gesenkt werden. Auch unter energetischen und ökologischen Gesichtspunkten ist die Senkung des Nährstoffaufwandes erstrebenswert.

Bei Betrachtung der Bilanzierung aller Finanz- und Energieströme stellen die Futtermittel den größten Importstrom und die tierischen Produkte, vor allem Fleisch, den größten Exportstrom dar. Hieraus wird damit auch der hohe Stellenwert der Viehveredelung für die Landwirtschaft im Kreis Steinfurt deutlich.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurden erste Denkanstöße zur Erhöhung der Wertschöpfung und für einen verbesserten Klimaschutz entwickelt. In der folgenden Aufzählung sind diese möglichen Ansätze zusammengefasst:

- Verringerung Mineraldüngereinsatz durch optimiertes Nährstoffmanagement
- Erhöhung der Futtereffizienz zur Verringerung von Futtermittelimporten
- Konsequente Verfolgung des „Energieeffizienzgedankens“
- Ökonomische und ökologische Optimierung der Biogasanlagen durch Umsetzung entsprechender Maßnahmen
- Entwicklung von Konzepten zur energetischen Verwertung des Pferdemistes

Die in dieser Studie erstmals in diesem Umfang ermittelten Zahlen und Daten vermitteln einen guten Eindruck über die Größenordnungen der landwirtschaftlichen Stoffströme im Kreis Steinfurt. Bei der weiteren Verwendung der Ergebnisse sind die vielen durch Experten getroffenen Annahmen zu berücksichtigen und mit entsprechender Sorgfalt zu behandeln.

Ziel dieser Studie war es vor allem eine Datengrundlage entlang der gesamten landwirtschaftlichen Produktions- und Energiekette für die Modellregion Kreis Steinfurt zu erarbeiten. Erst auf Grundlagen dieses Wissens können gezielt Szenarien und Konzepte zur Optimierung des Gesamtsystems entwickelt und umgesetzt werden und dadurch einen Beitrag zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung und des Klimaschutzes zu leisten.

9 VERZEICHNISSE

9.1 Literaturverzeichnis

- [1] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11, 22. Auflage, ISBN 978-3-941583-38-2, Darmstadt, 2010
- [2] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): Katasterfläche nach der tatsächlichen Art der Nutzung, Stand der Information: 10.Juli.2012,
<https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnnrw/online/data;jsessionid=E044B0FF91C5FA B5EF67C5196ED35E19?operation=statistikAbruftabellen&levelindex=0&levelid=135 0646021206&index=1>
- [3] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Flächennutzung 2011, 2012
- [4] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): Landwirtschaftszählung 2010, Stand der Information: 23.Juli.2011,
<https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnnrw/online/data;jsessionid=4397141BC8DAE 46EE3BB1A4B6A901191?operation=statistikAbruftabellen&levelindex=0&levelid=13 50645556160&index=2>
- [5] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Faustzahlen Biogas, 2. Auflage, ISBN 978-3-941583-28-3, Darmstadt, 2009
- [6] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Herbert Piepel: Persönliche Auskunft, 2012
- [7] HOFMANN, V.: Stoffstrommanagement am Beispiel des kommunalen Klärschlamm im Kreis Steinfurt, Steinfurt, 2011
- [8] Kreis Steinfurt, Entsorgungsgesellschaft Steinfurt: Abfallwirtschaftskonzept für den Kreis Steinfurt, Steinfurt, 2011
- [9] Bundesgütegemeinschaft Kompost: Jahreszeugnis 2012 für Frischkompost des Kompostwerks Altenberge, Köln, 2012
- [10] Statistisches Bundesamt: Düngemittelversorgung 2010/2011, Fachserie 4, Reihe 8.2, Wiesbaden, 2011

- [11] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 14. Auflage, ISBN 978-3-939371-91-5, Darmstadt, 2009
- [12] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Auswahl an Ein- und Mehrnährstoffdüngern, Stand der Information: 10.10.2012, <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/einstoff-mehrnaehrstoffduenger-pdf.pdf>
- [13] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Stickstoffdüngung, Stand der Information: 27.08.2012, <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/index.htm>
- [14] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Unterfußdüngung im Mais, Stand der Information: 27.08.2012, <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/mais/unterfussduengung-pdf.pdf>
- [15] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): Erntebericht: Gesamterträge nach ausgewählten Fruchtarten, Stand der Information: 18.Juli.2012, <https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online/data;jsessionid=FC08CBD88EF49146ED239B8B7718A322?operation=statistikAbruftabellen&levelindex=0&levelid=1350917255456&index=3>
- [16] Düngerverordnung (DüV): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 10.01.2006, Stand der Information: 9.Juli.2012, http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf
- [17] BENKER, M., RÖHLING, D.: Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 18. Auflage, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster, 2013
- [18] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Nährstoffvergleich NRW 2012, Stand der Information: 3.Juni.2013, <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/naehrstoffvergleich/index.htm>
- [19] Kreis Steinfurt: Tierzahlen, Steinfurt, 2012
- [20] BOHNENKEMPER, O. u.a.: Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen

landwirtschaftlicher Nutztiere, ISBN 3-7690-0643-7, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 2005

- [21] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: Kalkulationswerte des Wasserverbrauchs in der Tierhaltung, Münster, 2013
- [22] Landesvereinigung der Milchviehwirtschaft Nordrhein-Westfalen: Durchschnittliche Milchleistung Kreis Steinfurt, Krefeld, 2011
- [23] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): Hennenhaltung und Eiererzeugung im Regierungsbezirk Münster, 2011
- [24] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): Schlachtungen im Jahr 2011, 2011
- [25] Kreis Steinfurt Agenda 21-Büro: Biogasanlagenliste Kreis Steinfurt, Steinfurt, 2012
- [26] Statistisches Bundesamt: Bodennutzung, Stand der Information: 17.12.2012, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Bodenutzung/Tabellen/HauptnutzungsartenLF.html;jsessionid=749FFF4CD965AF7EC26FB3F4AE800ED5.cae3>
- [27] Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe: Biogas, Stand der Information: 17.12.2012, <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas.html>
- [28] Nährstoffbörsen vom Betriebshilfsdienst und Maschinenring Steinfurt-Bentheim: Auskunft der über die Nährstoffbörsen gehandelten Nährstoffe im Kreis Steinfurt für 2011
- [29] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, ISBN 978-3-7843-5191-9, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup, Münster, 2011
- [30] HÜLSBERGEN, K.J.: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme, ISBN 3-8322-1464-X, Shaker Verlag, Aachen, 2003
- [31] WEIß, J., PABST, W., und GRANZ, S.: Tierproduktion, 14. Auflage, ISBN 978-3-8304-1161-1, Enke Verlag, Stuttgart, 2011

- [32] CLAUS, S. u.a.: Energiebilanz im Lebenszyklus der Biogasproduktion aus, 55. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (AGGF), ISSN 978-3-00-035393-2, 128-133, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg, 2011
- [33] MOERSCHNER, J., GEROWITT, B.: Informationssystem Nachwachsende Rohstoffe, Energiebilanzen von Raps bei unterschiedlichen Anbauintensitäten, Stand der Information: 24.10.2012, <http://www.inaro.de/Deutsch/kulturpf/Raps/Moerschner/landte98.htm>
- [34] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Bewässerung im Ackerbau und in gärtnerischen Freilandkulturen, Freising, 2008
- [35] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL): Energieeffiziente Landwirtschaft, ISBN 978-3-939371-59-5, Darmstadt, 2008
- [36] WETTER, C. u.a.: Energie.st Zukunftskreis Steinfurt - Energieautark 2050, Abschlussbericht der Fachhochschule Münster, Steinfurt, 2012
- [37] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen, 34. Auflage, Freising, 2011
- [38] WAHRBURG, U., EGERT, S.: Die große Wahrburg/Egert Kalorien- und Nährwerttabelle, ISBN 978-3-8304-3419-1, TRIAS Verlag, Stuttgart, 2009
- [39] TROEGER, K. u.a.: Qualität von Fleisch und Fleischwaren Band 1, ISBN 3-87150-513-7, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 1998
- [40] ELMADFA, I., LEITZMANN, C.: Ernährung des Menschen, 4. Auflage, ISBN 978-3-8252-8036-9, Ulmer Verlag, Stuttgart, 2004
- [41] Agravis Raiffeisen AG: Futterdeklarationen verschiedener Futtermittel, Münster, 2012
- [42] Verband der Landwirtschaftskammern: Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft, Landwirtschaftskammern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen, 2009
- [43] Bauförderung Landwirtschaft (BFL): Energieeinsatz in der Tierhaltung, ISBN 978-3-7843-3410-3, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2009
- [44] Raiffeisen Steinfurter Land: Preisauskunft Saatgut, Steinfurt, 2012

- [45] Energiesteuergesetz (EnergieStG): Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006, Stand der Information: 24.10.2012, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/energiestg/gesamt.pdf>
- [46] ADAC: Monatliche Durchschnittspreise Kraftstoffe, Stand der Information: 24.10.2012, <http://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/kraftstoffpreise/kraftstoff-durchschnittspreise/default.aspx>
- [47] Landwirtschaftskammer NRW: Die Marktlage, Landwirtschaftliches Wochenblatt, Ausgabe 34, 55-61, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2012
- [48] Landwirtschaftskammer NRW: Die Marktlage: Schweinefütterung, Landwirtschaftliches Wochenblatt, Ausgabe 8, 67, Landwirtschaftsverlag, Münster, 2012
- [49] Tecson: Heizölpreise, Stand der Information: 24.10.2012, <http://www.tecson.de/pheizoel.html>
- [50] Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom vom 25. Oktober 2008, Stand der Information: 6.Juli.2009, <http://www.gesetzeiminternet.de/>

9.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Unterteilung der Produktionsprozesse	4
Abb. 3-1:	Flächennutzung im Kreis Steinfurt (Katasterfläche 31.12.2011) [2]	6
Abb. 3-2:	Fließschema des Produktionsprozesses Pflanzenbau	7
Abb. 3-3:	Nutzung der landwirtschaftlichen Fläche 2011 [3]	8
Abb. 3-4:	Rechtsformen der landwirtschaftlichen Betriebe (2009) [4]	9
Abb. 3-5:	Zwischenfruchtanbau 2009 (auf der Basis des Regierungsbezirkes Münster ermittelt) [4]	17
Abb. 3-6:	Fließbild der Massenströme im Bereich Pflanzenbau	18
Abb. 3-7:	Fließschema des Produktionsprozesses Viehhaltung	19
Abb. 3-8:	Anzahl der Viehhaltungsbetriebe im Kreis Steinfurt (2011) [19]	20

Abb. 3-9:	Fließbild der Massenströme im Bereich Viehhaltung	30
Abb. 3-10:	Fließschema des Produktionsprozesses Biogas	31
Abb. 3-11:	Anzahl der Biogasanlagen nach Leistungsklassen [25]	32
Abb. 3-12:	Leistung der Biogasanlagen nach Leistungsklassen [25]	32
Abb. 3-13:	Fließbild der Massenströme im Bereich Biogas	35
Abb. 3-14:	Maisanbau und Nutzungspfade	36
Abb. 3-15:	Fließbilder der Massenströme an Nährstoffen (links Stickstoff, in der Mitte Phosphor und rechts Kalium)	40
Abb. 3-16:	Fließbild der gesamten Massenströme	43
Abb. 4-1:	Schema der Energiestufen zur Bewertung von Futtermitteln (nach [31])	44
Abb. 4-2:	Fließbild der Energieströme im Bereich Pflanzenbau	49
Abb. 4-3:	Fließbild der Energieströme im Bereich Viehhaltung	54
Abb. 4-4:	Fließbild der Energieströme im Bereich Biogas	57
Abb. 4-5:	Fließbild der gesamten Energieströme	59
Abb. 5-1:	Arbeitskräfte (links) und deren Arbeitsleistung (AK-E) (rechts) in landwirtschaftlichen Betrieben [4]	60
Abb. 5-2:	Fließbild der Finanzströme im Bereich Pflanzenbau	67
Abb. 5-3:	Fließbild der Finanzströme im Bereich Viehhaltung	75
Abb. 5-4:	Fließbild der Finanzströme im Bereich Biogas	78
Abb. 5-5:	Fließbild der gesamten Finanzströme	80
Abb. 6-1:	Netzdiagramm mit den Einflussgrößen für die Entwicklung der Landwirtschaft während der nächsten 10 Jahre	83

9.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1:	Spezifischer Saatgutbedarf [5], [6]	10
Tab. 3-2:	Saatgutbedarf [3]	10
Tab. 3-3:	Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung im Kreis Steinfurt (2009) [7]	11

Tab. 3-4:	Kompostanfall im Kreis Steinfurt [8], [9]	12
Tab. 3-5:	Nährstoffzufuhr in NRW durch Mineraldünger (2010/2011) [10]	12
Tab. 3-6:	Nährstoffvergleich für Nordrhein-Westfalen [4], [10], [11]	13
Tab. 3-7:	Nährstoffvergleich Kreis Steinfurt mit Bestimmung des mineralischen Nährstoffaufwandes [4], [10], [11]	13
Tab. 3-8:	Mineralischer Stickstoffbedarf aus Sollwerten berechnet [3], [13]	14
Tab. 3-9:	Mineralischer Phosphoraufwand aus Unterfußdüngung im Mais [3], [14]	15
Tab. 3-10:	Ernteerträge im Drei-Jahres-Schnitt(2009-2011) [3], [15], [16], [17]	15
Tab. 3-11:	Nährstoffgehalte der Haupt- und Nebenernteprodukte [11], [18]	16
Tab. 3-12:	Abfuhr von Nährstoffen mit den Haupt- und Nebenernteprodukten [3], [11], [15], [16], [18]	16
Tab. 3-13:	Viehhaltung im Kreis Steinfurt (2011) [19]	20
Tab. 3-14:	Produzierte und benötigte Jungtiere [1]	22
Tab. 3-15:	Futteraufwand Rinder [20]	22
Tab. 3-16:	Futteraufwand Schweine [20]	23
Tab. 3-17:	Futterwand Hühner [20]	23
Tab. 3-18:	Futterwand Puten [20]	23
Tab. 3-19:	Futteraufwand Pferde [20]	23
Tab. 3-20:	Futterverwertung von Schweinen und Geflügel [1]	24
Tab. 3-21:	Tränkwasserbedarf [1], [21]	24
Tab. 3-22:	Prozesswasserbedarf [1], [21]	25
Tab. 3-23:	Einstreubedarf [1], [6]	25
Tab. 3-24:	Milchproduktion [22]	26
Tab. 3-25:	Eierproduktion [1], [23]	26
Tab. 3-26:	Fleischproduktion [1], [24]	26
Tab. 3-27:	Tierverluste [1]	27
Tab. 3-28:	Nährstoffbilanz Rinder [20]	28

Tab. 3-29:	Nährstoffbilanz Schweine [20]	28
Tab. 3-30:	Nährstoffbilanz Hühner [20]	28
Tab. 3-31:	Nährstoffbilanz Puten [20]	29
Tab. 3-32:	Nährstoffbilanz Pferde [20]	29
Tab. 3-33:	Gasausbeuten aus Substraten [1]	33
Tab. 3-34:	Substratmix mit Biogas- und Stromertrag (eigene Berechnungen)	33
Tab. 3-35:	Abbauraten der Gärsubstrate [5]	34
Tab. 3-36:	Anfallende Gärreste [5]	34
Tab. 3-37:	Nährstoffgehalte Gärrest [11]	34
Tab. 3-38:	Vergleich Futteraufwand und Anbau [20]	36
Tab. 3-39:	Vergleich Grundfutteranbau und Aufwand [20]	37
Tab. 3-40:	Vergleich von Bedarf und Anbau an Kraftfuttermitteln [20]	37
Tab. 3-41:	Strohanfall und -bedarf	38
Tab. 3-42:	Nährstoffvergleich für den Kreis Steinfurt	39
Tab. 3-43:	Über Nährstoffbörsen vermittelte Stoffströme (2010/2011) [28]	41
Tab. 3-44:	Vergleich Nährstoffmengen Nährstoffbörsen und Gesamtanfall	41
Tab. 3-45:	Vergleich von Produktion und Verbrauch [29]	42
Tab. 4-1:	Brennwerte der Weender-Parameter [30]	44
Tab. 4-2:	Energieäquivalent Saatgut [30], [32], [33]	45
Tab. 4-3:	Kalkulatorische Energieäquivalente für Pflanzenschutzmittel [30]	45
Tab. 4-4:	Primärenergieeinsatz für die Mineraldüngerbereitstellung [30], [35]	46
Tab. 4-5:	Energetische Bewertung Klärschlamm [30], [35]	46
Tab. 4-6:	Energetische Bewertung Kompost [9], [30], [35]	47
Tab. 4-7:	Dieselverbrauch im Pflanzenbau [6], [30]	47
Tab. 4-8:	Bruttoenergie Haupternteprodukte [30], [37]	48
Tab. 4-9:	Bruttoenergie Nebenernteprodukte [30], [37]	48
Tab. 4-10:	Energetische Bewertung Jungtiere [1], [38], [39], [40]	50

Tab. 4-11:	Energiegehalt Futteraufwand Rinder [20], [37], [41]	50
Tab. 4-12:	Energiegehalt Futteraufwand Schweine [20], [37], [41]	50
Tab. 4-13:	Energiegehalt Futteraufwand Hühner [20], [37], [41]	51
Tab. 4-14:	Energiegehalt Futteraufwand Puten [20], [37], [41]	51
Tab. 4-15:	Energiegehalt Futteraufwand Pferde [20], [37], [41]	51
Tab. 4-16:	Durchschnittlicher Energieeinsatz in landwirtschaftlichen Betrieben [42], [43]	51
Tab. 4-17:	Energiegehalt der produzierten tierischen Produkte [38], [39], [40]	52
Tab. 4-18:	Energetische Bewertung Tierverluste	52
Tab. 4-19:	Energetische Bewertung der Nährstoffausscheidungen über Mineraldüngeräquivalente [11], [30]	53
Tab. 4-20:	Kenndaten der Biogasanlagen [1], [5], [25]	55
Tab. 4-21:	Bruttoenergie Substrate [11], [30], [37]	55
Tab. 4-22:	Energetische Bewertung der Gärreste über Mineraldüngeräquivalente [5], [30]	56
Tab. 4-23:	Energiegehalt Biogas [5]	56
Tab. 4-24:	Vergleich von Bedarf und Produktion an Strom und Wärme	58
Tab. 5-1:	Kosten für Saatgut [44]	61
Tab. 5-2:	Pflanzenschutzkosten [1]	62
Tab. 5-3:	Kosten für Mineraldünger Kreis Steinfurt [10]	62
Tab. 5-4:	Finanzieller Wert Klärschlamm [10]	63
Tab. 5-5:	Finanzieller Wert Kompost [10]	63
Tab. 5-6:	Kosten für Dieselkraftstoff [46]	63
Tab. 5-7:	Finanzieller Wert der Ernteprodukte [47]	64
Tab. 5-8:	Maschinenkosten [1]	65
Tab. 5-9:	Arbeitskosten [1]	65
Tab. 5-10:	Beiträge für Hagelversicherung [1]	66

Tab. 5-11:	Finanzielle Bewertung Jungtiere [47]	68
Tab. 5-12:	Finanzieller Wert Futteraufwand Rinder [47]	68
Tab. 5-13:	Finanzieller Wert Futteraufwand Schweine [48]	68
Tab. 5-14:	Finanzieller Wert Futteraufwand Hühner [47]	69
Tab. 5-15:	Finanzieller Wert Futteraufwand Puten [47]	69
Tab. 5-16:	Finanzieller Wert Futteraufwand Pferde [47]	69
Tab. 5-17:	Kosten Energieverbrauch [1], [49]	70
Tab. 5-18:	Finanzieller Wert der tierischen Produkte [47]	70
Tab. 5-19:	Finanzielle Bewertung der Tierverluste [47]	71
Tab. 5-20:	Finanzielle Bewertung der Nährstoffausscheidungen über Mineraldüngeräquivalente [10]	71
Tab. 5-21:	Spezifische Kosten der Viehhaltung [1]	72
Tab. 5-22:	Spezifische Gebäude-, Maschinen- und Arbeitskosten der Viehhaltung [1]	73
Tab. 5-23:	Gesamtkosten der Viehhaltung [1]	73
Tab. 5-24:	Gebäude-, Maschinen- und Arbeitskosten der Viehhaltung [1]	74
Tab. 5-25:	Kosten Substrate [10], [47]	76
Tab. 5-26:	Kosten der Biogaserzeugung [1]	76
Tab. 5-27:	EEG-Vergütung (Basis Inbetriebnahme 2010) [50]	77
Tab. 5-28:	Erlöse aus EEG-Vergütung (Basis Inbetriebnahme 2010)	77
Tab. 5-29:	Erlöse aus Wärmeverkauf [1]	77
Tab. 5-30:	Finanzielle Bewertung der Gärreste über Mineraldüngeräquivalente [10]	78
Tab. 5-31:	Bilanzierung der Arbeitskosten	79

