

Working Paper 533

**Anfall und Qualität der Nebenprodukte aus der Landwirtschaft in der
Oblast Tjumen, Russland**

Teilprojekt 530

Regionales Stoffstrommanagement für Nährstoffe und organischen Kohlenstoff

Maria Störrle, Hans-Jörg Brauckmann, Gabriele Broll

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	ii
Tabellenverzeichnis.....	iii
Abkürzungen	v
1 Einleitung.....	1
2 Methoden.....	2
2.1 Stoffstromanalyse	2
2.2 Berechnung der Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger.....	2
2.2.1 Methoden- und Datenauswahl	2
2.2.2 Sonderbetrachtung der Milchkühe	3
2.2.3 Validierung mit russischen Werten.....	4
2.3 Berechnung des theoretisch erschließbaren Biogaspotentials aus dem Wirtschaftsdünger landwirtschaftlicher Organisationen.....	5
2.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger.....	6
2.4.1 Methoden- und Datenauswahl	6
2.4.2 Methan-Emissionen	7
2.4.3 Distickstoffmonoxid-Emissionen.....	9
2.4.4 CO ₂ - Äquivalente	10
3 Ergebnisse	11
3.1 Stoffströme in landwirtschaftlichen Betrieben und Haushalten	11
3.1.1 Landwirtschaftliche Struktur	11
3.1.2 Strohverwertung	15
3.1.3 Schlachtabfälle und gefallene Tiere	16
3.1.4 Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger	18
3.1.4.1 Regionaler Nährstoffanfall	18
3.1.4.2 Regionales Düngepotential aus dem Wirtschaftsdünger.....	21
3.1.5 Praxisbeispiele.....	28
3.2 Theoretisch erschließbares Biogaspotential	30
3.3 Treibhausgasemissionen	30
4 Zusammenfassung.....	37
5 Literatur.....	38

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Prozentualer Produktionsumfang für tierische Erzeugnisse der drei Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2011, Quelle: Statistikamt der Oblast Tjumen 2014.....	14
Abb. 2: Anzahl der Betriebe (ohne Haushalte) je Rajon unterteilt nach Produktionszweigen: Nur Ackerbau, nur Tierhaltung oder Mischbetrieb in der Oblast Tjumen im Jahr 2011.....	15
Abb. 3: Stroheinstreu im Kuhstall von „Jasen Agro“, Jarkovskij Rajon	16
Abb. 4: Verendete Hennen aus der Käfighaltung bei „Tjumenskij Broiler“, Tjumen	16
Abb. 5: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche im Rajon mit prozentuellen Anteilen der Betriebsformen, 2011.....	23
Abb. 6: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche im Rajon mit prozentuellen Anteilen der Betriebsformen, 2011.....	25
Abb. 7: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche im Rajon mit prozentuellen Anteilen der Betriebsformen, 2011.....	27
Abb. 8: Überdüngung mit Geflügelgülle auf den Ackerflächen der Geflügelfabrik „Pyschmyskaja“, Tjumen	28
Abb. 9: Sammelbecken für Geflügelgülle, „Tjumenskij Broiler“, Tjumen	29
Abb. 10: Trockener Hühnerkot aus der Bodenhaltung, „Tjumenskij Broiler“, Tjumen	29
Abb. 11: Jährliche CO ₂ -Äq _{GTP20} aus dem Wirtschaftsdünger unterteilt nach den Betriebsformen in der Oblast Tjumen, 2011	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechneter und gemessener N-Anfall in der Gülle der Milchkühe des Versuchsbetriebs „Utschchoz“	5
Tabelle 2: Biogaserträge und Methangehalte der jeweiligen Tierklassen je Tonne Frischmasse des Wirtschaftsdüngers.....	6
Tabelle 3: Methan-Emissionsfaktoren berechnet nach der Tier-2-Methode für verschiedene Betriebsformen in der Oblast Tjumen.....	9
Tabelle 4: Lachgas-Emissionsfaktoren für die Tier-2-Methode für verschiedene Betriebsformen in der Oblast Tjumen	10
Tabelle 5: Global warming potential (GWP)- und global temperature change potential (GTP)- Werte für einen 20- und 100-jährigen Zeithorizont.....	10
Tabelle 6: Durchschnittliche Größe der Ackerfläche und Anzahl der Tiere je Betrieb in verschiedenen Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2006.....	11
Tabelle 7: Tierzahlen in den Rajons unterteilt nach Tierklasse und Betriebsform in der Oblast Tjumen im Jahr 2011	12
Tabelle 8: Ackerflächen je Rajon und Betriebsform in der Oblast Tjumen im Jahr 2011	13
Tabelle 9: Produktionsmengen für tierische Erzeugnisse der drei Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2011	14
Tabelle 10: Biologische Abfälle, die von „Ischimskij Vetsanutilzavod“ im Jahr 2011 in den Rajons der Oblast Tjumen eingesammelt wurden	17
Tabelle 11: Jährlicher Wirtschaftsdüngeranfall in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011	18
Tabelle 12: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011.....	19
Tabelle 13: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011.....	20
Tabelle 14: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011.....	21
Tabelle 15: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011.....	22
Tabelle 16: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011.....	24

Tabelle 17: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011.....	26
Tabelle 18: Jährlicher Biogas- und Methanertrag aus dem Wirtschaftsdünger landwirtschaftlicher Organisationen je Rajon, 2011	30
Tabelle 19: Jährliche Treibhausgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger je Rajon, 2011.....	32
Tabelle 20: Jährliche Methan – Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011.....	33
Tabelle 21: Jährliche Lachgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011.....	34
Tabelle 22: Jährliche CO ₂ -Äq _{GTP20} aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011	35
Tabelle 23: Jährliche durchschnittliche CO ₂ -Äq _{GTP20} je Tier in verschiedenen Betriebsformen in der Oblast Tjumen, 2011	36

Abkürzungen

a⁻¹ – annum (Jahr)

AF - Ackerfläche

B – Biogasertrag der Tierklasse

B_o – Methan-Bildungspotential von volatile solids

BEF – Biogasertragsfaktor

CH₄ – Methan

CO₂-Äq. – CO₂-Äquivalente

EF – Emissionsfaktor

FM – Frischmasse

Gl. – Gleichung

GWP – Global warming potential

GTP – Global temperature change potential

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

kt – Kilotonnen

KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

l – Liter

LWK – Landwirtschaftskammer

MCF – Methan-Umwandlungsfaktor für das Lagerungssystem in der Klimaregion

MW_{el} – Megawatt elektrisch

Nm³ – Normkubikmeter

R² - Bestimmtheitsmaß

St. - Stück

THG - Treibhausgas

t – Tonnen

VS – Volatile solids

1 Einleitung

Ziel der Untersuchung ist es, die Mengen und die Qualität der Nebenprodukte aus der Landwirtschaft in der Oblast Tjumen zu bestimmen. Zu den Nebenprodukten aus der Landwirtschaft zählen Wirtschaftsdünger, Stroh und Schlachtabfälle. Die Erfassung der Menge der Nebenprodukte stellt den ersten Schritt der Stoffstromanalyse auf Betriebsebene und regionaler Ebene dar.

Um die regionale Verteilung der Quantitäts- und Qualitätsmerkmale der Nebenprodukte aufzudecken, wurde eine Auswertung von offiziellen statistischen Daten durchgeführt. Betriebsbesichtigungen lieferten weitere Informationen für Praxisbeispiele. In den Fällen, in denen keine Daten vorlagen, wurden Expertenmeinungen berücksichtigt.

Die Datengrundlage erlaubt Berechnungen auf der Ebene der Rajons. Diese Berechnungen sollen einen Überblick über das Reststoffpotential der Nebenprodukte hinsichtlich der Düngung, der energetischen Verwertung und auch über deren Beitrag zum Klimawandel durch die entstehenden Treibhausgase Methan und Lachgas geben.

In der offiziellen landwirtschaftlichen Statistik der Oblast Tjumen werden drei Betriebsformen unterschieden: Landwirtschaftliche Organisationen, Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen sowie die Haushalte. Die Betriebsformen haben unterschiedlichen Einfluss auf die Stärke der Umweltbelastung im Umgang mit den Nebenprodukten, der in der folgenden Auswertung verdeutlicht wird.

Die Ergebnisse dieser Studie bilden eine Grundlage für die Entwicklung eines Stoffstrommanagements auf regionaler Ebene, das das Verteilungsproblem entschärft und gleichzeitig Transportkosten einspart, Bodenfruchtbarkeit erhält und eventuell sogar erhöht sowie die Ressourcen und die Umwelt schont. Zusätzlich werden Bewirtschaftungsempfehlungen für die Düngung und mechanische Bodenbearbeitung erarbeitet, um langfristig, trotz Klimawandel, die Produktivität der landwirtschaftlichen Böden zu erhöhen.

2 Methoden

2.1 Stoffstromanalyse

Mit der Stoffstromanalyse werden die Verwertungs- oder Entsorgungswege der Nebenprodukte analysiert, um das Reststoffpotential aufzudecken. Faktoren für die Reststoffverwertung sind die Betriebsgröße und der Produktionszweig. Die Datengrundlage für diese Auswertung ist die detaillierte Agrarstrukturerhebung von betriebswirtschaftlichen Daten in Russland im Jahr 2006 sowie offizielle Daten der regionalen Administration oder weitere Daten aus russischen statistischen Informationssystemen.

Betriebsbesichtigungen liefern weitere Informationen über die Stoffwege der Nebenprodukte im Betrieb. In den Jahren 2012 und 2013 wurden sechs Großbetriebe von den SASCHA-Mitarbeitern besichtigt. Dazu zählten drei Geflügelproduzenten „Tjumenskij Broiler“, „Pyshminskaja“ und „Borowskaja“ und der Versuchsbetrieb der Agraruniversität Tjumen im Tjumenskij Rajon. Im Isetzkij Rajon wurde der Milchviehbetrieb „Eviko Agro“ besichtigt sowie ein weiterer Milchvieh- und Schweinebetrieb „Jasen Agro“, dessen landwirtschaftliche Flächen sich über den Tjumenskij und den Jarkovskij Rajon erstrecken.

In den Fällen, in denen keine offiziellen Daten vorlagen, wurden Expertenmeinungen von Hans-Jörg Brauckmann, Insa Kühling und Andrej Yurtaev berücksichtigt.

2.2 Berechnung der Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger

2.2.1 Methoden- und Datenauswahl

Als Grundlage für die Berechnung der anfallenden Mengen und der Qualität von tierischen Exkrementen dienen die Tierzahlen aus der offiziellen russischen Statistik des Jahres 2011. Dabei werden zum Ende des Jahres alle Tiere in der Oblast Tjumen in jedem Betrieb, jeder Vereinigung und jedem Haushalt gezählt. Die Berechnung erfolgt für drei Betriebsformen:

- Landwirtschaftliche Organisationen
- Einzelbetriebe und Bauernvereinigungen
- Haushalte

Um das Düngepotential des Wirtschaftsdüngers aufzuzeigen, wird der Nährstoffanfall aus der Tierhaltung auf die Ackerfläche im jeweiligen Rajon und in der jeweiligen Betriebsform bezogen. Zu den Ackerflächen zählen Flächen für den Getreide-, Gemüse-, Kartoffel-, Sonnenblumen- und Hülsenfrüchteanbau.

Für die grafische Darstellung wurden mit ArcMap 10 von Esri Karten erstellt, die die räumliche Verteilung verdeutlichen. Dabei wurden die errechneten Werte für die Städte in die jeweiligen Rajons integriert. Aufgrund der Größe ist der Stadtkreis Zavodukovsk davon ausgenommen.

In die Berechnung aufgenommene Tierklassen sind: Rinder, Kühe, Pferde, Schafe/Ziegen, Schweine und Geflügel. Bei Geflügel findet zusätzlich eine Unterteilung in Masthähnchen, Legehennen, Boden- und Käfighaltung sowie produktionsbedingten Dungarten Geflügelgülle, Mist und Trockenkot statt.

Für die Berechnung der anfallenden Menge des Wirtschaftsdüngers müssen die verschiedenen Altersgruppen der Tiere definiert werden. Die Altersgruppen der Tiere in den verschiedenen

Betriebsformen wurden im Jahr 2006 statistisch erfasst. Da in der Regel keine statistische Erfassung der Altersgruppen stattfindet, musste die prozentuelle Verteilung aus dem Jahr 2006 auf die Tierzahlen im Jahr 2011 übertragen werden.

Die Nährstoffgehalte in tierischen Exkrementen landwirtschaftlicher Nutztiere werden nach den Richtwerten für Nährstoffausscheidungen der Landwirtschaftskammer (LWK) Niedersachsen berechnet. Dabei erfolgt eine Zuordnung für die Auswahl der Umrechnungsfaktoren nach den oben genannten Kriterien. Die Umrechnung von Phosphat (P_2O_5) in Phosphor (P) erfolgt mit dem Faktor 0,4364 und für Kali (K_2O) in Kalium (K) mit 0,8302 (LUFA Nord-West 2014).

Für die Berechnung der Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger wurden andere, internationale Rechenansätze angewendet. Gleichungen nach IPCC 2006, FAO 1996 und das EC-Verfahren der Europäischen Kommission 2002 wurden mit den Werten der LWK und den russischen Werten aus einem Versuch (siehe Unterkapitel 2.2.2) verglichen. Richtwerte der LWK erwiesen sich als geeignet, da Unterschiede des Futters, der Produktion, des Geschlechts und der verschiedenen Altersgruppen der Tiere in der Berechnung berücksichtigt werden.

2.2.2 Sonderbetrachtung der Milchkühe

Nach Angaben von Insa Kühling und Hans-Jörg Brauckmann (mündliche Mitteilungen 2013) befinden sich die Schweinehaltung und die Geflügelproduktion in modernen großen Ställen auf ähnlichem Niveau wie in Deutschland. Stark unterscheiden sich jedoch die Milchleistungen von denen der deutschen Milchkühe. Die niedrigen Milcherträge in der Oblast Tjumen resultieren aus nährstoff- und proteinarmem Futter (Bulatov & Kurdogljjan 2006). Von der Milchleistung einer Kuh hängen die Menge und die Nährstoffzusammensetzung der Gülle ab (Pötsch et al. 2006, Dämmgen et al. 2007, Steinwider & Guggenberger 2003).

Für die Berechnung der ausgeschiedenen Nährstoffe der Milchkühe wurden Milchleistungen mit rajonbasierten Daten aus dem Jahr 2011, unter Einbeziehung verschiedener Betriebsformen, berechnet. Hierfür wurde die Anzahl der Milchkühe in der jeweiligen Betriebsform durch die produzierte Milchmenge im Rajon dividiert.

In den Richtwerten der Landwirtschaftskammer Niedersachsen liegt die niedrigste Milchleistung pro Kuh bei 6000 Liter im Jahr. Die mittlere Milchleistung in der Oblast Tjumen lag 2011 bei 5011 Liter je Milchkuh (Vereintes zwischenbehördliches statistisches Informationssystem 2014). Der lineare Zusammenhang zwischen Milchleistung und Nährstoffausscheidung wird von Pötsch & Gruber 2006, Dämmgen et al. 2007 und Steinwider & Guggenberger 2003 bestätigt. Aus drei Datenpaaren für Stickstoffausscheidungen der LWK Niedersachsen lässt sich folgende Regressionsgleichung (Nr. 1) für Grünlandbetriebe ableiten. In den Gleichungen aufgeführte Koeffizienten wurden mit der einfachen linearen Regression in Excel 2010 berechnet. Das Bestimmtheitsmaß wird mit R^2 dargestellt. Diese Gleichung wurde eingesetzt, um die Stickstoffgehalte zu errechnen, die von der Milchleistung abhängen.

Regressionsgleichung Nr. 1, $R^2 = 0,99$

$$N = 0,0075 * ML + 73,33$$

N	Ausgeschiedene Stickstoffmenge je Milchkuh/a [kg]
ML	Milchleistung je Milchkuh/a [l]

Quelle: LWK Niedersachsen 2009

Die anfallende Güllemenge, Phosphat- und Kaligehalte werden bei den Milchkuhen ebenfalls aus den Wertepaaren der LWK mit den Regressionsgleichungen 2, 3 und 4 abgeleitet.

Regressionsgleichung Nr. 2, $R^2 = 1$

$$G = 0,0005 * ML + 16$$

G	Ausgeschiedenes Güllevolumen je Milchkuh/a [m ³]
ML	Milchleistung je Milchkuh/a [l]

Quelle: LWK Niedersachsen 2009

Regressionsgleichung Nr. 3, $R^2 = 0,97$

$$P_2O_5 = 0,002 * ML + 26,3$$

P ₂ O ₅	Ausgeschiedene Phosphatgehalte je Milchkuh/a [kg]
ML	Milchleistung je Milchkuh/a [l]

Quelle: LWK Niedersachsen 2009

Regressionsgleichung Nr. 4, $R^2 = 0,99$

$$K_2O = 0,0005 * ML + 121,67$$

K ₂ O	Ausgeschiedene Kaligehalte je Milchkuh/a [kg]
ML	Milchleistung je Milchkuh/a [l]

Quelle: LWK Niedersachsen 2009

2.2.3 Validierung mit russischen Werten

Auf dem Versuchsbetrieb der Agraruniversität Tjumen wurden 2001-2002 Versuche mit Futtermischungen für Milchkühe durchgeführt (Bulatov & Kurdogljjan 2006). In einer Variante wurde die Nährstoffverwertung der Milchkühe aus Heu und Kraftfutter überprüft. Die Milchkühe bekamen täglich 68,6 kg Heu, 10,5 kg Kraftfutter und 0,09 kg Vitaminzusätze. Die N-Ausscheidung bei einer Milchleistung von 7.727 Liter im Jahr ist vergleichbar mit denen der Grünlandbetriebe in den Richtwerten der LWK (Tabelle 1).

Für die Validierung der Stickstoffgehalte wird ein Regressionsmodell nach Klimont & Brink 2004 angewendet (Regressionsgleichung Nr. 5). Nach diesem Modell beträgt die ausgeschiedene Stickstoffmenge 137,54 kg N/a. Sie unterscheidet sich daher nicht wesentlich von den tatsächlich ausgeschiedenen N-Gehalten 137,6 kg N/a der Milchkühe im Versuchsbetrieb der Agraruniversität Tjumen.

Regressionsgleichung Nr. 5, $R^2 = 0,84$	
$N = 0,018 * ML + 0,22$	
N	Ausgeschiedene Stickstoffmenge je Milchkuh/a [kg]
ML	Milchleistung je Milchkuh/a [l]

Quelle: Klimont & Brink 2004

Tabelle 1: Berechneter und gemessener N-Anfall in der Gülle der Milchkühe des Versuchsbetriebs „Utschchoz“

Verrechnungsverfahren	[kg N/Tier/a]
LWK-Wert bei 8000 l Milchleistung	132
LWK-Wert nach Gl. Nr.1	131,3
N-Gehalt nach Gl. Nr . 5, Klimont und Brink 2004	137,5
Gemessener Wert für 7.727 l Milchleistung bei „Utschchoz“	137,6

Quelle: Klimont & Brink 2004, Bulatov & Kurdogljan 2006, LWK Niedersachsen 2009

2.3 Berechnung des theoretisch erschließbaren Biogaspotentials aus dem Wirtschaftsdünger landwirtschaftlicher Organisationen

In die Berechnung des theoretisch erschließbaren Biogasertrags gehen landwirtschaftliche Organisationen ein. Der Wirtschaftsdünger kleinerer Betriebe und der Haushalte wird nicht einbezogen, weil kleine Mengen je Betrieb bzw. Haushalt anfallen.

Das Biogaspotential aus dem Wirtschaftsdünger landwirtschaftlicher Organisationen wird auf der Ebene des Rajons berechnet. Die Datengrundlage sind Wirtschaftsdüngermengen (FM – Frischmasse), die mit Richtwerten der LWK Niedersachsen 2009 berechnet worden sind.

In der Berechnung wurden folgende vier Tierklassen (TKL) berücksichtigt: Rinder, Pferde, Schweine und Geflügel. Für jede Tierklasse im Rajon wurde die Gleichung Nr. 6 angewendet. Die Biogaserträge für die verschiedenen Tierklassen und die dazugehörigen Umrechnungsfaktoren für die Methanausbeute (Tabelle 2) wurden den Angaben des Biogas-Wirtschaftlichkeitsrechners entnommen (KTBL 2014).

$$B_{TKL} = FM_{TKL} * BEF_{TKL}$$

B_{TKL}	Biogasertrag der Tierklasse (TKL) [Nm ³]
FM_{TKL}	Frischmasse der Gülle oder des Mistes der jeweiligen Tierklasse [t]
BEF_{TKL}	Biogasertragsfaktor der Tierklasse [Nm ³ /t FM]

Quelle: KTBL 2014

Tabelle 2: Biogaserträge und Methangehalte der jeweiligen Tierklassen je Tonne Frischmasse des Wirtschaftsdüngers

Dungart	Biogasertrag	Methangehalt
	[Nm ³ /t FM]	[%]
Rindergülle	30,4	55
Schweinegülle	20,2	60
Pferdemist	112,5	52
Geflügelmist	150	55

Quelle: KTBL 2014

2.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger

2.4.1 Methoden- und Datenauswahl

Die Berechnung erfolgt nach den Angaben des Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC in „Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories“ 2006, Kapitel 10 – „Emissions from Livestock and Manure Management“. Die Methan- und Lachgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger werden mit der Tier-2-Methode berechnet.

Die Emissionsberechnungen stellen eine Abschätzung von THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in der Oblast Tjumen dar. Viele Faktoren, die für eine genauere Kalkulation benötigt werden, sind nicht bekannt. Es ist von einer Überschätzung der Werte auszugehen, da die Verrechnungsparameter der Emissionsfaktoren für das nordamerikanische Klima gelten. Für kühle asiatische Klimaregionen liegen keine THG-Untersuchungen vor, aus denen die tierbezogenen Verrechnungsparameter oder Emissionsfaktoren für den Wirtschaftsdünger abgeleitet werden können. In Nordamerika sind drei bis vier Monate im Jahr unter 0 Grad Celsius. In der Oblast Tjumen sind es hingegen sechs Monate (TuTiempo.net 2014). Methan- und Lachgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger sind stark temperaturabhängig (Rodhe et al. 2009 und Park 2006). Die Emissionsfaktoren für die Tier-1- oder Tier-2-Methode werden von empirischen Untersuchungen abgeleitet. Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren nach der Tier-2-Methode liegt laut IPCC 2006 bei ± 20 %. Die untersuchten Betriebe haben in der Regel für den anfallenden Wirtschaftsdünger übliche Lagerungssysteme (Güllesilo oder –lagunen). Der Umgang mit dem Wirtschaftsdünger in der Oblast Tjumen weicht sehr stark von der Norm ab und trägt so

zum größeren Fehlerquotienten der Ergebnisse bei. Das Entsorgen des Wirtschaftsdüngers auf den Kulturfeldern oder im Wald, in dem mehrere hundert Tonnen Wirtschaftsdünger punktuell ausgebracht werden, gilt laut IPCC nicht als ein Lagerungssystem und kann nicht in der Berechnung berücksichtigt werden (Näheres im Kapitel 3.1.5).

Eine Aussage über die Klimawirksamkeit verschiedener Betriebsgrößen und unterschiedlicher Produktionssysteme in der Landwirtschaft kann nur dann getroffen werden, wenn die CH₄-Fermentation (Verdauung) und die Lachgasemissionen aus dem Boden mitberücksichtigt werden.

Bei der Berechnung wird zwischen drei Betriebsformen unterschieden: (1) Landwirtschaftliche Organisation, (2) Einzelunternehmen und Bauernvereinigungen sowie (3) Haushalte. Bei landwirtschaftlichen Organisationen wird eine offene Güllelagerung angenommen. Für die Einzelunternehmer und die Bauernvereinigungen wird angenommen, dass Festmist entsteht. Mit den Verrechnungsfaktoren für Weidegang wird für die Tiere in den Haushalten gerechnet.

Folgende Tierklassen gehen in die Berechnung ein: Milchkühe, andere Rinder, Schafe, Schweine, Pferde und Geflügel. Bei Geflügel wird, so wie unter Kapitel 3.2.1, nach produktionsspezifischen Dungarten unterschieden. Die Populationen der Tiergruppen entsprechen den Tierzahlen, die für die Nährstoffberechnung verwendet worden sind.

2.4.2 Methan-Emissionen

Die Methan-Emissionsfaktoren wurden nach der Gleichung Nr. 7 berechnet. Die Verrechnungsfaktoren entstammen den Tiercharakteristiken aus Nord-Amerika. Die errechneten Emissionsfaktoren (EF) berücksichtigen die unterschiedlichen Lagerungssysteme in den drei Betriebsformen (Tabelle 3).

Zur Validierung der nord-amerikanischen Werte konnten Daten aus dem Fütterungsversuch von Bulatov & Kurdogljjan 2006 für Milchkühe verwendet werden. Es wurde der Anteil der organischen Trockenmasse (VS-volatile solids) im Wirtschaftsdünger mit russischen Werten für die Milchkühe nach Gleichung Nr. 8 berechnet. Der Anteil der VS für Milchkühe in Tjumen beträgt 4,9 kg/Tier/Tag. IPCC Richtlinien geben einen VS-Wert von 5,4 kg/Tier/Tag für Nord-Amerika vor. Der errechnete EF mit russischen Daten für Milchkühe in landwirtschaftlichen Organisationen ist 48,89. Der vorgeschlagene EF für die Tier-1-Methode von IPCC 2006 für Nordamerika ist 48.

Gleichung Nr. 7

$$\text{CH}_4\text{-EF}_{\text{TKL}} = \text{VS} * 365 * B_o * \rho_{\text{CH}_4} * \text{MCF}$$

$\text{CH}_4\text{-EF}_{\text{TKL}}$	Methan-Emissionsfaktor für die Tierklasse (TKL) je Tier [kg]
VS	Volatile solids (organische Trockenmasse) für die Tierklasse (TKL) je Tier am Tag [kg]
365	Zeitkonversion
B_o	Methan-Bildungspotential von VS [kg m ³]
ρ_{CH_4}	Dichte von Methan 0,67 kg [m ³]
MCF	Methan-Umwandlungsfaktor für das Lagerungssystem in der Klimaregion

Quelle: verändert nach IPCC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006

Gleichung Nr. 8

$$\text{VS} = \left[\text{GE} * \left(1 - \frac{\text{DE}\%}{100} \right) + (\text{UE} * \text{GE}) \right] * \left(\frac{1 - \text{ASH}}{18,45} \right)$$

VS	Volatile solids (organische Trockenmasse) für die Tierklasse (TKL) je Tier am Tag [kg]
GE	Brutto-Energieaufnahme [MJ/Tag]
DE%	Verdaulichkeit des Futters [%]
(UE*GE)	Fraktion der Urinenergie von der Bruttoenergie
ASH	Ascheanteil des Wirtschaftsdüngers, berechnet aus der Fraktion der Trockenmasse des aufgenommenen Futters
18,45	Umwandlungsfaktor für die aufgenommene Brutto-Energiemenge pro kg Trockenmasse [MJ/kg]

Quelle: IPCC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006

Verwendete Daten aus Bulatov & Kurdogljan 2006 (Seite 81-95):

- GE - 358,1 [MJ/Tag]
- DE% - 73,9 [%]
- UE - 7,6 [%]
- ASH - 0,24

Tabelle 3: Methan-Emissionsfaktoren berechnet nach der Tier-2-Methode für verschiedene Betriebsformen in der Oblast Tjumen

Tierklasse	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
Milchkühe	48,89*	5,75	2,87
Andere Rinder	18,95	2,23	1,11
Schweine	9,97	1,17	0,59
Schafe	0,19	0,19	0,1
Legehennen (Trockenkot)	0,03	-	-
Legehennen (Gülle)	1,12	-	-
Masthähnchen	0,02	0,02	0,01
Pferde	1,56	1,56	1,09

*VS errechnet mit den Werten aus Bulatov & Kurdogljan 2006

Quelle: IPCC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006

2.4.3 Distickstoffmonoxid-Emissionen

Die direkten N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger werden mit der Tier-2-Methode des IPCC (2006) nach der Gleichung Nr. 9 berechnet. Die ausgeschiedenen N-Mengen je Tiergruppe im Rajon wurden zuvor nach der Methode im Kapitel 2.2 berechnet. Die N₂O-Emissionsfaktoren für die Haushalte wurden den IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006, Kapitel 11 „N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application“ entnommen. Die Emissionsfaktoren für N₂O sind in der Tabelle 4 zusammengestellt.

Gleichung Nr. 9

$$N_2O_{TKL} = (P * N * EF_{N_2O}) * 44/28$$

N ₂ O _{TKL}	N ₂ O – Emissionen je Tierklasse (TKL) und Dungart/a [kg]
P	Population in der Tierklasse (TKL) und Dungart/a
N	Ausgeschiedene Stickstoffmenge je Tier der Tierklasse (TKL) und Dungart/a [kg]
EF _{N₂O}	N ₂ O - Emissionsfaktor je Tierklasse und Dungart
44/28	Konversionsfaktor von N ₂ O-N -Emissionen zu N ₂ O-Emissionen

Quelle: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006

Tabelle 4: Lachgas-Emissionsfaktoren für die Tier-2-Methode für verschiedene Betriebsformen in der Oblast Tjumen

Tierklasse	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
Milchkühe	0,005	0,005	0,02
Andere Rinder	0,005	0,005	0,02
Schweine	0,005	0,005	0,02
Schafe	0,005	0,005	0,01
Legehennen (Trockenkot)	0,005	-	0,02
Legehennen (Gülle)	0,001	-	0,02
Masthähnchen	0,001	0,001	0,02
Pferde	0,005	0,005	0,01

Quelle: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006

2.4.4 CO₂ - Äquivalente

Die Klimawirksamkeit der Methan- und Lachgase wird mit CO₂-Äquivalenten ausgedrückt. Um CO₂-Äquivalente zu erhalten, werden die GWP- und GTP-Werte mit CH₄- und N₂O-Emissionen multipliziert. Bei der Berechnung wird unterschieden zwischen GWP (global warming potential)-Werten und GTP (global temperature change potential)-Werten. Im aktuellen Bericht des IPCC 2013 wird den GTP-Werten eine große Bedeutung beigemessen, bei denen die global gemittelte Temperaturänderung am Ende des Zeithorizonts berücksichtigt wird. Wohingegen mit GWP-Werten die mittlere Erwärmungswirkung über einen Zeitraum beschrieben wird. Es werden zwei Zeithorizonte von 20 und 100 Jahren angegeben (Tabelle 5).

Tabelle 5: Global warming potential (GWP)- und global temperature change potential (GTP)-Werte für einen 20- und 100-jährigen Zeithorizont

Treibhausgas	GWP ₂₀	GWP ₁₀₀	GTP ₂₀	GTP ₁₀₀
CH ₄	86	34	70	11
N ₂ O	268	298	284	297

Quelle: IPCC 2013

3 Ergebnisse

3.1 Stoffströme in landwirtschaftlichen Betrieben und Haushalten

3.1.1 Landwirtschaftliche Struktur

Die landwirtschaftliche Struktur ist ein Faktor für die Verwertung oder Ansammlung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten. Bei kleineren Betrieben kann angenommen werden, dass die entstehenden Nebenprodukte im Betriebskreislauf wieder verwertet werden. In der russischen Statistik gehören zu den kleinen Betrieben die Betriebsformen: Haushalte, Bauernvereinigungen und Einzelunternehmer. In der Tabelle 6 sind die durchschnittlichen Größen aller Betriebsformen dargestellt. Tabelle 7 gibt die Verteilung der Tierzahlen nach Betriebsformen wieder. Die Mehrzahl der Nutztiere wird in den Haushalten gehalten, mit Ausnahme des Geflügels. Der Großteil der Geflügelhaltung (94 %) der gesamten Oblast ist auf vier Großbetriebe verteilt. Die Ackerflächen unterteilt nach den Betriebsformen sind in der Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 6: Durchschnittliche Größe der Ackerfläche und Anzahl der Tiere je Betrieb in verschiedenen Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2006

Betriebsformen in der Statistik	Aufschlüsselung der Betriebsformen	Ø Ackerfläche [ha]	Ø Anzahl der Tiere pro Betrieb		
			Rinder	Schweine	Geflügel
Landwirtschaftliche Organisationen	große und mittlere landwirtschaftliche Organisationen	3.233	760	2.189	572.678
	kleine landwirtschaftliche Organisationen	1.208	233	365	233
	Bauern im Nebenerwerb (für landwirtschaftliche Organisationen)	74	30	105	345
Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Bauernvereinigungen und Einzelunternehmer	109	49	88	62
	Einzelunternehmer ohne Zugehörigkeit zu Bauernvereinigungen	160	51	61	145
Haushalte	Haushalte	0,6	3	4	20
	Gemeinnützige Vereinigungen von Kleingärtnern u. a.	11	11	28	72

Quelle: Vereintes zwischenbehördliches statistisches Informationssystem 2014

Tabelle 7: Tierzahlen in den einzelnen Rajons unterteilt nach der Tierklasse und der Betriebsform in der Oblast Tjumen im Jahr 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen				Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen				Haushalte						
	Rinder	Schweine	Schafe und Ziegen	Geflügel	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe und Ziegen	Geflügel	Pferde	Rinder	Schweine	Schafe und Ziegen	Geflügel	Pferde
Abatskij	6551	0	0	0	73	79	31	190	159	36	7504	7001	9258	39314	1417
Armionskij	411	0	0	0		446	12	20	0	0	3330	3010	4234	14483	346
Aromaschewskij	1985	0	0	0	32	484	58	49	78	5	2997	8969	3257	16322	178
Berjuschskij	1450	0	0	0	83	5	4	0	0	0	3410	10326	4199	27784	225
Vagaiskij	2417	319	0	0	92	24	13	34	60	13	7170	4087	7219	14005	1200
Vikulovskij	6218	677	0	0	205	927	0	0	0	158	4080	8433	5274	29531	437
Golyschmanovskij	4857	0	133	404774	76	248	0	0	100	0	7519	18176	9190	29246	698
Isetskij	11118	15157	0	0	127	954	124	595	123	15	4699	6902	5562	29994	576
Ischimskij	8761	87825	10	0	470	1056	555	272	481	59	11785	14121	11413	50945	1787
Kazanskij	11410	282	0	0	303	151	0	0	15	0	6791	8104	4871	39959	795
Nizhnedavdinskij	6879	0	2652	0	107	1974	471	15	0	41	3999	5049	7122	22391	414
Omuntinskij	3494	10	480	39726	20	1599	44	310	74	15	2538	7287	4222	19364	310
Sladkowskij	5793	0	290	0	160	354	0	0	0	0	7289	3667	9420	26517	986
Sorokinskij	5971	0	0	0	263	386	48	124	45	48	3507	3606	5634	21808	758
Tobolskij	1936	194	1939	0	90	508	2	26	46	14	3406	1669	3566	6587	553
Tjumenskij	18476	5600	148	7152893	270	54	188	151	172	6	6026	8762	4759	16890	547
Uwatskij	312	29	0	0	58	12	40	0	0	40	807	404	489	1672	190
Uparovskij	11546	0	0	0	345	386	1205	310	40	47	6357	11101	5612	28271	546
Jurginskij	1308	571	0	0	16	1458	88	29	300	58	1851	4961	1411	14902	152
Jalutorovskij	7664	0	0	0	191	0	0	0	0	0	5228	3781	3037	12692	558
Jarkovskij	5437	952	15	0	101	91	475	120	80	12	3978	2861	5749	9363	1003
Städte															
Zavodukovsk	11148	54287	0	0	98	65	96	92	87	1	4517	11319	3337	26200	359
Tjumen	30	671	0	0	26	0	0	0	2000	0	419	386	396	3642	24
Tobolsk	15	471	0	0	2	0	0	75	1	0	378	281	250	1971	18
Jalutorovsk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	141	120	1629	4
Ischim	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	177	551	297	7901	15

Quelle: Federales Statistikamt Russlands 2013

Tabelle 8: Ackerflächen je Rajon und Betriebsform in der Oblast Tjumen im Jahr 2011

Rajons	Gesamt	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
Abatskij	37.705	33.624	2.894	1.187
Armionskij	23.998	9.860	13.109	1.029
Aromaschewskij	18.588	14.316	3.238	1.034
Berdjuschskij	42.434	37.369	4.377	688
Vagaikij	9.439	8.042	222	1.175
Vikulovskij	34.585	29.454	3.995	1.136
Golyschmanowskij	62.157	45.575	15.420	1.162
Isetskij	53.666	44.914	7.911	841
Ischimskij	83.208	65.781	15.785	1.642
Kazanskij	57.759	48.975	7.744	1.040
Nizhnedavdinskij	27.387	15.116	10.361	1.910
Omutuniskij	33.303	24.399	7.974	929
Sladkowskij	27.809	22.113	5.121	575
Sorokinskij	20.802	19.104	1.250	448
Tobolskij	7.502	2.955	3.398	1.149
Tjumenskij	27.498	22.956	1.673	2.869
Uwatskij	701	182	162	357
Uparovskij	69.721	63.575	5.469	677
Jurginskij	23.593	19.715	967	2.911
Jalutorovskij	16.899	13.000	3.120	779
Jarkovskij	13.109	11.382	799	928
Städte				
Zavadukovsk	55.931	50.678	4.284	969
Tjumen	1.917	0	0	1.917
Tobolsk	358	0	0	358
Jalutorovsk	380	0	0	380
Ischim	476	0	0	476

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013

Im Durchschnitt wurden in den Jahren 2007 bis 2011 78 % der Kartoffeln, 68 % des Gemüses, 46 % des Fleisches (Lebendgewicht) und 54 % der Milch von Haushalten, Bauernvereinigungen und Einzelbetrieben in der Oblast Tjumen produziert. Die Abbildung 1 und die Tabelle 9 zeigen den Produktionsumfang für tierische Erzeugnisse unterteilt in drei Betriebsformen in der Tjumener Landwirtschaft. Die Fleisch- und Milchproduktion findet zu ca. 50 % in kleinen Betrieben und Haushalten statt. Bei diesen Produzenten kann davon ausgegangen werden, dass die Nebenprodukte durch Weidegang und Stroh im Stall im Betriebskreislauf wieder verwertet werden.

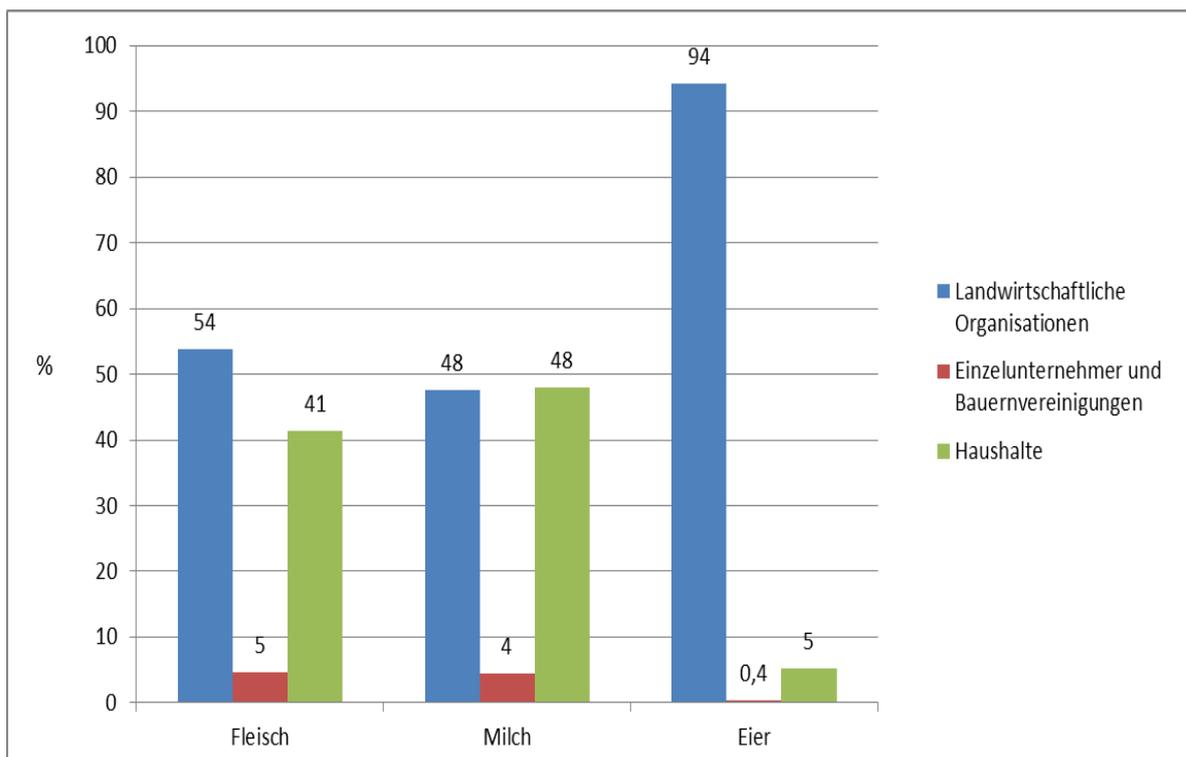


Abbildung 1: Prozentualer Produktionsumfang für tierische Erzeugnisse der drei Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2011

Quelle: Statistikamt der Oblast Tjumen 2014

Tabelle 9: Produktionsmengen für tierische Erzeugnisse der drei Betriebsformen in der Oblast Tjumen im Jahr 2011

Betriebsformen	Fleisch [t]	Milch [t]	Eier [Mill. St.]
Landwirtschaftliche Organisationen	62.300	284.400	1.319
Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	5.434	26.101	6
Haushalte	47.900	286.400	74
Gesamtproduktion	115.634	596.901	1.399

Quelle: Statistikamt der Oblast Tjumen 2014

Ein Drittel der Einzelunternehmer, Bauernvereinigungen und landwirtschaftlicher Organisationen betreiben Pflanzenproduktion und Tierhaltung zusammen (Abbildung 2). In diesem Fall spielt die Entfernung des Feldes vom Stall die entscheidende Rolle. Gülletransport über eine Strecke von mehr als 5 km wird auf Grund der hohen Dieselpreise als nicht wirtschaftlich angesehen.

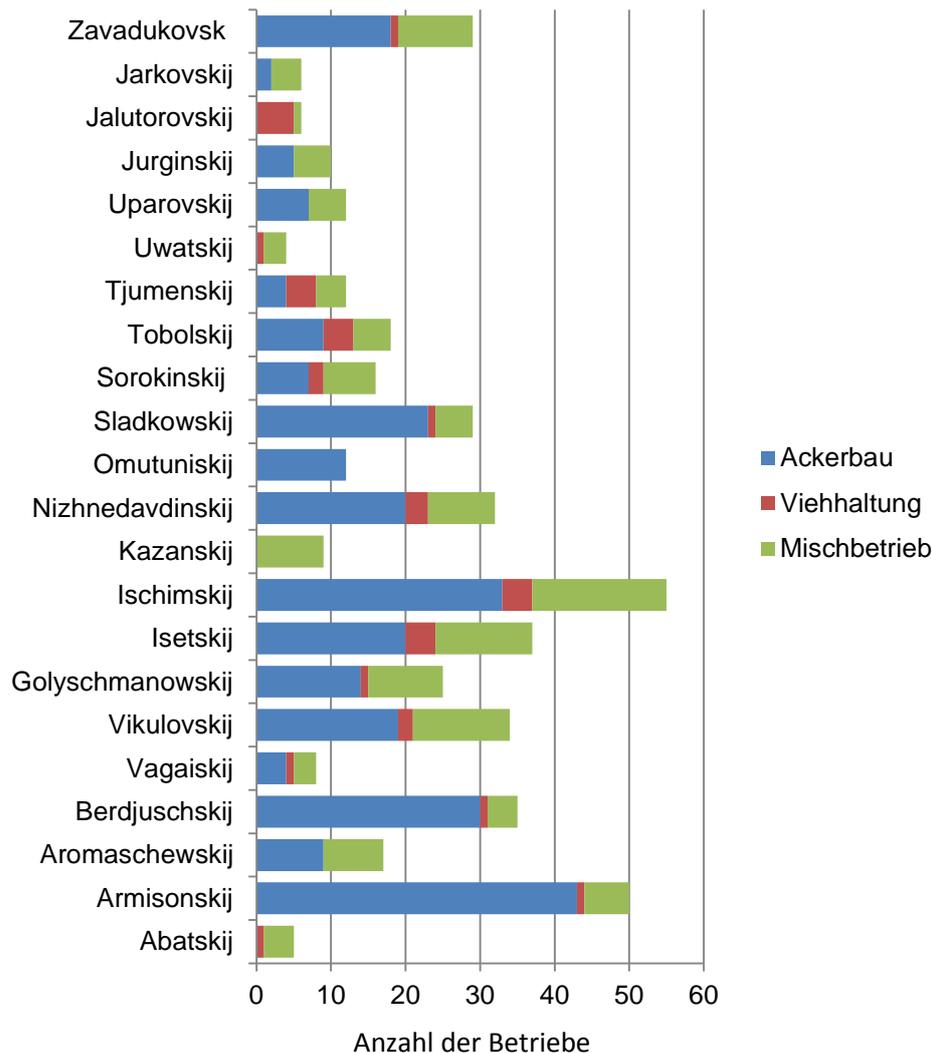


Abbildung 2: Anzahl der Betriebe (ohne Haushalte) je Rajon unterteilt nach Produktionszweigen: Nur Ackerbau, nur Tierhaltung oder Mischbetrieb in der Oblast Tjumen im Jahr 2011
 Quelle: Administration der Oblast Tjumen 2012

3.1.2 Strohverwertung

Beim Umgang mit dem Stroh in kleinen und großen Betrieben sind folgende Praktiken üblich: Häckseln des Strohs auf dem Acker, Verbrennen auf den Feldern, Verwendung als Tierfutter oder Einstreu (Abbildung 3). Ein Großteil des Strohs (80-85 %) verbleibt, in den meisten Fällen gehäckselt, nach der Ernte auf den Feldern. Die übrigen 15-20 % werden geerntet und als Einstreu und Futter verwendet (Andrej Yurtaev und Insa Kühling, mündliche Mitteilungen 2013). Ein geringer Teil des auf den Feldern verbleibenden Strohs wird verbrannt. Im Jahr 2011 wurden 771 Waldbrände in der Oblast Tjumen gezählt, davon sind 3,4 % durch das Verbrennen von Stroh und Ernteresten entstanden (Skudin 2011).

Im Pflanzenbau nehmen landwirtschaftliche Organisationen mit Getreide und Hülsenfrüchten 81 % der gesamten Ackerfläche ein (Statistikamt der Oblast Tjumen 2014). Das Häckseln des Strohs kommt der Humusbilanz zu Gute.



Abbildung 3: Stroheinstreu im Kuhstall von „Jasen Agro“, Jarkovskij Rajon
Quelle: Störrle 2013

3.1.3 Schlachtabfälle und gefallene Tiere

Schlachtabfälle werden meist vor Ort in den Großbetrieben zu Fleischknochenmehl verarbeitet. Der Einsatz von Fleischknochenmehl und Fischmehl gehört zu den üblichen Futtermittelzusätzen in Russland. Abbildung 4 zeigt Hennen, die in der Käfighaltung bei „Tjumenskij Broiler“ verendeten. Schlachtabfälle und Tierkadaver werden bei „Tjumenskij Broiler“ und dem größten Geflügelproduzenten „Borowskaja“ in Abfallverwertungsanlagen eines deutschen Herstellers auf dem Betriebsgelände zu Fleischknochenmehl verarbeitet (EMF Holding AG 2014).



Abbildung 4: Verendete Hennen aus der Käfighaltung bei „Tjumenskij Broiler“, Tjumen
Quelle: Kühling 2012

Die Tierkadaver aus den Haushalten und kleineren Betrieben werden im Wald oder auf Wiesen entsorgt. Es wurden in den Jahren 2010-2011 169 Stellen in der Landschaft gefunden, auf denen

das verendete Vieh entsorgt wurde, indem es an einer bestimmten Stelle abgeladen wurde (Administration der Oblast Tjumen 2012).

Der „Ischimskij Vetsanutilzavod“ ist ein Werk für die Utilisierung von Tierkadavern, Schlachtabfällen, Häuten, Knochen etc. Dieses Werk sammelt Schlachtabfälle und gefallene Tiere ein, um daraus Fleischknochenmehl zu produzieren. Im Jahr 2011 wurden 6.993 Tonnen Schlachtabfälle und andere Nebenprodukte in der Oblast Tjumen von dem „Ischimskij Vetsanutilzavod“ eingesammelt und verarbeitet. In Tabelle 10 ist die Verteilung der Abfälle nach Rajon dargestellt. Insgesamt fielen jedoch im Jahr 2011 in der Oblast Tjumen 263.600 Tonnen Abfallprodukte aus der Landwirtschaft an (Administration der Oblast Tjumen 2012).

Tabelle 10: Biologische Abfälle, die von „Ischimskij Vetsanutilzavod“ im Jahr 2011 in den Rajons der Oblast Tjumen eingesammelt wurden

Rajon	Landwirtschaft	Andere
	[t]	
Abatskij	96	0
Berdjuzhskij	108	0
Wikulovskij	187	0
Golyschmanovskij	44	0
Zavadukovskij	848	0
Isetzskih	458	0
Ischimskij	2.116	4
Kazanskij	323	0
Omutinskij	53	0
Sladkovskij	42	0
Sorokinskij	64	0
Tjumenskij	2.344	205
Uporovskij	23	0
Jaluturovskij	49	29
Gesamt	6.755	238

Quelle: Administration der Oblast Tjumen 2012

3.1.4 Nährstoffgehalte im Wirtschaftsdünger

3.1.4.1 Regionaler Nährstoffanfall

Die regionale Verteilung des Nährstoffanfalls aus dem Wirtschaftsdünger spiegelt die Veredlungsregionen der Oblast Tjumen wider (Tabelle 11-14). Der Tjumenskij Rajon unterscheidet sich stark von den übrigen Rajons. Die konzentrierte Geflügelproduktion der Großbetriebe führt zum hohen Nährstoffüberschuss. Weitere von der Tierproduktion geprägte Rajons sind der Stadtkreis Zavodukovsk, Ischimskij und Isetzkij Rajon. Ein sehr hoher Wirtschaftsdüngeranfall ist in den Haushalten in allen Rajons zu verzeichnen.

Tabelle 11: Jährlicher Wirtschaftsdüngeranfall in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen		Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	Gülle	Mist	Mist	Mist
	[m ³]	[t]	[t]	[t]
Abatskij	78.858	0	900	63.788
Armionskij	4.905	0	2.405	26.848
Aromaschewskij	22.743	0	2.774	27.281
Berdjuschkij	17.227	0	21	31.148
Vagaikij	28.327	0	221	54.684
Vikulovskij	73.234	0	5.963	35.993
Golyschmanowskij	55.757	10.408	1.331	67.767
Isetskij	162.216	936	6.484	38.526
Ischimskij	252.289	3.474	6.617	95.490
Kazanskij	311.509	2.233	261	51.631
Nizhnedavdinskij	82.923	3.441	13.051	34.001
Omutuniskij	40.192	906	10.295	25.182
Sladkowskij	67.312	1.469	2.016	57.588
Sorokinskij	66.512	1.938	2.598	32.368
Tobolskij	21.750	2.602	1.009	26.772
Tjumenskij	1.084.877	96.838	352	46.115
Uwatskij	3.619	428	379	6.420
Uparovskij	141.235	2.543	4.022	49.787
Jurginskij	15.712	118	8.164	15.964
Jalutorovskij	93.465	1.408	0	36.511
Jarkovskij	65.589	759	1.087	35.773
Städte				
Zavodukovsk	136.712	722	512	37.219
Tjumen	0	192	16	2.933
Tobolsk	0	15	75	2.572
Jalutorovsk	0	0	0	1.376
Ischim	0	0	10	1.844

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 12: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[t]		
Abatskij	484	11	788
Armionskij	29	28	336
Aromaschewskij	130	33	370
Berdjuschskij	107	0	425
Vagaikij	166	2	656
Vikulovskij	432	68	473
Golyschmanowskij	639	16	897
Isetskij	1.023	79	492
Ischimskij	1.575	80	1.190
Kazanskij	859	8	646
Nizhnedavdinskij	550	158	437
Omutuniskij	247	124	339
Sladkowskij	400	24	703
Sorokinskij	370	31	404
Tobolskij	149	29	322
Tjumenskij	6.080	7	584
Uwatskij	23	4	75
Uparovskij	897	53	641
Jurginskij	88	96	214
Jalutorovskij	589	0	442
Jarkovskij	392	15	433
Städte			
Zavodukovsk	1.421	7	494
Tjumen	8	1	37
Tobolsk	5	1	32
Jalutorovsk	0	0	17
Ischim	0	0	27

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 13: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[t]		
Abatskij	69	2	142
Armisonskij	4	4	60
Aromaschewskij	19	5	69
Berdjuschskij	16	0	80
Vagaikij	25	0	118
Vikulovskij	64	10	87
Golyschmanowskij	131	2	166
Isetskij	158	12	90
Ischimskij	301	12	217
Kazanskij	123	1	118
Nizhnedavdinskij	80	23	79
Omutuniskij	37	18	63
Sladkowskij	59	3	124
Sorokinskij	56	5	73
Tobolskij	23	4	57
Tjumenskij	1.298	1	107
Uwatskij	4	1	13
Uparovskij	128	9	119
Jurginskij	13	14	40
Jalutorovskij	84	0	80
Jarkovskij	58	3	78
Städte			
Zavodukovsk	249	1	93
Tjumen	2	0	7
Tobolsk	1	0	6
Jalutorovsk	0	0	3
Ischim	0	0	5

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 14: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[t]		
Abatskij	504	11	852
Armionskij	31	31	363
Aromaschewskij	143	36	339
Berdjuschskij	113	0	391
Vagaïskij	179	2	750
Vikulovskij	463	75	466
Golyschmanowskij	473	17	859
Isetskij	945	82	513
Ischimskij	1.053	84	1.267
Kazanskij	891	10	689
Nizhnedavdinskij	571	158	463
Omutuniskij	264	128	317
Sladkowskij	433	26	792
Sorokinskij	420	33	429
Tobolskij	165	34	364
Tjumenskij	3.258	4	610
Uwatskij	25	3	85
Uparovskij	920	44	656
Jurginskij	94	106	200
Jalutorovskij	606	0	499
Jarkovskij	411	12	476
Städte			
Zavodukovsk	1.102	6	473
Tjumen	4	0	41
Tobolsk	2	1	36
Jalutorovsk	0	0	19
Ischim	0	0	23

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

3.1.4.2 Regionales Düngepotential aus dem Wirtschaftsdünger

Um das Düngepotential darzustellen, wird der Nährstoffanfall in der jeweiligen Betriebsform auf die Ackerfläche (AF) in der Betriebsform im jeweiligen Rajon bezogen (Tabelle 15-17). In den landwirtschaftlichen Organisationen besteht nur im Tjumenskij Rajon Nährstoffüberschuss, der auf die konzentrierte Geflügelhaltung zurückzuführen ist. Bei Einzelunternehmen und Bauernvereinigungen ist der Nährstoffanfall pro Hektar Ackerfläche in allen Rajons gering. Eine Ausnahme bildet der Jurginskij Rajon. In den Haushalten besteht ein sehr großer Nährstoffüberschuss in allen Rajons. Überschüssiger Wirtschaftsdünger wird nicht auf den Ackerflächen der Haushalte verteilt. Der Großteil der tierischen Exkrememente gelangt beim Gras

der Nutztiere auf die Weiden. Im Jahr 2011 zählten zu den Weideflächen der Haushalte 513.800 ha Land (Föderaler Dienst der staatlichen Registrierung, des Katasters und Kartographie der Oblast Tjumen 2012), während zu der Ackerfläche der Haushalte 28.566 ha zählten (Föderales Statistikamt Russlands 2014).

Die räumliche Verteilung des Nährstoffanfalls pro Hektar Ackerfläche ist in den Abbildungen 5-7 dargestellt.

Tabelle 15: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche (AF) in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[kg/ha AF]		
Abatskij	14	4	664
Armionskij	3	2	327
Aromaschewskij	9	10	358
Berdjuschskij	3	0	618
Vagaikij	21	10	558
Vikulovskij	15	17	416
Golyschmanowskij	14	1	772
Isetskij	23	10	585
Ischimskij	24	5	725
Kazanskij	18	1	621
Nizhnedavdinskij	36	15	229
Omutuniskij	10	16	365
Sladkowskij	18	5	1.223
Sorokinskij	19	24	901
Tobolskij	50	8	280
Tjumenskij	265	4	203
Uwatskij	128	23	211
Uparovskij	14	10	947
Jurginskij	4	99	73
Jalutorovskij	45	0	567
Jarkovskij	34	19	467
Städte			
Zavodukovsk	28	2	510
Tjumen	0	0	19
Tobolsk	0	0	89
Jalutorovsk	0	0	45
Ischim	0	0	56

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

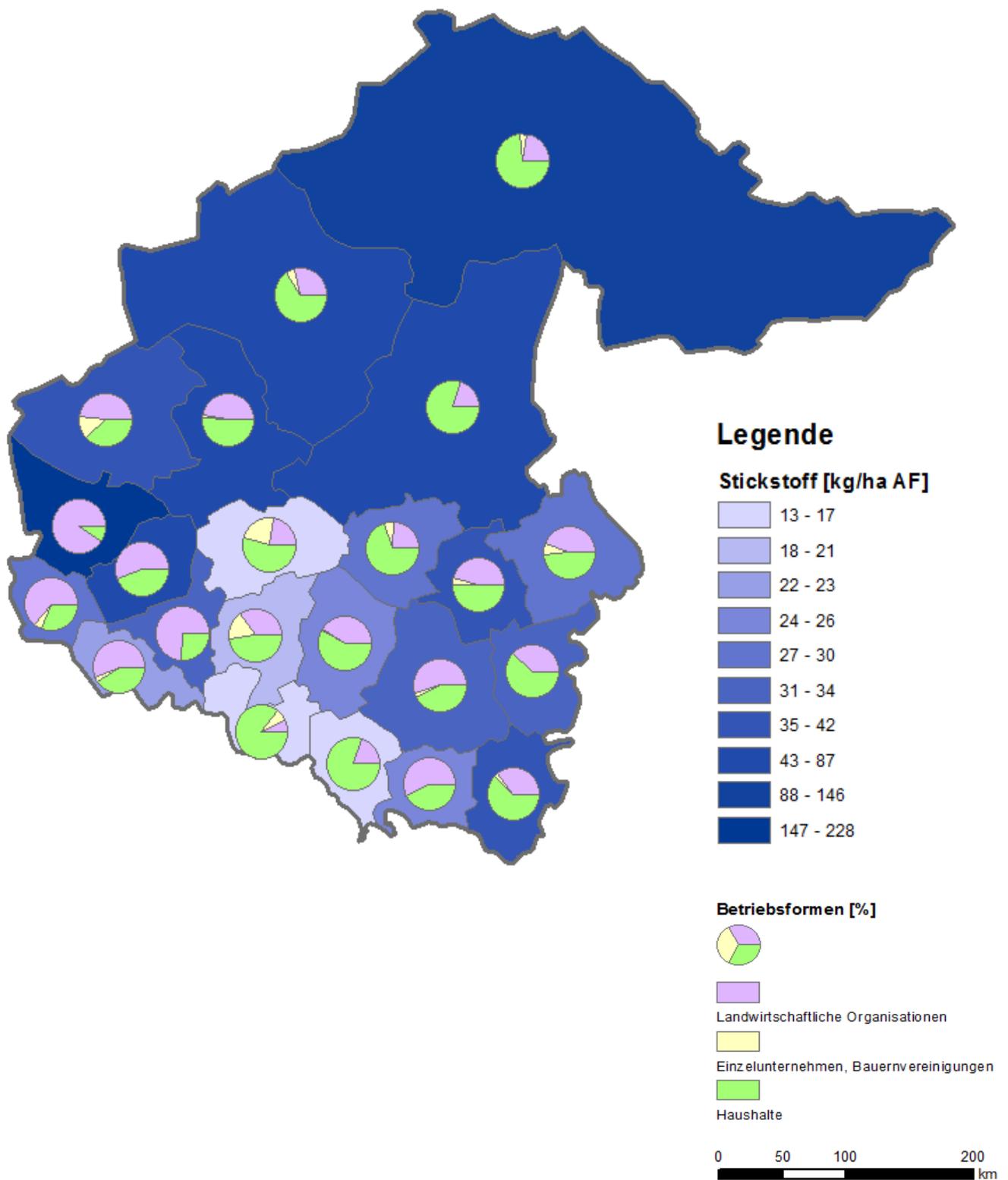


Abbildung 5: Jährlicher Stickstoffanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche (AF) im Rajon (blaue Fläche) mit prozentualen Anteilen der Betriebsformen (Kreisdiagramm), 2011

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 16: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche (AF) in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[kg/ha AF]		
Abatskij	2	1	120
Armisonkij	0	0	58
Aromaschewskij	1	1	67
Berdjuschkij	0	0	116
Vagaikij	3	1	100
Vikulovskij	2	3	77
Golyschmanowskij	3	0	142
Isetskij	4	1	108
Ischimskij	5	1	132
Kazanskij	3	0	113
Nizhnedavdinskij	5	2	42
Omutuniskij	2	2	68
Sladkowskij	3	1	216
Sorokinskij	3	4	162
Tobolskij	8	1	50
Tjumenskij	57	1	37
Uwatskij	20	4	38
Uparovskij	2	2	175
Jurginskij	1	15	14
Jalutorovskij	6	0	102
Jarkovskij	5	3	84
Städte			
Zavodukovsk	5	0	96
Tjumen	0	0	4
Tobolsk	0	0	16
Jalutorovsk	0	0	8
Ischim	0	0	11

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

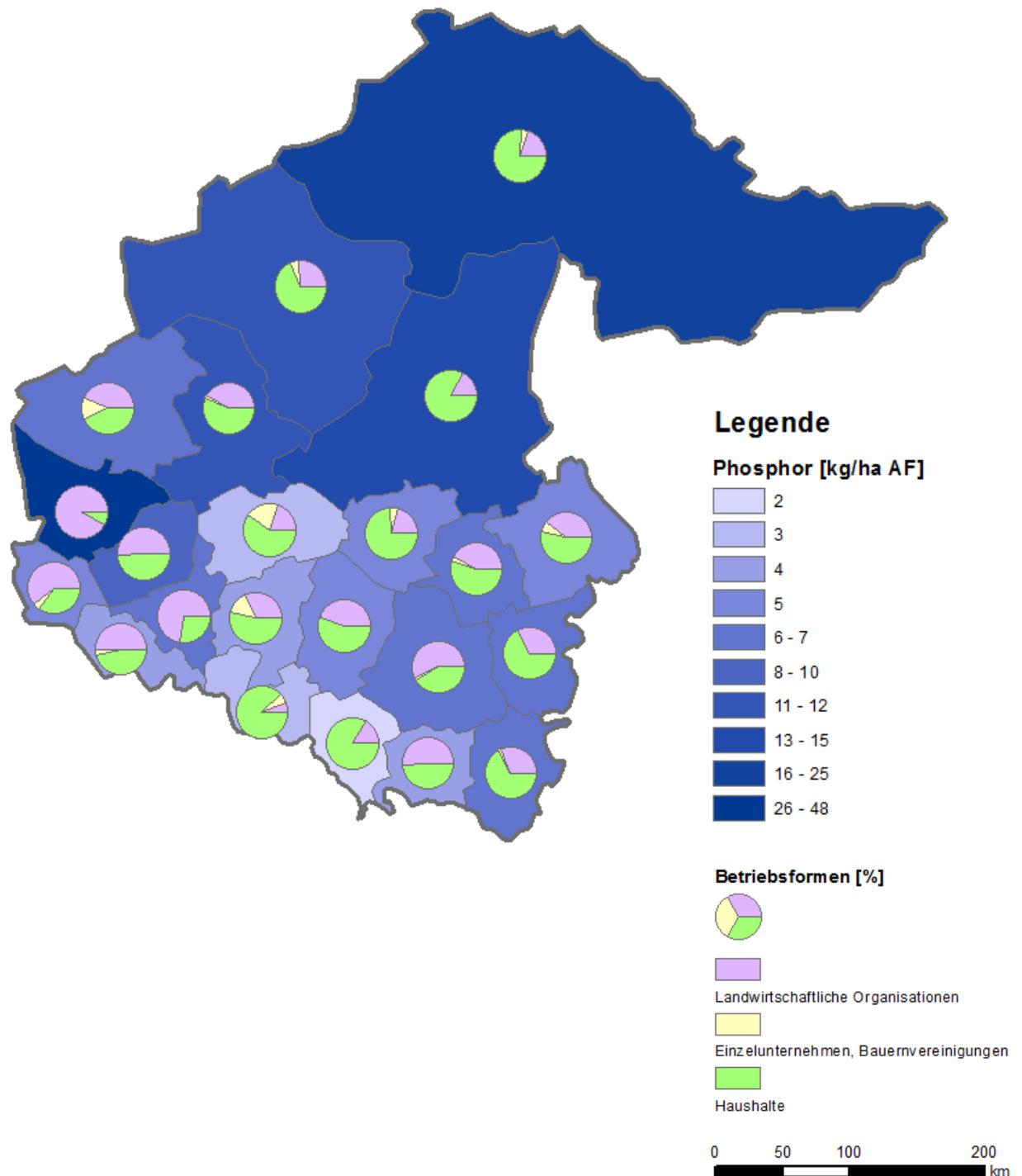


Abbildung 6: Jährlicher Phosphoranfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche (AF) im Rajon (blaue Fläche) mit prozentuellen Anteilen der Betriebsformen (Kreisdiagramm), 2011
 Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 17: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die Ackerfläche (AF) in der jeweiligen Betriebsform und Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[kg/ha AF]		
Abatskij	15	4	717
Armisonkij	3	2	353
Aromaschewskij	10	11	328
Berdjuschskij	3	0	568
Vagaikij	22	7	638
Vikulovskij	16	19	410
Golyschmanowskij	10	1	740
Isetskij	21	10	610
Ischimskij	16	5	772
Kazanskij	18	1	662
Nizhnedavdinskij	38	15	242
Omutuniskij	11	16	341
Sladkowskij	20	5	1.377
Sorokinskij	22	26	958
Tobolskij	56	10	317
Tjumenskij	142	2	213
Uwatskij	139	20	239
Uparovskij	14	8	969
Jurginskij	5	109	69
Jalutorovskij	47	0	641
Jarkovskij	36	14	513
Städte			
Zavodukovsk	22	1	488
Tjumen	0	0	21
Tobolsk	0	0	99
Jalutorovsk	0	0	50
Ischim	0	0	49

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

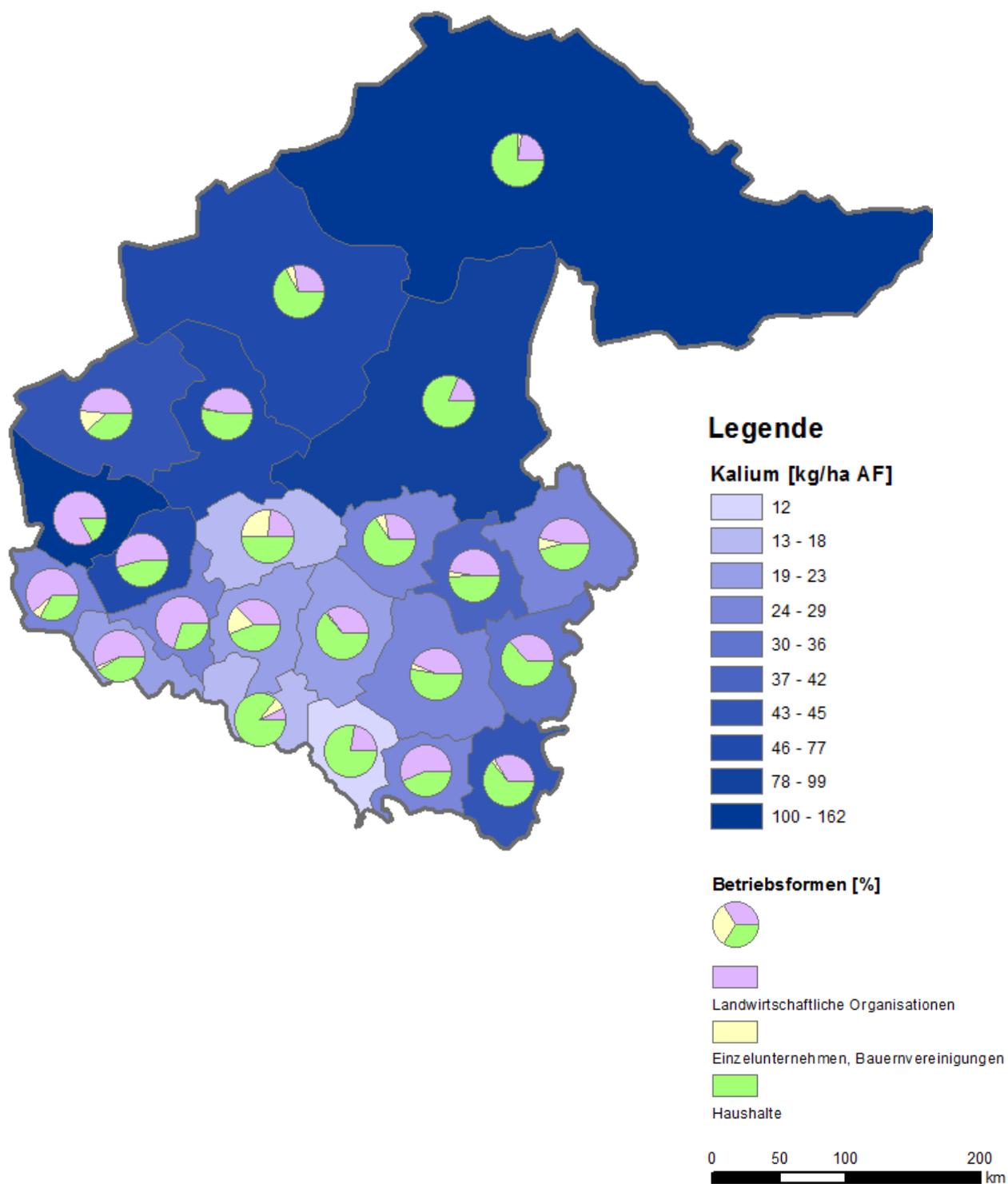


Abbildung 7: Jährlicher Kaliumanfall aus dem Wirtschaftsdünger bezogen auf die gesamte Ackerfläche (AF) im Rajon (blaue Fläche) mit prozentuellen Anteilen der Betriebsformen (Kreisdiagramm), 2011

Quelle: Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

3.1.5 Praxisbeispiele

In der Tierproduktion stellt der Umgang mit tierischen Exkrementen für landwirtschaftliche Organisationen Probleme dar. Weitere Transportwege von durchschnittlich 5 km werden als nicht ökonomisch betrachtet. So werden der Mist und die Gülle in überhöhten Mengen auf nahegelegene Felder ausgebracht (Abbildung 4) oder im Wald entsorgt. Obwohl diese Prozedur gesetzlich verboten ist, wird sie dennoch von den Großbetrieben praktiziert.

Bei der Geflügelfabrik „Pyschmyskaja“ im Tjumener Rajon wurde eine Fläche (30 ha) jahrelang zur Entsorgung von Geflügelgülle benutzt. Der Ingenieur berichtete, dass die Gülle auf diesem Feld eine drei Meter hohe Schicht haben soll, auch berichtete er von Überdüngung der eigenen Kulturfelder (Abbildung 8). Das Getreide reift wegen der Stickstoffübersversorgung bis November nicht ab. Jährlich fallen bei diesem Großbetrieb 40-45 kt Geflügelgülle an, die maximal im Umkreis von 4 km transportiert wird.



Abbildung 8: Überdüngung mit Geflügelgülle auf den Ackerflächen der Geflügelfabrik „Pyschmyskaja“, Tjumen
Quelle: Störrle 2012

Der größte Geflügelproduzent in der Oblast Tjumen „Borowskaja“ trocknet und pelletiert den Hühnertrockenkot, um ihn als Dünger zu verkaufen. Die Nachfrage nach dem pelletierten Hühnerkot ist nicht groß genug. Es werden weiterhin nahliegende Felder zur Entsorgung genutzt. Im Jahr 2013 wurde diesem Betrieb von einer staatlichen Kontrollstelle eine Geldstrafe von 50.000 Rubel für das Verseuchen der Felder mit Hühnerkot verhängt.

Beim „Tjumenskij Broiler“ entstandene Geflügelgülle wird in zwei Becken (Abbildung 9) gesammelt und bei Nachfrage an benachbarte landwirtschaftliche Betriebe abgegeben. Die trockene Fraktion (Abbildung 10) mit Einstreu kommt aus den Ställen mit Bodenhaltung und wird auf den Feldern abgeladen. Auf dem Betriebsgelände sind 80 ha Land, das heute nur dem Zweck dient, trockenen Hühnerkot zu entsorgen.



Abbildung 9: Sammelbecken für Geflügelgülle, „Tjumenskij Broiler“, Tjumen
Quelle: Kühling 2012



Abbildung 10: Trockener Hühnerkot aus der Bodenhaltung, „Tjumenskij Broiler“, Tjumen
Quelle: Kühling 2012

Ein Agronom von „Jasen Agro“ berichtete, dass die Gülle im Winter auf den Feldern entsorgt wird und im Sommer in eine Grube neben dem Stall gepumpt wird. Der Festmist wird im Winter auf den Feldern verteilt und im Sommer in der Landschaft entsorgt. Wegen hoher Kosten für mineralische Düngung sind 9.000 ha Ackerland mit Nährstoffen unterversorgt. Eine Verteilung von Gülle und Festmist findet jedoch kaum statt. Täglich anfallende 100 Tonnen Wirtschaftsdünger werden maximal einen Kilometer transportiert. Die Ursache dafür sind Mitarbeiter ohne Fahrerlaubnis, die deswegen nicht auf die Bundesstraße dürfen und nur die Felder anfahren, die in unmittelbarer Nähe des Kuhstalls liegen.

Der Versuchsbetrieb der Agraruniversität Tjumen „Utschchoz“ entsorgt den Wirtschaftsdünger, in dem er bis zu 260 t/ha Wirtschaftsdünger auf Schwarzbrachen ablädt. Festmist wird dabei untergepflügt.

Aus der Jahresstatistik geht hervor, dass im Jahr 2011 nur 2 % der Ackerfläche von landwirtschaftlichen Organisationen organisch gedüngt wurden. Auf der Homepage von dem Abatskij Rajon berichtet der Rajonleiter, dass auf 1 % der Ackerfläche 70.000 Tonnen organischer Dünger ausgebracht worden sind. Das entspricht 185 t/ha (Administration der Oblast Tjumen 2013).

Güllelagunen, die in der Praxis große Erdlöcher darstellen, führen zu Stickstoffauswaschungen in das Grundwasser. Staatliche Kontrolleure haben im Golyschmanovskij Rajon erhöhte Nitrit - Werte und im Berdjuzhskij Rajon erhöhte Werte von Brom, Barium, Blei und Natrium im Grundwasser gemessen. Als Ursachen werden in den beiden Rajons Güllelagerung und

Müllkippen genannt. Das Grundwasser der Ackerflächen der Geflügelfabrik „Borowskaja“ weist zu hohe Ammonium–Werte sowie Schwermetalle auf (Administration der Oblast Tjumen 2012).

Drei Geflügelproduzenten sind angesiedelt im Tjumenskij Rajon. Dazu zählen die Geflügelfabriken „Borowskaja“, Tjumenskij Broiler“ und Pyschmyskaja“. Diese drei Betriebe wurden im Sommer 2012 von SASCHA-Mitarbeitern besichtigt. Im Golyshmanovskij Rajon ist eine Zweigstelle von „Borowskaja“ und im Omutinskij Rajon der Sovchoz „Progress“. Diese vier Großbetriebe werden vom föderalen Dienst für die Aufsicht der Nutzung der natürlichen Ressourcen überwacht, da zuvor eine Einstufung als umweltverschmutzende Unternehmen erfolgte.

3.2 Theoretisch erschließbares Biogaspotential

Bei vollständiger Verwendung des Wirtschaftsdüngers von landwirtschaftlichen Organisationen in Biogasanlagen können 224 Millionen Normkubikmeter (Nm³) Biogas erzeugt werden (Tabelle 18). Das entspricht 123 Millionen Nm³ Methan. Bei einer Nutzung im Blockheizkraftwerk mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 40 % entspricht das einer installierten elektrischen Leistung von 56 MW_{el}. Die entstehenden Gärräste können als organischer Dünger genutzt werden.

Tabelle 18: Jährlicher Biogas- und Methanertrag aus dem Wirtschaftsdünger landwirtschaftlicher Organisationen je Rajon, 2011

Rajons	Biogas	Methan	Städte	Biogas	Methan
	[Tausend Nm ³]			[Tausend Nm ³]	
Abatskij	2.397	1.319	Zavodukovsk	4.969	2.708
Armisonkij	149	82	Tjumen	216	112
Aromaschewskij	691	380	Tobolsk	17	9
Berdjuschkij	524	288	Jalutorovsk	0	0
Vagaikij	1.619	868	Ischim	0	0
Vikulovskij	3.914	2.103			
Golyschmanowskij	3.782	2.061			
Isetskij	5.726	3.143			
Ischimskij	10.069	5.569			
Kazanskij	10.209	5.715			
Nizhnedavdinskij	3.408	1.848			
Omutuniskij	1.429	781			
Sladkowskij	3.373	1.815			
Sorokinskij	4.203	2.246			
Tobolskij	1.404	750			
Tjumenskij	150.51	82.723			
Uwatskij	590	310			
Uparovskij	7.154	3.849			
Jurginskij	601	327			
Jalutorovskij	4.425	2.386			
Jarkovskij	2.815	1.525			

Quelle: KTBL 2014, LWK Niedersachsen 2009, Föderales Statistikamt Russlands 2013

3.3 Treibhausgasemissionen

In der gesamten Oblast Tjumen wurden im Jahr 2011 2.833 t Methan und 440 t Lachgas aus dem Wirtschaftsdünger emittiert. Methanemissionen stammen überwiegend aus den landwirtschaftlichen Organisationen, während Lachgas überwiegend von Haushalten ausgestoßen wird. Eine Ausnahme bildet hierbei der Tjumenskij Rajon, in dem die Lachgas-Emissionen von den Großbetrieben die der Haushalte übersteigen. Im Tjumenskij Rajon sind im Jahr 2011 35 kt N₂O von den Großbetrieben aus dem Wirtschaftsdünger ausgestoßen worden. Der Anteil der Geflügelfabrik „Borowskaja“, bei der Hühnertrockenkot anfällt, beläuft sich auf 19 kt N₂O. Im Vergleich der drei Dungarten Mist, Gülle und Trockenkot aus der Geflügelhaltung stellt die Akkumulation von naturfeuchtem Festmist die klimafreundlichere Variante mit 2 CO₂-Äq_{GTP20} je Tier dar. Während in Güllelagunen 79 CO₂-Äq_{GTP20} je Tier entstehen. Auch die Käfighaltung, bei der der Hühnerkot auf dem Band getrocknet wird, ist eine klimafreundlichere Lagerungsform als Güllelagunen. Pro Tier wurden bei der Geflügelfabrik „Borowskaja“ 4 CO₂-Äq_{GTP20} aus dem Hühnertrockenkot freigesetzt. In der Tabelle 23 werden die THG-Emissionen je Tier in Abhängigkeit von der Betriebsform berechnet.

Das Kreisdiagramm in der Abb. 11 zeigt die Verteilung der CO₂-Äq_{GTP20} nach den Betriebsformen für die gesamte Oblast. Insgesamt haben Großbetriebe mit 82 % zu den THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger im Jahr 2011 beigetragen. Je Tier betrachtet, übersteigen die THG-Emissionen der Großbetriebe bei Milchkühen mit 3.663 kg CO₂-Äq_{GTP20} im Jahr die der Haushalte, Einzelunternehmen und Bauernvereinigungen. Eine Milchkuh in einem Haushalt trägt mit 1.149 kg CO₂-Äq_{GTP20} im Jahr zu THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger bei. Bezogen auf die produzierte Milch- und Fleischmenge (Abb. 1) sind in der Oblast Tjumen die tierischen Erzeugnisse (Eier ausgenommen) der Haushalte um 70 % klimafreundlicher (bei angenommener gleicher CH₄-Fermentation) als die der Großbetriebe (Tabelle 23).

In der Tabelle 19 sind Methan- und Lachgasemissionen in Tonnen (t) je Rajon dargestellt. CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq) in Kilotonnen (kt) von GWP und GTP für Zeithorizonte von 20 und 100 Jahren geben die Klimawirksamkeit an. Eine Aufteilung der THG nach Betriebsformen und Rajons wird in den Tabellen 20-22 dargestellt.

Tabelle 19: Jährliche Treibhausgasemissionen aus dem Wirtschaftsdünger je Rajon, 2011

Rajons	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ - Äq _{GTP20}	CO ₂ - Äq _{GTP100}	CO ₂ - Äq _{GWP20}	CO ₂ - Äq _{GWP100}
	[t]		[kt]			
Abatskij	218	25	22	10	25	15
Armisonskij	23	10	4	3	5	4
Aromaschewskij	73	12	9	4	9	6
Berdjuschkij	57	13	8	4	8	6
Vagaiskij	94	19	12	7	13	9
Vikulovskij	212	17	20	7	23	12
Golyschmanowskij	186	30	22	11	24	15
Isetskij	504	22	42	12	49	24
Ischimskij	1.178	46	95	27	114	54
Kazanskij	366	25	33	11	38	20
Nizhnedavdinskij	227	17	21	8	24	13
Omutuniskij	122	12	12	5	14	8
Sladkowskij	194	22	20	9	23	13
Sorokinskij	192	14	17	6	20	11
Tobolskij	71	10	8	4	9	5
Tjumenskij	1.904	51	148	36	177	80
Uwatskij	12	2	1	1	2	1
Uparovskij	371	26	33	12	39	20
Jurginskij	57	8	6	3	7	4
Jalutorovskij	244	17	22	8	26	13
Jarkovskij	185	14	17	6	20	11
Städte						
Zavodukovsk	893	26	70	17	84	38
Tjumen	9	1	1	0	1	1
Tobolsk	6	1	1	0	1	0
Jalutorovsk	0	1	0	0	0	0
Ischim	1	1	0	0	0	0

Quelle: IPCC 2006 und 2013, Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 20: Jährliche Methan – Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[kg]			[%]		
Abatskij	197.414	421	20.421	90	0	9
Armisonskij	12.378	1.651	8.680	55	7	38
Aromaschewskij	59.833	1.858	11.337	82	3	16
Berdjuschskij	43.800	23	13.137	77	0	23
Vagaiskij	76.118	131	17.411	81	0	19
Vikulovskij	194.341	3.640	13.575	92	2	6
Golyschmanowskij	158.568	910	26.150	85	0	14
Isetskij	486.161	3.776	13.964	96	1	3
Ischimskij	1.140.211	4.669	33.018	97	0	3
Kazanskij	346.926	553	18.686	95	0	5
Nizhnedavdinskij	207.850	7.844	11.522	91	3	5
Omutuniskij	106.248	5.989	9.794	87	5	8
Sladkowskij	174.776	1.296	17.488	90	1	9
Sorokinskij	180.243	1.569	10.011	94	1	5
Tobolskij	65.901	1.904	9.011	86	2	12
Tjumenskij	1.886.792	459	17.193	99	0	1
Uwatskij	9.776	153	1.955	82	1	16
Uparovskij	348.276	2.956	19.364	94	1	5
Jurginskij	45.112	5.543	6.695	79	10	12
Jalutorovskij	231.119	0	12.624	95	0	5
Jarkovskij	173.401	932	10.568	94	1	6
Städte						
Zavadukovsk	877.145	371	15.748	98	0	2
Tjumen	7.634	40	1.080	87	0	12
Tobolsk	5.151	14	906	85	0	15
Jalutorovsk	0	0	492	0	0	100
Ischim	0	18	767	0	2	98

Quelle: IPCC 2006, Föderales Statistikamt Russlands 2013

Tabelle 21: Jährliche Lachgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen je Rajon, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[kg]			[%]		
Abatskij	3.799	85	20.917	15	0	84
Armisonskij	232	223	9.178	2	2	95
Aromaschewskij	1.020	260	10.668	9	2	89
Berdjuschskij	841	1	12.122	6	0	94
Vagaiskij	1.301	17	17.509	7	0	93
Vikulovskij	3.392	533	13.120	20	3	77
Golyschmanowskij	5.022	123	25.220	17	0	83
Isetskij	8.041	623	13.486	36	3	61
Ischimskij	12.378	627	32.617	27	1	71
Kazanskij	6.753	64	18.225	27	0	73
Nizhnedavdinskij	4.324	1.241	11.577	25	7	68
Omutuniskij	1.872	976	9.319	15	8	77
Sladkowskij	3.147	188	18.745	14	1	85
Sorokinskij	2.910	240	10.475	21	2	77
Tobolskij	1.209	235	9.552	11	2	87
Tjumenskij	34.512	52	16.582	67	0	32
Uwatskij	183	30	2.028	8	1	90
Uparovskij	7.049	417	18.202	27	2	71
Jurginskij	689	750	6.213	9	10	81
Jalutorovskij	4.630	0	12.511	27	0	73
Jarkovskij	3.078	117	11.077	22	1	78
Städte						
Zavadukovsk	11.167	52	14.316	44	0	56
Tjumen	65	1	1.045	6	0	94
Tobolsk	39	9	923	4	1	95
Jalutorovsk	0	0	508	0	0	100
Ischim	0	1	749	0	0	100

Quelle: IPCC 2006, Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 22: Jährliche CO₂-Äq_{GTP20} aus dem Wirtschaftsdünger in verschiedenen Betriebsformen und Rajons, 2011

Rajons	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte	Landwirtschaftliche Organisationen	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen	Haushalte
	[t]			[%]		
Abatskij	14.898	54	7.370	67	0	33
Armisonskij	932	179	3.214	22	4	74
Aromaschewskij	4.478	204	3.823	53	2	45
Berdjuschskij	3.305	2	4.362	43	0	57
Vagaikij	5.698	14	6.191	48	0	52
Vikulovskij	14.567	406	4.676	74	2	24
Golyschmanowskij	12.526	99	8.993	58	0	42
Isetskij	36.315	441	4.808	87	1	12
Ischimskij	83.330	505	11.574	87	1	12
Kazanskij	26.203	57	6.484	80	0	20
Nizhnedavdinskij	15.777	901	4.094	76	4	20
Omutuniskij	7.969	696	3.332	66	6	28
Sladkowskij	13.128	144	6.548	66	1	33
Sorokinskij	13.443	178	3.676	78	1	21
Tobolskij	4.957	200	3.344	58	2	39
Tjumenskij	141.877	47	5.913	96	0	4
Uwatskij	736	19	713	50	1	49
Uparovskij	26.381	325	6.525	79	1	20
Jurginskij	3.354	601	2.233	54	10	36
Jalutorovskij	17.493	0	4.437	80	0	20
Jarkovskij	13.012	99	3.886	77	1	23
Städte						
Zavadukovsk	64.572	41	5.168	93	0	7
Tjumen	553	3	372	60	0	40
Tobolsk	372	3	326	53	0	46
Jalutorovsk	0	0	179	0	0	100
Ischim	0	2	267	0	1	99

Quelle: IPCC 2006 und 2013, Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

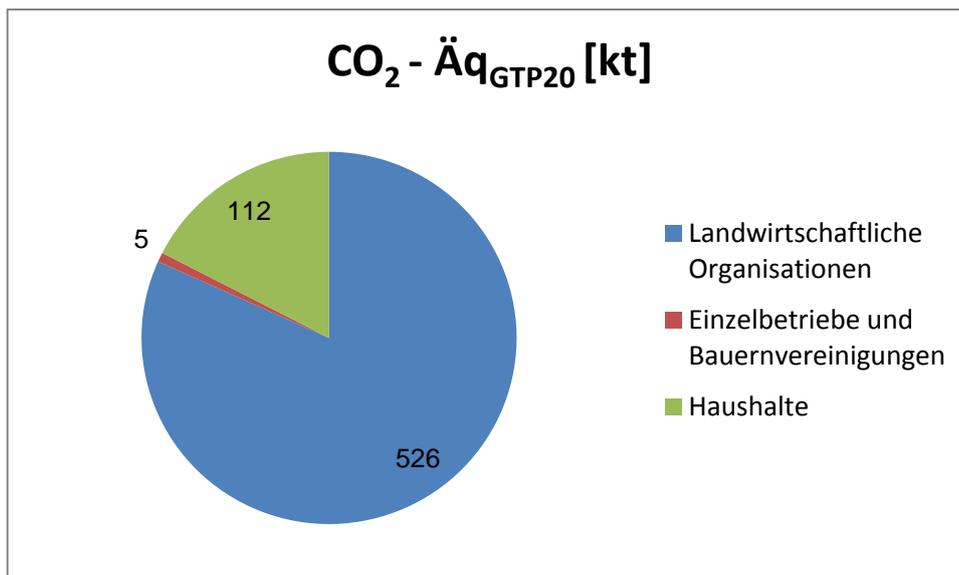


Abbildung 11: Jährliche CO₂-Äq_{GTP20} aus dem Wirtschaftsdünger unterteilt nach den Betriebsformen in der Oblast Tjumen, 2011

Quelle: IPCC 2006 und 2013, Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

Tabelle 23: Jährliche durchschnittliche CO₂-Äq_{GTP20} je Tier in verschiedenen Betriebsformen in der Oblast Tjumen, 2011

Tierklasse	Landwirtschaftliche Organisationen Ø	Einzelunternehmer und Bauernvereinigungen Ø	Haushalte Ø
	[kg]		
Milchkühe	3.663	572	1.149
andere Kühe	1.410	247	320
Schweine	721	113	166
Schafe	46	46	73
Legehennen (Trockenkot)	4	0	0
Legehennen (Gülle)	79	0	0
Masthähnchen	2	2	4
Pferde	224	273	414

Quelle: IPCC 2006 und 2013, Föderales Statistikamt Russlands 2013, LWK Niedersachsen 2009

4 Zusammenfassung

Die Analyse der landwirtschaftlichen Struktur in der Oblast Tjumen ergab, dass Reststoffe in Form von Wirtschaftsdünger anfallen. Andere Reststoffe, wie Stroh und Schlachtabfälle werden im Betrieb verwertet.

Es dominieren in der Tierproduktion einerseits Großbetriebe (landwirtschaftliche Organisationen) und andererseits Selbstversorger (Haushalte). Die zwei Produktionsformen haben unterschiedlichen Einfluss auf die Nährstoffqualität des Wirtschaftsdüngers und auf die Umwelt.

Die vorliegende Auswertung ergab, dass regionaler Nährstoffüberschuss bei Großbetrieben nur im Tjumenskij Rajon besteht. In den übrigen Rajons ist der Nährstoffanfall bezogen auf die Ackerfläche im Rajon gering. Eine effiziente regionale Nährstoffverteilung findet in keinem Rajon statt. Der wichtigste begrenzende Faktor ist der Dieselpreis.

Zu der üblichen Praxis auf den Großbetrieben gehört das Abpumpen der Gülle oder das Abladen des Mistes in ein Erdloch in der Nähe des Stalls oder auf den nahe gelegenen Ackerflächen. Diese Vorgehensweise führt zu Umweltbelastungen. Von sechs besichtigten Großbetrieben hatten fünf Betriebe keinen effizienten und umweltschonenden Ansatz für die Verwertung von Wirtschaftsdünger.

Bei den Haushalten besteht ein sehr großer Nährstoffüberschuss in allen Rajons. Dieser Nährstoffüberschuss wird auf den Weiden verteilt, die nicht zu den Ackerflächen zählen. Punktuell findet keine Ansammlung von Gülle oder Mist in übergroßen Mengen statt.

Durch die energetische Nutzung des Wirtschaftsdüngers landwirtschaftlicher Organisationen in Biogasanlagen können Methanemissionen stark reduziert werden. Der Einsatz moderner Technologien wie Biogasanlagen und eine umweltschonende Ausbringungstechnik für Gärreste werden dafür vorausgesetzt.

Die Berechnung der THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger hat ergeben, dass die größten THG-Emissionen von den Großbetrieben verursacht werden. Im Vergleich der drei Betriebsformen tragen die Einzelunternehmen und Bauernvereinigungen je Tier zu den geringsten THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger bei. Auf die gesamte Bilanz der THG aus dem Wirtschaftsdünger haben diese Betriebsgrößen einen geringen Einfluss, da ca. 5 % der Fleisch- und Milchprodukte von Einzelunternehmen und Bauernvereinigungen produziert werden. In den Haushalten werden größere Lachgasmengen beim Weidegang ausgestoßen, und in Großbetrieben kommt es zur Entstehung höherer Methanwerte aus der Gülle. Die verursachten THG-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger in Großbetrieben sind je Tier um mehr als das Zweifache höher als in den Haushalten.

5 Literatur

Administration der Oblast Tjumen (2012): Auflistung aller landwirtschaftlicher Betriebe in der Oblast Tjumen im Jahr 2011 (*in Russisch*) http://admtjumen.ru/files/upload/OIV/D_apk/NFO.xls (23.03.2012)

Administration der Oblast Tjumen (2012): Bericht über die ökologische Situation in der Oblast Tjumen im Jahr 2011 (*in Russisch*) http://admtjumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=10922884@cmsArticle (17.02.2014)

Administration der Oblast Tjumen (2013): Homepage des Abatskij Rajons. Bericht über die Entwicklung der Landwirtschaft im Abatskij Rajon im Jahr 2011. <http://abatsk.admtjumen.ru/mo/Abatsk/economics/more.htm?id=10925758@cmsArticle> (13.06.2014)

Anufrijev W.P. (2004): Bericht über die wissenschaftliche Erhebung „THG-Inventar auf dem Gebiet der Oblast Tjumen (ohne autonome Kreise) für den Zeitraum 1990-2002. AG „Ural – Zentrum für Energieeffizienz und Umwelt. Jekaterinburg, Russland

Borowskaja Geflügelfabrik (2014): Beschreibung eigener Produkte in der Kategorie: Sonstige Produkte (*in Russisch*) http://www.borfab.ru/03_pro/06_pro_others.htm (19.02.14)

Brandjes P.J., de Wit J., van der Meer H.G., Van Keulen H. (1996): Environmental Impact of Animal Manure Management, FAO Corporate Document Repository, <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6113E/X6113E00.HTM> (18.3.2014)

Bulatov A. P, Kurdogljjan A.A. (2006): Das Melken der Kühe: Theorie und Praxis, Kurgan

Dämmgen U., Lüttich M., Haenel H.-D., Döhler H., Eurich-Menden B., Osterburg B. (2007): Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR), Sonderheft (304) 9-243, Landbauforschung Völkenrode

EMF Holding AG (2014): Abfallverwertungsanlagen – Referenzen, Nienburg <http://www.emf.de/pages/de/maschinen/abfallverwertung.php> (20.02.14)

European Commission (2002): Nitrogen Equivalents in Livestock Manure. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg

Föderaler Dienst für die Aufsicht der Nutzung der natürlichen Ressourcen (2010): Auflistung von Betrieben und Einrichtungen in der Oblast Tjumen, die einen negativen Einfluss auf die Umwelt haben und einer staatlichen ökologischen Kontrolle unterstehen. (*in Russisch*) http://rpn.gov.ru/sites/all/files/other/5950_tyumenskaya_oblast.xls (06.03.2014)

Föderaler Dienst der staatlichen Registrierung, des Katasters und Kartographie der Oblast Tjumen (2012): Bericht über den Grundstückszustand und die -nutzung in der Oblast Tjumen im Jahr 2011. (*in Russisch*) <http://www.to72.rosreestr.ru/> (07.06.2012)

Föderales Statistikamt Russlands (2014): Regionale Kennzahlen der Oblast Tjumen (*in Russisch*) <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst71/DBlnet.cgi> (07.01.2013)

IPCC (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Eggleston S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K (Hrsg.)]. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan

IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA

Klimont, Z., Brink, C. (2004): Modelling of emissions of air pollutants and greenhouse gases from agricultural sources in Europe. IIASA Interim report IR-04-048. Luxemburg, Österreich

KTBL (2014): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Biogas Wirtschaftlichkeitsrechner.

<http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do;jsessionid=CBBBD6DC5673BCEA35992A3CE60EA775>

(01.04.2014)

LWK Niedersachsen (2009): Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere je Stallplatz und Jahr. Ausfertigungsdatum 10.07.2009.

<http://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/196,78663bd7-237d-eebf-5e6f095916f0ca16~pdf.html>

(01.10.2013)

LUFA Nord-West (2014): Düngempfehlung für Acker und Grünlandnutzung. http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/IFB/duengeempfehlung_fuer_acker-und_gruenlandnutzung.pdf

(15.05.2014)

Menova N. F., Saraeva L. O., Ganichin W.A., Serkova N. N., Muranov A. A. (2008): Atlas landwirtschaftlicher Objekte und deren Charakterisierung anhand der Ergebnisse der allrussischen Agrarstrukturerhebung im Jahr 2006 auf dem Gebiet der Oblast Tjumen. Kartografisches Material. Statistikamt der Oblast Tjumen (*in Russisch*)

Menova N. F., Saraeva L. O., Serkova N. N. (2010): Landwirtschaft in der Oblast Tjumen. Statistisches Jahrbuch 2005-2009 – Teil 1. Statistikamt der Oblast Tjumen (*in Russisch*)

Monteny G.-J., Bannink A., Chadwick D. (2006): Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (112) 163-170

Osterburg B., Kätsch S., Wolff A. (2013): Szenarioanalysen zur Minderung von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2050. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Report 13, Braunschweig. http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn052919.pdf

(03.06.2014)

Park K.-H., Thompson A. G., Marinier M., Clark K., Wagner-Riddle C. (2006): Greenhouse gas emissions from stored liquid swine manure in a cold climate. *Atmospheric Environment* (40) 618-627

Pötsch E. M., Gruber L. (2006): Neukalkulation der Wirtschaftsdüngeranfallsmengen und Nährstoffausscheidungen. 12. Alpenländisches Expertenforum, Bericht der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein

Rodhe L., Ascue J., Nordberg A. (2009): Emissions of greenhouse gases (methane and nitrous oxide) from cattle slurry storage in Northern Europe. *Beyond Kyoto: Addressing the Challenges of Climate Change*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 8 http://iopscience.iop.org/1755-1315/8/1/012019/pdf/ees9_8_012019.pdf (16.05.2014)

Skudin W. M. (2011): Generalplan für Maßnahmen gegen Waldbrände in der Oblast Tjumen und Maßnahmen gegen Brände in der Forstwirtschaft in der Oblast Tjumen unter der Nutzung der GIS-Technologien. Forstamt der Oblast Tjumen (*in Russisch*) https://admtjumen.ru/og_ru/finance/lk/more.htm?id=10981792@cmsArticle (17.02.2014)

Statistikamt der Oblast Tjumen (2014): Landwirtschaftliche Statistik. (*in Russisch*) http://tumstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tumstat/ru/statistics/enterprises/agriculture/ (18.02.2014)

Steinwider A., Guggenberger T. (2003): Erhebungen zur Futtermittelaufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen sowie Nährstoffbilanzierung auf Grünlandbetrieben in Österreich. Die Bodenkultur 54 (1) 49-66, Österreich

TuTiempo.net (2014): Weltweite historische Klimadaten. <http://www.tutiempo.net/clima/> (14.04.2014)

Vereintes zwischenbehördliches statistisches Informationssystem (2014): Durchschnittliche Größe der Ackerfläche und Anzahl der Tiere je Betrieb in verschiedenen Betriebsformen in der Oblast Tjumen 2006 (*in Russisch*) <http://fedstat.ru> (15.01.2014)

72.ru (2013): Online-Nachrichten. Geflügelfabrik „Borowskaja“ zahlt 50.000 Rubel für das Schädigen der Ländereien. (*in Russisch*) <http://72.ru/text/newsline/687088.html?full=3> (05.03.14)