



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# **Erfassung, Überprüfung und Steuerung der Nährstoff- und Gülleströme in der Schweinehaltung**

**Endbericht**



**Schriftenreihe**

**5**

**2013**

**ISSN 1611-4159**

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan

Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

Prof.-Dürrwächter-Platz 3, 85586 Poing

E-Mail: [Tierernaehrung@LfL.bayern.de](mailto:Tierernaehrung@LfL.bayern.de)

Telefon: 089 99141-401

2. Auflage: Dezember 2013

Druck: Nur als Internet-Version erschienen

© LfL

Projekt A/10/09

# **Erfassung, Überprüfung und Steuerung der Nährstoff- und Gülleströme in der Schweinehaltung**

**Endbericht**



Dr. H. Lindermayer

Dr. W. Preißinger

Simone Reindler

Norbert Herbst



## Inhaltsverzeichnis

(Seite)

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Betriebliche Voraussetzungen im Fachzentrum Schwarzenau.....</b>	<b>10</b>
2.1	Tiere .....	10
2.2	Haltung .....	12
2.3	Fütterungstechnik .....	17
2.3.1	Bereich Fütterungsversuche .....	17
2.3.2	Lehrwerkstatt und Haltungsveruche .....	21
<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Wertungen .....</b>	<b>23</b>
3.1	Nährstoffströme.....	23
3.1.1	Getreideerträge, Futterinhaltsstoffe, Nährstoffabfuhrn .....	23
3.1.1.1	Wintergerste .....	24
3.1.1.2	Winterweizen .....	26
3.1.2	Tierbestand .....	30
3.1.3	Futtermverbrauch .....	34
3.1.4	Exaktversuche zum Themenbereich Futtermverzehr/Nährstoffströme, - bilanzen .....	40
3.1.4.1	Anfütterung der säugenden Sauen.....	40
3.1.4.2	„Einfache“ Multiphasenfütterung in der Ferkelaufzucht – Verschneiden mit Getreide.....	41
3.1.4.3	Mehrphasige Schweinemast – Verschneiden mit Weizen .....	42
3.1.4.4	Schweinemast – Überprüfung der DLG Fütterungsempfehlungen für 750/950 g tägliche Zunahmen .....	43
3.1.5	Futtermverluste.....	45
3.2	Gülle .....	53
3.2.1	Gülleanfall 2010.....	55
3.2.2	Gülleanfall 2011 .....	55
3.2.3	Gülleanfall 2012 .....	55
3.2.4	Gülleuntersuchungen.....	63
3.2.4.1	Gülleinhaltsstoffe .....	67
3.2.4.2	Einordnung der Nährstoffkonzentrationen der Gülle.....	69
3.2.4.3	Einordnung der Zink- und Kupfergehalte .....	71
3.2.5	Exaktversuche zum Themenbereich Gülleanfall/Stallluftqualität.....	73

3.2.5.1	Auswirkungen einer N-reduzierten Mastschweinefütterung auf Stallluft und Gülle unter Winterbedingungen .....	73
3.2.5.2	Auswirkungen einer N-reduzierten Mastschweinefütterung auf Stallluft und Gülle unter Sommerbedingungen.....	74
3.3	Wasser .....	76
3.3.1	Wasserverbrauch 2010 .....	77
3.3.2	Wasserverbrauch 2011 .....	77
3.3.3	Wasserverbrauch 2012 .....	79
3.3.4	Exaktversuche zum Themenbereich Wasser .....	86
3.3.4.1	Unterschiedlicher Wasserdurchfluss an den Nippeltränken bei Flüssigfütterung in der Ferkelaufzucht .....	86
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung/Kalkulationszahlen für die Landwirte .....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>Schlusswort .....</b>	<b>94</b>
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>98</b>

## Abbildungsverzeichnis

(Seite)

Abb. 1: Versuchszentrum für Schweine in Schwarzenau .....	13
Abb. 2: Abferkelabteil A1/A2 im Versuchsbereich .....	14
Abb. 3: Kipptrog in den Abferkelabteilen A1/A2 .....	14
Abb. 4: Wartebereich mit Abrufstation .....	14
Abb. 5: Abrufstation im Ferkelabteil F2 .....	15
Abb. 6: Ferkelbucht im F1.1/F1.2 .....	15
Abb. 7: Abteil M 1 - Bucht mit Abrufstation .....	16
Abb. 8: Abteil M 2.1/2.2 - Bucht mit Langtrog und Sensor .....	16
Abb. 9: Mastabteil M3 zur Bestimmung von Schadgasen im Stall und in der Abluft .....	17
Abb. 10: Futterzentrale für Fütterungsversuche .....	18
Abb. 11: Aufnahmetrichter in der Futterzentrale für Fütterungsversuche .....	19
Abb. 12: Blick in die Futterzentrale für Fütterungsversuche .....	19
Abb. 13: Mahl- und Mischanlage für Fütterungsversuche .....	19
Abb. 14: „Flex-Container“ ermöglichen eine nahezu verschleppungsfreie Futterzuteilung .....	20
Abb. 15: Flüssigfütterungsanlage mit zwei getrennten Mischbottichen und Kreisläufen .....	20
Abb. 16: Spot-Mix-Mini zur individuellen Fütterung säugender Sauen .....	21
Abb. 17: Blick in die Futterzentrale der Lehrwerkstätte .....	21
Abb. 18: Futterzentrale für Lehrwerkstatt und Haltungsveruche .....	22
Abb. 19: Spot-Mix-Anlage zur Versorgung der Sauen und Ferkel der Lehrwerkstätte .....	22
Abb. 20: Flüssigfütterungsanlage mit Stickleitungen zur Versorgung der Mastschweine der Lehrwerkstätte .....	23
Abb. 21: Probenstecher .....	24
Abb. 22: Tierbestandsveränderung jeweils zum 1. jeden Monats .....	31
Abb. 23: Anteiliger Futterverbrauch 2011 nach Produktionseinheiten .....	35
Abb. 24: Anteiliger Futterverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten .....	36
Abb. 25: Futterverbrauch 2012 aufgliedert nach Futtermischungen .....	36
Abb. 26: Verlauf der Futteraufnahme von Sauen $\geq$ 2. Wurf während der Säugezeit bei langsamer und schneller Anfütterung nach dem Abferkeln .....	40
Abb. 27: Ferkelfütterungsversuch mit 1- und 6-phasiger Fütterung .....	41
Abb. 28: Futterverbrauch Einfache Multiphasenfütterung .....	42
Abb. 29: Mast- und Schlachtleistungen, Futterkosten und Sojaverbrauch bei „750/950er Rationen“ .....	43
Abb. 30: Mastschwein beim Fressen am Kurztrog mit Sensor .....	45
Abb. 31: Mastschwein beim Fressen am Langtrog mit Sensor (Wellnessfütterung) .....	45
Abb. 32: Holzkonstruktion mit Netz unter einem Trog zur Ermittlung der Futterverluste .....	46
Abb. 33: Gummimatte unter einem Kurztrog mit seitlich angebrachter Tränke im Mastabteil M8 .....	47
Abb. 34: Mastabteil mit Langtrog und Sensor .....	47
Abb. 35: Futterverlust unter einer Abrufstation für Mastschweine .....	48

Abb. 36: Netz unter einer Abrufstation im Wartestall für tragende Sauen und fressende Sau in der Abrufstation .....	48
Abb. 37: Fressende Ferkel an Kurztrug mit Sensor (oben), Ferkel am Breifutterautomaten (unten) .....	49
Abb. 38: Gülletransport.....	53
Abb. 39: Güllefass auf der Fuhrwerkswaage .....	53
Abb. 40: Kubatur des Güllekanals im Ferkelabteil F 1 .....	54
Abb. 41: Kubatur des Güllekanals im Ferkelabteil F 2.....	54
Abb. 42: Kubatur des Güllekanals im Mastabteil M 1.....	54
Abb. 43: Kubatur des Güllekanals im Mastabteil M 2.....	54
Abb. 44: Meterstab zum Ablesen des Güllepegels .....	55
Abb. 45: Güllestöpsel (links) und Absperrblase (rechts) .....	58
Abb. 46: Abgedichtete Spüleleitung im Güllekanal .....	63
Abb. 47: Güllemixer.....	64
Abb. 48: Güllemixer im Einsatz.....	64
Abb. 49: Probenahmegerät für Flüssigfutter und Gülle .....	65
Abb. 50: Füllstände der Kanäle unter einer Bucht, und Trockener Kanal mit Kothaufen .....	66
Abb. 51: Fliegenlarven im Kothaufen.....	66
Abb. 52: Manuelle Schadgasmessung im Tierbereich .....	73
Abb. 53: Mastabteil mit automatischer Schadgasmessung .....	74
Abb. 54: Wasseruhr für das Tränkewasser im Ferkelabteil F 2 .....	76
Abb. 55: Täglicher Wasserverbrauch aufgegliedert in Tränke- und Futterwasser, sowie Brauchwasser .....	78
Abb. 56: Täglicher Tränkewasserverbrauch .....	78
Abb. 57: T täglicher Tränkewasserverbrauch 2012 .....	79
Abb. 58: Täglicher Tränkewasserverbrauch über die Nippeltränken bei Fließfütterung im Winter und Sommer.....	81
Abb. 59: Täglicher Tränkewasserverbrauch über die Nippeltränken bei Spot-Mix-Fütterung (flüssig) im Sommer und Herbst.....	82
Abb. 60: Auslitern der Tränkenippel sowie Anordnung der Nippeltränke in den Buchten.....	86

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Leistungsentwicklung der Sauenherde ( Betriebs- und Ringdurchschnitt) während der Projektlaufzeit .....	11
Tab. 2: Leistung- und Wirtschaftlichkeitsentwicklung in der Schweinemast (Betriebs- und Ringdurchschnitt) während der Projektlaufzeit.....	12
Tab. 3: Wintergerste: Gewichteter Mittelwert (Schlaggröße x Ertrag) an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Aminosäuren (88 % T).....	25
Tab. 4: Wintergerste: Durchschnittliche N-, P-, K- Abfahren .....	26
Tab. 5: Winterweizen: Gewichteter Mittelwert (Schlaggröße x Ertrag) an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Aminosäuren (88 % T).....	27
Tab. 6: Winterweizen: Durchschnittliche N-, P-, K- Abfahren.....	28
Tab. 7: Durchschnittlicher Tierbestand in 2011 und 2012 .....	30
Tab. 8: Tierbestandsveränderungen 2011 und 2012.....	32
Tab. 9: Futtermittelverbrauch der Monate September bis Dezember 2010 und daraus abgeleiteter Jahresfuttermittelverbrauch.....	34
Tab. 10: Futtermittelverbrauch der Sauen aufgegliedert in Trage- und Säugefutter sowie Jungsauen .....	35
Tab. 11: Futtermittelverbrauch 2012 getrennt nach Tierarten .....	37
Tab. 12: Futtermittelverluste in der Mast .....	50
Tab. 13: Futtermittelverlust in der Ferkelaufzucht .....	50
Tab. 14: Futtermittelverlust im Wartebereich der Sauen.....	51
Tab. 15: Hochgerechnete Futtermittelverlust 2012 in Schwarzenau .....	51
Tab. 16: Gülleanfall in den Mastabteilen .....	56
Tab. 17: Gülleanfall in den Ferkelaufzuchtabteilen .....	57
Tab. 18: Gülleanfall in den Abferkelställen .....	58
Tab. 19: Gülleanfall im Deckstall.....	59
Tab. 20: Gülleanfall 2012 (hochgerechnet).....	60
Tab. 21: Gülleanfall in 2 Mastabteilen bei Sommer- und Winterbelegung in Abhängigkeit vom Wasserverbrauch .....	60
Tab. 22: Nährstoff- und Spurenelementabtransport über die Gülle nur im Versuchsbereich 2012 .....	67
Tab. 23: Gülleinhaltsstoffe je m <sup>3</sup> Schweinegülle aus verschiedenen Produktionsrichtungen (Angaben standardisiert auf 5 % T).....	68
Tab. 24: Gülleinhaltsstoffe je m <sup>3</sup> Zuchtsauengülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 4 % T).....	70
Tab. 25: Gülleinhaltsstoffe je m <sup>3</sup> Ferkelgülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 4 % T) .....	70
Tab. 26: Gülleinhaltsstoffe je m <sup>3</sup> Mastschweinegülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 7,5 % T) .....	71
Tab. 27: Gülleinhaltsstoffe und NH <sub>3</sub> -Gehalte in der Stallluft bei Universalmast und Phasenfütterung im Winter.....	74
Tab. 28: Gülleinhaltsstoffe und NH <sub>3</sub> -Gehalte in der Stallluft bei Universalmast und Phasenfütterung im Sommer .....	75
Tab. 29: Wasserverbrauch in den Versuchsabteilen (November 2010) .....	77
Tab. 30: Gesamter Wasserverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten .....	79
Tab. 31: Wasserverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten pro Tier und GV .....	80

Tab. 32: Wasserverbrauch pro Tier bzw. GV und Tag .....	81
Tab. 33: Wasserverbrauch in ausgewählten Ferkelaufzuchtteilen.....	83
Tab. 34: Wasserverbrauch in den einzelnen Produktionsrichtungen (l/ Tier/Tag).....	84
Tab. 35: Entzüge/Feldabfuhren .....	89
Tab. 36: Futtermittelverbrauch .....	89
Tab. 37: Futtermittelverluste (%).....	90
Tab. 38: Feld-/Stallbilanzen .....	90
Tab. 39: Güllemengen (Gülle ohne Waschwasser*) .....	91
Tab. 40: Abfuhrgülle – Güllemengen inkl. Waschwasser (bei 5 % T-Gehalt) .....	91
Tab. 41: Gülle – Inhaltsstoffe (bei 5 % T-Gehalt).....	92
Tab. 42: Güllabilanzen – ein Wagnis! (Mengenerfassung???, Nährstoffgehalte???) .....	92
Tab. 43: Tränk-/Trink- und Gesamtwasserverbrauch.....	93

# 1 Einleitung

Das Ausbildungs- und Versuchszentrum für Schweinehaltung in Schwarzenau ging 2008 in Betrieb. Vorrangige Aufgabe und Projektziel war damals der Aufbau und die Validierung eines stabilen Erfassungs- und Auswertungssystems für alle relevanten Kenngrößen in der Schweineproduktion – für die gesamte Anlage und getrennt nach Tiergruppen inkl. der vor- und nachgelagerten Bereiche. Der Weg dazu war mühsam, Lösungen „von der Stange“ gab es nicht. Zum Beispiel mussten Vorrichtungen zum Auffangen der Futterverluste „gebastelt“ werden, die Wasserverbrauchsmessung erforderte intelligente Neuverrohrungen, der Gülleverlust durch Überdruck im System wurde durch aufblasbare Stöpsel verhindert, die Abluftmessungen in separaten Abteilen erforderten eine Bündelung des Abluftstroms usw. Letztendlich konnte sowohl die Erfassung der Futter- und Nährstoffströme, des Wasserverbrauchs und des Gülleanfall als auch der Felddaten in den Routinebetrieb gehen und gehört nun zum „Standardprogramm“. Somit stammen die folgenden Bilanzzahlen (2010 – 2012) zum Futter-/Nährstoffverbrauch, zum Wasserverbrauch und zum Gülleanfall von 3 Aufzeichnungsjahren. Sie sind wegen ihrer Komplexität und Vollständigkeit im Bundesvergleich einmalig und können jederzeit als plausible Planungs- und Beratungsunterlagen für die Praxis herangezogen werden. Etwaige Verunsicherungen der Landwirte bei Vorratsplanungen (Futterbedarf, Lagerraum, ...), bei der Düngerbilanz (Düngeverordnung-DÜV), beim Wasserbedarf (Gesamtmenge, Nachlauf, ...), beim Gülleanfall (Menge, Nährstoffgehalt, ...) sollten dadurch beseitigt werden.

Im Folgenden werden die Projektaufgaben in den Bereichen Nährstoffbilanzierung, Gülleanfall und Wasserverbrauch begründet:

**Nährstoffbilanzierung** - Die exakte Erfassung der „echten“ Nährstoffeinträge in den landwirtschaftlichen Betriebskreislauf wie Futter-, Dünger-, Tierzugänge und der Nährstoffausträge wie Marktfruchtverkauf, Düngerabgabe, Tierverkauf etc. ist in Praxisbetrieben schwierig. Die meisten Bilanzrechnungen zur Beurteilung der Nährstoffeffizienz und der Umweltbelastung von Produktionssystemen beruhen daher auf mehr oder weniger „theoretischen“ Annahmen oder greifen auf Teilbausteine aus Exaktversuchen zurück. Selbst bei der Umsetzung der Düngeverordnung finden für die tierischen Ausscheidungen sowie die Nährstoffabfuhr vom Feld nur standardisierte Faustzahlen Verwendung. Nicht selten werden deshalb die „errechneten“ Bilanzierungsergebnisse eines Betriebes angezweifelt, es fehlt an aussagekräftigen Daten für Gesamtsysteme (Feld, Stall) als Momentaufnahme (z.B. letztes Wirtschaftsjahr, aktueller Durchgang) und in der langfristigen Entwicklung.

**Gülleanfall** - Die Auswertungen der bayerischen Gülledatenbank (3.600 Gülleproben der Jahre 2004 bis 2008 von Schweinehaltenden Betrieben aus dem Förderprogramm „umweltschonende Gülleausbringung“) zeigten bezüglich der Trockensubstanzgehalte und der wichtigsten Gülleinhaltsstoffe (N, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO) erhebliche Abweichungen zu den berechneten und veröffentlichten Werten zur Umsetzung der Düngeverordnung. Die analysierten T-Gehalte lagen weit unter, die meisten Inhaltsstoffe weit über den bayerischen Basisdaten der Düngeverordnung (bis zu 60 % höhere Gehalte). Es fanden sich keinerlei Unterschiede bezüglich Standard- und N/P-reduzierter Fütterung. Außerdem zweifeln die Landwirte nach der Auflage „Güllelagerkapazität mindestens für ½ Jahr“ immer wieder die berechneten Güllemengen an. Deswegen war eine exakte Erfassung der anfallenden Güllemengen und der Gülleinhaltsstoffe unter Praxisbedingungen bei gleich-

zeitiger Kenntnis der sonstigen Rahmenbedingungen (Fütterung, Haltung, Stallklima, Leistungen, ...) dringend notwendig.

**Wasserverbrauch** - Weiterhin ist die qualitativ und quantitativ gute Versorgung mit Tränkwasser eine wichtige Voraussetzung für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Schweine sowie für die Unbedenklichkeit der vom Schwein gewonnenen Lebensmittel. Auch wird in der Schweinehaltung sehr viel Wasser für Reinigungsmaßnahmen und als Transport- bzw. Kühlmittel gebraucht. Welche Wassermengen unter Praxisbedingungen nun von welchen Tiergruppen und wann verbraucht werden (Aufnahme plus Vergeudung) und welche Wassermengen für sonstige Zwecke abgerufen werden, ist mangels getrennter Erfassung nicht bekannt. Bestenfalls wird der Gesamtwasserverbrauch einer Stalleinheit aus betriebswirtschaftlichen Gründen oder als Hilfsgröße zur Einschätzung der momentanen Futteraufnahme aufgezeichnet. Dazu bereitet in der Praxis die Funktionsunsicherheit der einzelnen Tränkeeinrichtungen (Verkalkung, Verschmutzung, kein Wasserdruck, falsche Montage, usw.) große Probleme. Es war deshalb notwendig und dringlich, dass Daten zur Wasserqualität, zur Wasserversorgung der Tiere und zum Wasserverbrauch über einen längeren Zeitraum systematisch erhoben und für Beratungszwecke sowie zur Optimierung der Wasserversorgung in Praxisbetrieben aufbereitet wurden. Im Fachzentrum für Schweinehaltung Schwarzenau sind dafür sowohl alle relevanten Produktionsgruppen der Schweinehaltung, unterschiedlichste Haltungs- und Wasserversorgungssysteme als auch entsprechende online-Messuhren vorhanden. Die Wasserverbräuche sollten ab Stallbelegung standardmäßig im gesamten Fachzentrum erfasst werden.

## **2 Betriebliche Voraussetzungen im Fachzentrum Schwarzenau**

### **2.1 Tiere**

Am Fachzentrum für Schweinehaltung in Schwarzenau werden rund 280 produktive Zuchtsauen gehalten, ca. ein Drittel für Fütterungsversuche, ca. zwei Drittel für Haltungsveruche und die Lehrlingsausbildung.

Die Herde befand sich zumindest für den 1. Abschnitt des Projektes noch im Aufbau. Die ersten Sauen stammten ursprünglich aus zwei Betrieben (Osterseeon, Karolinenfeld) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und wurden nach Schwarzenau verbracht. In Tab. 1 sind die Leistungen der Zuchtsauen der drei Projektjahre im Vergleich zum regionalen Ferkelerzeugerring Unterfranken/Würzburg dargestellt. Man erkennt ganz deutlich eine positive Leistungsentwicklung. Das Fachzentrum hebt sich bei den meisten Parametern insbesondere im letzten Projektjahr deutlich vom Ringdurchschnitt Unterfranken ab (26 gegenüber knapp 23 aufgezogener Ferkel je Sau und Jahr).

Tab. 1: Leistungsentwicklung der Sauenherde ( Betriebs- und Ringdurchschnitt) während der Projektlaufzeit

		Betrieb (FZ Schwarzenau)			Ring (Unterfranken)		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
Sauen	n	291,1	302,4	304,9	116,0	126,6	128,6
1. Würfe	n	189,0	119,0	153,0	45,8	49,0	47,7
weitere Würfe	n	473	611,0	560,0	203,7	222,3	222,6
<b>Leistungen aller Sauen im Betrieb</b>							
Würfe/Sau/Jahr	n	2,3	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1
Ferkel, lebend geboren	n	11,7	12,2	12,6	11,8	12,1	12,4
Ferkel, tot geboren	n	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8
Ferkel, aufgezogen	n	10,4	10,6	11,2	10,4	10,6	10,8
Verluste	%	11,3	12,9	11,3	11,9	12,5	12,7
ZWZ	Tage	148,3	147,5	147,4	154,5	153,4	153,4
Umrauscher	%	16,0	15,9	11,9	12,0	11,2	11,6
<b>Aufgez. Ferkel/Sau/Jahr</b>	<b>n</b>	<b>23,6</b>	<b>25,6</b>	<b>26,0</b>	<b>22,5</b>	<b>22,8</b>	<b>22,8</b>

Die Sauen sind in sieben Gruppen untergliedert, wobei die Sauengruppen 1, 3 und 5 für Fütterungsversuche des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) in Grub zur Verfügung stehen. Die Gruppen 2, 4, 6 und 7 gehören zur Lehrwerkstatt und werden für Haltungsveruche des Instituts für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) herangezogen. Die Sauen aller Gruppen werden dabei immer gleich behandelt. Es sind Kreuzungssauen aus Deutschem Edelschwein x Deutsche Landrasse, welche als Jungsaunen von den Landwirtschaftlichen Lehranstalten aus Triesdorf geliefert werden. Sie werden dann mit Pietrain gekreuzt, um die klassischen Dreirassenkreuzungsferkel zu erhalten, welche vor allem in Süddeutschland sehr verbreitet sind. Zusätzlich werden zwei Eber der Rassen Pietrain und Duroc als Sucheber gehalten, die nur selten zum Deckeinsatz kommen.

Es sind weiterhin 1.000 Ferkelaufzucht- und 1.000 Schweinemastplätze vorhanden. Die Ferkelaufzucht- und die Mastplätze werden aus dem eigenen Betrieb gefüllt. Ferkel, die nicht zur Mast benötigt werden, werden als Aufzuchtferkel mit ca. 8-10 kg oder Mastferkel mit rund 30 kg verkauft. Die Mastschweine werden mit ca. 120 kg LM vermarktet oder im betriebs eigenen Schlachthaus geschlachtet.

In Tab. 2 sind die Leistungen der Mastschweine der drei Projektjahre im Vergleich zum Schweinemastkontrollring Unterfranken/Würzburg dargestellt. Auch hier erkennt man ganz deutlich eine positive Leistungsentwicklung (Erhöhung der täglichen Zunahmen um knapp 55 g in drei Jahren). Das Fachzentrum hebt sich insbesondere bei den täglichen Zunahmen vom Durchschnitt der Ringbetriebe ab. In allen drei Projektjahren, aber insbesondere im letzten Jahr war bei diesem Parameter ein deutlicher Vorsprung des Fachzentrums zu erkennen (+47,5 g tägliche Zunahmen mehr). Die im Vergleich zum Schweinemastkontrollring Unterfranken deutlich höheren vorzeitigen Abgänge sind versuchsbedingt, z.B. vorzeitige Herausnahme aus dem Versuch und Verkauf bei Fundamentproblemen. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung ist weniger aussagekräftig und nicht für Vergleiche mit der Praxis geeignet, da die Schwarzenauer Schweine zur Beurteilung der Schlachtleistungen immer „zerlegt“ werden und wertvolle Teile (z. B. Kotelett) beim Verkauf abgehen.

Tab. 2: Leistung- und Wirtschaftlichkeitsentwicklung in der Schweinemast (Betriebs- und Ringdurchschnitt) während der Projektlaufzeit

		Betrieb			Vergleichsbetriebe		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012
Betriebe	n				29	27	30
Gruppen	n	11	17	13	21	19	17
Eingestallte Tiere	n	2164	3247	2789	2092	2268	2035
Verkaufte Tiere	n	2029	3098	2647	2037	2217	1987
Tiere/Gruppe	n	197	191	215	102	122	120
Verluste	%	3,1	1,4	1,9	2,2	1,8	1,9
Vorzeitige Abgänge	%	3,1	3,2	3,2	0,4	0,4	0,4
Einstallgewicht	kg	31,6	32,0	30,7	29,2	28,9	28,7
Zuwachs	kg	82,8	83,4	82,7	88,7	90,0	90,4
Mastabgangsgewicht	kg	114,4	115,4	113,3	117,9	118,8	119,0
Mastendgewicht	kg	118,2	118,3	116,7	119,4	120,1	120,4
Futtertage	n	108,2	105,4	100,8	117,9	117,6	117,0
<b>Tägl. Zunahmen</b>	<b>g</b>	<b>765,0</b>	<b>791,2</b>	<b>819,8</b>	<b>755,4</b>	<b>764,9</b>	<b>772,3</b>
Futterraufnahme	kg	244,6	237,3	233,0	262,9	261,2	262,8
Futterraufnahme	kg/Tag	2,26	2,25	2,31	2,24	2,22	2,25
Futterraufwand	kg/kg	2,95	2,85	2,82	2,96	2,90	2,91
Energieaufwand	MJ/kg	38,41	37,00	36,36	38,38	37,66	37,77
Futterkosten/kg Zuwachs	€	0,50	0,67	0,70	0,52	0,65	0,73
Energiedichte/kg Futter	MJ	13,00	13,00	12,90	12,95	12,97	12,98
Lysingehalt/kg Futter	g	9,28	9,30	9,67	9,64	9,70	9,71
Magerfleischanteil	%	58,25	58,76	58,34	58,07	58,26	58,75
Marktleistung		129,6	138,9	150,8	137,3	142,8	159,6
Ferkelkosten		65,1	63,1	64,0	62,0	58,7	61,8
Futterkosten		41,6	55,8	58,0	46,2	58,2	66,0
sonstige Direktkosten		6,6	6,6	6,6	6,4	6,3	6,2
Gesamtkosten		113,3	125,5	128,7	114,6	123,2	134,1
Direktkostenfreie Leistung	€	16,34	13,41	22,21	22,76	19,61	25,59
DKfL/Futtertag	€	0,15	0,13	0,22	0,19	0,17	0,22
Umtriebe	n	3,00	3,07	3,19	2,79	2,78	2,79
DKfL/Mastplatz	€	48,94	41,11	70,79	63,39	54,55	71,50

## 2.2 Haltung

Die kompakte Anlage (Abb. 1) des Fachzentrums Schwarzenau umfasst 3 Baukörper: Im Gebäude oben (Bauteil A) sind die Stallbereiche für die Zuchtsauen untergebracht. In der Bildmitte befinden sich die Ferkelaufzucht und Mastabteile (Bauteil B). Das kleinere Gebäude im Bild unten (Bauteil C) ist die Futterzentrale. Im grün und dunkelorange eingefärbten Bereich werden die Fütterungsversuche durchgeführt, der gelb unterlegte Bereich stellt die Lehrwerkstätte bzw. den Bereich Haltungsveruche dar.



Abb. 1: Versuchszentrum für Schweine in Schwarzenau

**Bereich Fütterungsversuche** - Der Großteil der projektbegleitenden Exaktversuche wurde im Bereich der für Fütterungsversuche vorgesehenen Stallabteile durchgeführt. Für die Sauen stehen zwei identische Abferkelställe mit je 16 Plätzen zur Verfügung (Abb. 2). Die Kastenstände mit Kipptrögen (Abb. 3) dienen der genauen Messung der Futteraufnahme. Während des Versuchs wird das nicht verzehrte Restfutter geleert und zurückgewogen. Der Boden besteht im Sauenbereich aus einem Drahtgittergeflecht mit Kunststoffummantelung und Gusseisen (Tenderfoot). Die Ferkelnester sind beheizt, aber nicht abtrennbar. Außerdem stehen zur Wasseraufnahme „Mutter-Kind-Tränken“ zur Verfügung. Zum Beifüttern von Prestarter oder Milch für die Ferkel werden Tröge eingesetzt, die zum Reinigen herausgenommen werden können. Die Säugezeit beträgt 4 Wochen. Die Fütterung erfolgt über vier Spotmix-Mini-Anlagen. Je eine dieser Anlagen bedient acht säugende Sauen.



Abb. 2: Abferkelabteil A1/A2 im Versuchsbereich



Abb. 3: Kipptrog in den Abferkelabteilen A1/A2

Für tragende Sauen stehen im Versuchsbereich drei Warteabteile für jeweils ca. 42 Sauen zur Verfügung. Pro Abteil ist eine Abrufstation mit automatischer Tiererkennung und Tierverwiegung vorhanden (Abb. 4). Pro Station können zwei Futtermischungen gewichts-dosiert vorgelegt werden. Ein Abteil dient zum Anlernen der Jungsaugen, zwei Abteile werden für Fütterungsversuche genutzt.



Abb. 4: Wartebereich mit Abrufstation

Für Ferkelfütterungsversuche gibt es zwei Abteile. Ein Abteil mit acht Abrufstationen zur Ermittlung der Futteraufnahme für das Einzeltier (Abb. 5). An diesen acht Abrufstationen werden 80 Tiere (eine Bucht entspricht  $2,6 \times 2,4 \text{ m} = 6,24 \text{ m}^2$ ) gehalten. Die Tiererken-

nung erfolgt mittels Transponder im Ohr. Zur Ermittlung der Futteraufnahme werden die Futtertröge vor und nach dem Fressen automatisch gewogen. Jeweils zwei nebeneinander stehende Stationen werden von einer Futterleitung beschickt, so dass insgesamt vier verschiedene Testfutter gleichzeitig eingesetzt werden können. Die Wasserversorgung erfolgt über 2 Nippel-tränken pro Bucht. Der Boden ist aus Kunststoffrost (Firma MIK). Die Zu-luft erfolgt über einen in der Mitte angebrachten Porenkanal, die Abluft wird nach oben abgesaugt.



Abb. 5: Abrufstation im Ferkelabteil F2

Das zweite Ferkelaufzucht-abteil besteht aus 2 x 8 Buchten mit jeweils 6,24 m<sup>2</sup> Nettobuchten-fläche (siehe Abb. 6). Boden und Lüftung entsprechen dem bereits beschriebenen Fer- kelabteil. In den Buchten befinden sich Kurztröge mit Sensoren, die über die 2 Spotmix- Mini-Anlagen versorgt werden. Zwei getrennte Futterleitungen mit automatischer Futter- wiegung über die Spotmix-Mini-Anlagen sichern die Genauigkeit bei Fütterungsversu- chen. Die Wasserversorgung wird ebenfalls über zwei Wasserkreisläufe, die analog den Futterkreisläufen angeordnet sind, sichergestellt. Pro Bucht sind zwei Nippeltränken vor- handen.



Abb. 6: Ferkelbucht im F1.1/F1.2

Für Fütterungsversuche in der Mast sind ebenfalls zwei Abteile vorhanden. Auch diese sind im Wesentlichen miteinander zu vergleichen. Die Buchten mit den Maßen 5 x 2,6 m sind bei einem Platzbedarf von 1,1 m<sup>2</sup> pro Tier für bis zu 12 Tiere vorgesehen. In beiden Abteilen sind Betonspalten mit 17 mm Schlitzweite eingebaut. Zwei Nippeltränken pro Bucht sichern die Wasserversorgung. Die Zuluft erfolgt über einen dreiteiligen Porenkanal, die Abluft wird nach oben abgeführt. Twinrohre unter der Zuluft heizen die Luft an. Die Fütterung erfolgt im Mastabteil M 1 über Abrufstationen (Abb. 7). Hier findet eine elektronische Einzeltiererkennung statt, die den tierindividuellen Futterverbrauch dokumentiert. Zusätzlich ist eine Tierverwiegung integriert. In den Abteilen M 2.1/2.2 (Abb. 8) ist eine Flüssigfütterungsanlage mit zwei Mischbehältern und zwei Futterkreisläufen installiert. Das Tier-Fressplatzverhältnis beträgt 1:1.



Abb. 7: Abteil M 1 - Bucht mit Abrufstation



Abb. 8: Abteil M 2.1/2.2 - Bucht mit Langtrog und Sensor

**Bereich Haltungsveruche und Lehrwerkstätte** - Im Bereich für Haltungsveruche und in der Lehrwerkstätte sind unterschiedliche Aufstallungsformen für tragende und säugende Sauen, für Ferkel und für Mastschweine vorhanden. Das Deckzentrum befindet sich ebenfalls in diesem Bereich. Auch im Haltungs- und Lehrwerkstättenbereich wurden alle Verbrauchszahlen miterfasst!

Als Besonderheit können in zwei gleich gestalteten Mastabteilen (M 3, M 4, Abb. 9) mit identischer Lüftung Schadgase im Bereich der Tiere und in der Abluft permanent bestimmt werden. In diesen Abteilen wurden zwei projektbegleitende Mastversuche zum Ammoniakgehalt bei N-reduzierter Fütterung durchgeführt.



Abb. 9: Mastabteil M3 zur Bestimmung von Schadgasen im Stall und in der Abluft

## 2.3 Fütterungstechnik

### 2.3.1 Bereich Fütterungsversuche

Die Fütterungstechnik für Fütterungsversuche ist natürlich sehr aufwändig und kleinstrukturiert. Es sollten alle Verzehrsmengen (täglich pro Sau/Mastschwein/Gruppe) und Gewichte (Einzeltiere beim täglichen Fressen oder wöchentlich in Gruppenhaltung) „online“ erfasst und verrechnet werden. Es handelte sich dabei um:

Spotmix-Mini (4) zur Einzeltierfütterung für insg. 32 laktierende Sauen

- 4 separate Leitungen
- Automatische Futtermessung je Zuchtsau
- Am Ventil Kipptröge

Abrufstationen (3) zur Einzeltierfütterung für insg. 120 tragende Sauen

- 2 Futterkomponenten möglich
- Automatische Tiererkennung
- Je Station 2 Futtermittelsbehälter mit Wiegezellen
- Automatische Lebendmassebestimmung

Flüssigfütterungsanlage zur Gruppenfütterung für 192 Mastschweine (30 – 125 kg LM)

- 2 separate Mischbehälter und Kreisläufe
- Langtrog mit Sensor („Wellnessfütterung“)
- Automatische Futtermessung pro Trog

Mastleistungsprüfstationen (8) zur Einzeltierfütterung für 96 Mastschweine (30 – 125 kg LM)

- Automatische Tiererkennung
- Automatische Futtermessung im Trog
- Automatische Lebendmasseerfassung
- Befüllung über Spiralkette

Spotmix-Mini (2) zur Gruppenfütterung für insg. 192 Ferkel (7 – 34 kg LM)

2 separate Leitungen

Automatische Futtermittelverwiegung je Bucht bzw. Ventil

In der Bucht Kurztröge mit Sensor

Mastleistungsprüfstationen (8) zur Einzelfütterung für 96 Ferkel (7 - 34 kg LM)

Automatische Tiererkennung

Automatische Futtermittelverwiegung

Befüllung über Spiralkette

In der Futterzentrale für Fütterungsversuche (Abb. 10-16) mit den Vorratssilos für Getreide und Zukaufsfuttermittel werden die Versuchsmischungen (Schroten, Mischen) sortenrein hergestellt und getrennt nach Futtertypen in Kleinbehältern zwischengelagert. Die Kleinbehälter werden nach Bedarf über die Aufnahmetrichter (Abb. 14) der einzelnen Wiege- und Ausdosiereinheiten gesetzt. So können bis zu 18 verschiedene Futtermittel in die entsprechenden Versuchsabteile verschneidungsfrei transportiert werden.

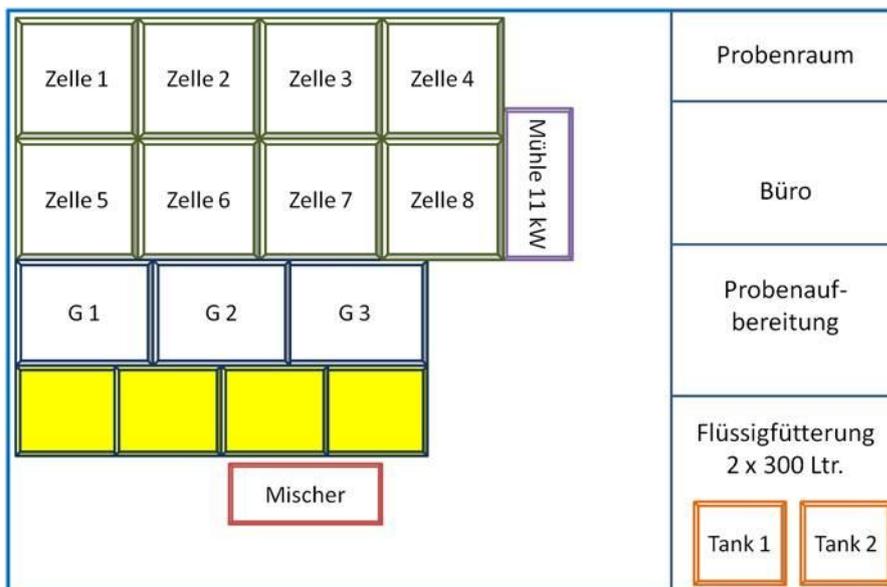


Abb. 10: Futterzentrale für Fütterungsversuche

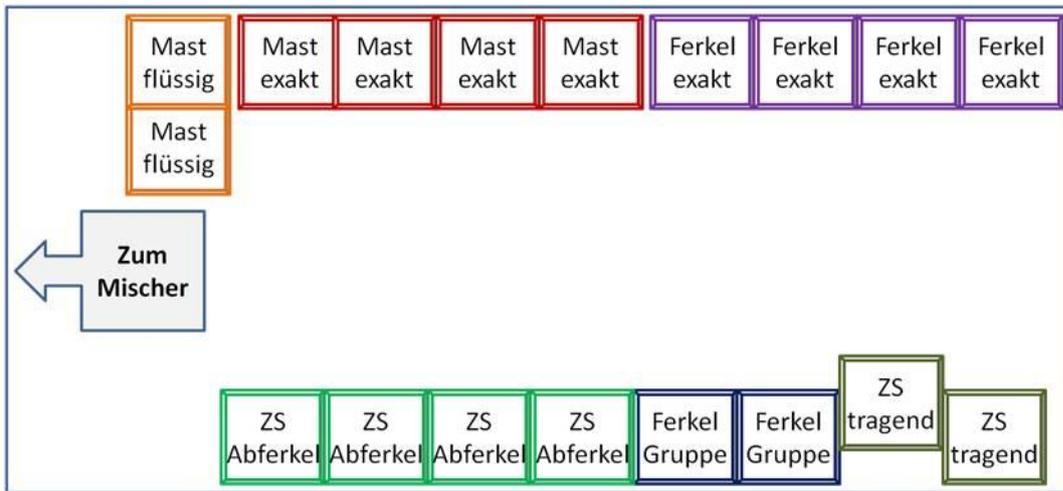


Abb. 11: Aufnahme­richter in der Futterzentrale für Fütterungsversuche

Einen Einblick in die Futterzentrale für Fütterungsversuche geben die folgenden Abbildungen.



Abb. 12: Blick in die Futterzentrale für Fütterungsversuche



Abb. 13: Mahl- und Mischanlage für Fütterungsversuche



Abb. 14: „Flex-Container“ ermöglichen eine nahezu verschleppungsfreie Futterzuteilung



Abb. 15: Flüssigfütterungsanlage mit zwei getrennten Mischbottichen und Kreisläufen



Abb. 16: *Spot-Mix-Mini zur individuellen Fütterung säugender Sauen*

### 2.3.2 Lehrwerkstatt und Haltungsveruche

Abb. 17 und 18 zeigen die Futterzentrale der Lehrwerkstätte mit Bevorratung des hofeigenen Getreideanfalls (Zellen 1 -12) sowie den Zusatzkomponentensilos.



Abb. 17: *Blick in die Futterzentrale der Lehrwerkstätte*

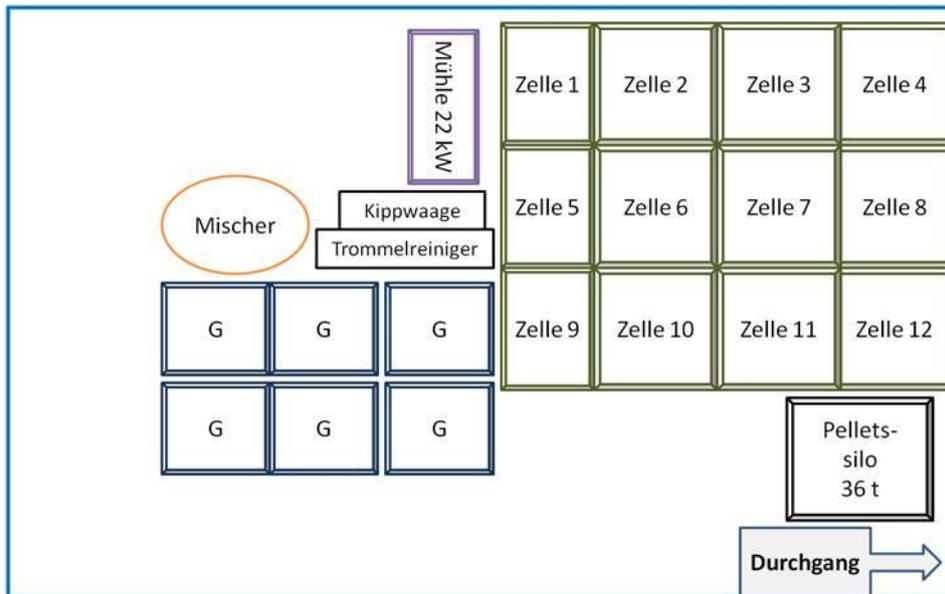


Abb. 18: Futterzentrale für Lehrwerkstatt und Haltungsveruche

Die Versorgung sämtlicher Sauen außerhalb von Fütterungsversuchen (87 Deckstände, 59 Abferkelbuchten, 80 Wartplätze mit 2 Abrufstationen, 40 Jungsauenplätze, 60 Eingliederungsplätze, 32 Krankenplätze) und von rund 700 Ferkeln erfolgt über eine normale Spotmix-Fütterungsanlage mit automatischer Futtermverwiegung für jedes Ventil (Abb. 19).



Abb. 19: Spot-Mix-Anlage zur Versorgung der Sauen und Ferkel der Lehrwerkstätte

Für die ca. 700 Mastplätze wurde eine Flüssigfütterungsanlage mit automatischer Futtermverwiegung pro Ventil eingebaut (Abb. 20).



Abb. 20: Flüssigfütterungsanlage mit Stichleitungen zur Versorgung der Mastschweine der Lehrwerkstätte

### 3 Ergebnisse und Wertungen

Es wurden sämtliche abgefahrenen Futter- und Nährstoffmengen auf den Flächen erfasst, der Gesamtfutter-/nährstoffverbrauch im Stall sowie die Futterverluste, die angefallenen Güllemengen und Gülleinhaltsstoffe sowie der Gesamtwasser- und Tränkwasserverbrauch. Dem Verbrauch wurden jeweils die tierischen Leistungen in Form der Gewichte bzw. der Gewichtszuwächse gegenübergestellt - getrennt nach Produktionseinheiten und Altersstufen.

#### 3.1 Nährstoffströme

Zur Berechnung der Nährstoffbilanz (Feld-Stall-Abgleich) sind die mit der Ernte eingebrachten Nährstoffe (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) insgesamt bzw. durchschnittlich pro Hektar notwendig. Dazu wurden die Erntemengen schlaggenau mit einer Fuhrwerkswaage ermittelt und die Inhaltsstoffe im Futtermittellabor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU 3) in Grub analysiert. Eine mehrfache Nutzung der Daten ergab sich, wenn die Futteranalysen bei schlagbezogener Betrachtung zur Düngungssteuerung auf dem Feld und gleichzeitig als Basis für die Rationsberechnung herangezogen wurden. Der im Versuchsstall an die Schweine verfütterte Anteil Futter bzw. Nährstoffe, der nicht in Schweinewachstum umgesetzt wurde, gingen als Gülle wieder auf die Flächen zurück. Die Wirtschaftsdüngerbilanz muss ausgeglichen sein, will man ein „Aufdüngen“ der Flächen mit evtl. negativen Folgen für die Umwelt vermeiden.

##### 3.1.1 Getreideerträge, Futterinhaltsstoffe, Nährstoffabfuhr

Um Kenntnis über die Inhaltsstoffe im Futtergetreide zu erhalten, wurden in den Erntejahren 2010, 2011 und 2012 von allen Schlägen des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums für Schweinehaltung in Schwarzenau Getreideproben gezogen und untersucht. Die Probenentnahme aus den Vorratssilos wurde mit Hilfe eines Probenstechers (Abb. 21) durchgeführt. Weiterhin wurden alle zugekauften Futtermittel sowie sämtliche Rationen unter-

sucht. Zusätzlich zu der Weender Standarduntersuchung (Rohnährstoffe plus Stärke und Zucker) wurden Mengenelemente (Ca, P, Na, K, Mg), Spurenelemente (Zn, Cu, Fe, Mn) und Aminosäuren (Lys, Met, Cys, Thr, Trp) bestimmt.



Abb. 21: Probenstecher

#### 3.1.1.1 Wintergerste

Im Anbaujahr 2009/10 wurden in Schwarzenau 51 ha Wintergerste angebaut. Der mittlere Ertrag lag bei 51 dt/ha, eine für die Region durchschnittliche Ernte. Im Anbaujahr 2010/11 wurden auf 59 ha im Mittel 24 dt/ha erzielt. Auf Grund der extremen Trockenheit im Frühjahr (März bis Mai 2011: 32 mm Niederschlag!) konnten 2011 nur 46 % der Menge des vorhergehenden Jahres geerntet werden. 2012 wurde auf 50 ha Wintergerste angebaut, der Durchschnittsertrag lag bei 35 dt/ha. Diesmal war der strenge Frost ohne geschlossene Schneedecke Anfang des Jahres 2012 an den geringen Gerstenerträgen schuld, er hinterließ starke Auswinterungsschäden, wovon sich einige Schläge nicht erholen konnten.

Die Durchschnittsgehalte an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Aminosäuren sind in Tab. 3 zusammengefasst, sie werden mit den Angaben in der Gruber Futterwerttafel verglichen. Auffallend sind die im Vergleich zur Gruber Tabelle 2012 die erhöhten Rohproteingehalte über alle drei Jahre hinweg bei gleichzeitig etwas geringeren Rohfasergehalten. Entsprechend liegen auch die Aminosäuregehalte etwas höher als in der Gruber Tabelle. Bei den Spurenelementen fallen die höheren Zink- und Kupfergehalte des letzten Erntejahres auf.

Tab. 3: Wintergerste: Gewichteter Mittelwert (Schlaggröße x Ertrag) an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Aminosäuren (88 % T)

		2010	2011	2012	Tabelle Grub
<b>Schläge</b>	n	18	20	10	-
<b>Anbaufläche</b>	ha	51	60	50	-
<b>Erträge</b> min/max	dt/ha	51 ± 10 (27-66)	24 ± 13 (9-56)	35 ± 13 (16-51)	-
<b>Trockenmasse</b> min/max	g/kg	898 ± 8 (873-909)	863 ± 16 (818-890)	867 ± 19 (832-889)	880
<b>ME</b> min/max	MJ/kg	12,6 ± 0,1 (12,4 -12,7)	12,6 ± 0,1 (12,5-12,7)	12,6 ± 0 (12,5-12,7)	12,6
<b>Rohprotein</b> min/max	g/kg	128 ± 9 (115-145)	119 ± 7 (104-134)	131 ± 12 (114-154)	110
<b>Rohfaser</b> min/max	g/kg	43 ± 4 (36-51)	45 ± 3 (43-50)	42 ± 3 (38-46)	46
<b>Rohasche</b> min/max	g/kg	22 ± 1 (21-25)	20 ± 1 (18-23)	18 ± 1 (17-20)	22
<b>Rohfett</b> min/max	g/kg	18 ± 0,6 (17-19)	16 ± 1 (15-19)	17 ± 1 (15-18)	20
<b>NfE</b> min/max	g/kg	669 ± 12 (644-684)	680 ± 9 (658-698)	673 ± 1 (464-688)	-
<b>Zucker</b> min/max	g/kg	20 ± 0,8 (18-21)	18 ± 2 (16-28)	8 ± 3 (2-12)	23
<b>Stärke</b> min/max	g/kg g/kg	499 ± 16 (469-515)	514 ± 16 (476-534)	487 ± 9 (471-498)	528
<b>Kalzium</b> min/max	g/kg	0,5 ± 0 (0,4-0,6)	0,5 ± 0 (0,5-0,6)	0,7 ± 0,1 (0,6-1,0)	0,6
<b>Phosphor</b> min/max	g/kg	3,5 ± 0,3 (3,1-4,1)	2,4 ± 0,3 (2,1-3,1)	2,8 ± 0,2 (2,5-3,3)	3,5
<b>Natrium</b> min/max	g/kg	0,1 ± 0 (0,1-0,1)	0,1 ± 0,1 (0,1-1,3)	0,1 ± 0 (0,1-0,2)	0,3
<b>Kalium (g)</b> min/max	g/kg	5,6 ± 0,5 (5-6,5)	4,5 ± 0,4 (4,1-5,5)	3,9 ± 0,4 (3,4-4,8)	4,4
<b>Mangan</b> min/max	mg/kg	1 ± 0 (1,0-1,1)	1,1 ± 0,1 (1,0-1,3)	1,2 ± 0,1 (1,1-1,3)	k.A.
<b>Kupfer</b> min/max	mg/kg	3,4 ± 0,6 (2,6-4,7)	5,5 ± 4,0 (0,5-12,0)	7,9 ± 0,9 (6,0-10,0)	k.A.
<b>Zink</b> min/max	mg/kg	39 ± 12 (21-64)	26 ± 9 (19-53)	53 ± 11 (44-76)	k.A.
<b>Lysin</b> min/max	g/kg	4,2 ± 0,3 (3,5-4,7)	4,2 ± 0,3 (3,5-4,7)	4,4 ± 0,2 (4,0-4,9)	3,9
<b>Methionin</b> min/max	g/kg	2,0 ± 0,1 (1,7-2,3)	1,8 ± 0,1 (1,5-2,0)	2,0 ± 0,1 (1,8-2,2)	1,8
<b>Cystin</b> min/max	g/kg	2,6 ± 0,1 (2,4-2,8)	2,3 ± 0,2 (1,8-2,6)	2,8 ± 0,2 (2,5-3,1)	2,3
<b>Threonin</b> min/max	g/kg	4,1 ± 0,3 (3,7-4,6)	3,8 ± 0,3 (3,1-4,3)	4,2 ± 0,3 (3,8-4,7)	3,6
<b>Tryptophan</b> min/max	g/kg	1,8 ± 0,2 (1,3-2,0)	1,2 ± 0,1 (0,9-1,5)	1,6 ± 0,1 (1,4-1,7)	1,4

In Tab. 4 sind die mittleren Abfuhr von N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O durch Wintergerste - nur Körner - zusammengestellt. Entsprechend den Erntemengen sind auch die Entzüge an Stickstoff, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub> in den beiden letzten Erntejahren vermindert.

Tab. 4: Wintergerste: Durchschnittliche N-, P-, K- Abfuhr

Erntejahr	Ertrag dt/ha	N – Abfuhr kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Abfuhr kg/ha	K <sub>2</sub> O - Abfuhr kg/ha
2009/2010	51	104	41	34
2010/2011	24	53	15	15
2011/2012	35	76	23	17

### 3.1.1.2 Winterweizen

Auch der Winterweizen wurde schlagspezifisch erfasst und analysiert. Bei einer Anbaufläche von 64,44 ha wurde 2010 ein durchschnittlicher Ertrag von 63,59 dt/ha erzielt. Dies ist ein durchaus „normaler“ Wert für die vorhandenen Böden und die vorherrschenden Witterungsverhältnisse. Bei einer Anbaufläche von 62,4 ha konnten 2011 dagegen nur 36,6 dt/ha geerntet werden. Das sind etwa 58 % der letztjährigen Ernte. Durch die außergewöhnliche Trockenheit im Frühjahr mussten erhebliche Ertragseinbußen hingenommen werden. In 2012 wurden auf 52 ha Weizenfläche 60 dt/ha geerntet.

Einschub: Im Herbst 2010 wurde ein Anbauversuch mit verschiedenen Düngevarianten angesät. Das geerntete Getreide sollte anschließend in einem Mastversuch mit möglichen Auswirkungen normaler bzw. hoher N-Gülleabgabe auf den Futterwert und die tierischen Leistungen verfüttert werden. Auf Grund der ungünstigen Witterungsverhältnisse wurde bereits die Düngung zur Herausforderung und eine Spätdüngung war aufgrund der ausgebliebenen Niederschläge nicht realisierbar. Es folgte eine schlechte Ernte. Die geringen Erntemengen wurden zwar beprobt, ein Unterschied im Rohprotein- und Aminosäuregehalt konnte aber nicht festgestellt werden, die Spätdüngung der Hochproteinfläche blieb wirkungslos. Der geplante Mastversuch wurde auf die Saison 2011/12 verschoben und scheiterte wieder – diesmal wegen Auswinterungsschäden auf der Versuchsfläche.

Die durchschnittlichen gewichteten Gehalte an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen, Aminosäuren von Winterweizen sind in Tab. 5 zusammengestellt. Auch beim Winterweizen lag Rohprotein in den drei beprobten Erntejahren über den Angaben der Gruber Tabelle. Der erhöhte Rohproteingehalt wirkte sich jedoch nicht auf die analysierten Aminosäuren aus. Deren Gehalte waren mit den Gruber Werten nahezu identisch. Gegenüber den Gruber Angaben wurde über alle drei Jahre ein geringerer P-Gehalt festgestellt. Die bei der Gerste beobachteten höheren Zn- und Cu-Gehalte ließen sich beim Winterweizen nur für Kupfer bestätigen.

Tab. 5: Winterweizen: Gewichteter Mittelwert (Schlaggröße x Ertrag) an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Aminosäuren (88 % T)

		2010	2011	2012	Tabelle Grub
<b>Schläge</b>	n	15	25	18	-
<b>Anbaufläche</b>	ha	64	62	52	-
<b>Erträge</b>	dt/ha	64 ± 13	36 ± 15	60 ± 11	-
min/max	dt/ha	(38-81)	(19-76)	(34-78)	
<b>Trockenmasse</b>	g/kg	856 ± 11	847 ± 24	877 ± 17	880
min/max		(841-875)	(819-953)	(851-900)	
<b>ME</b>	MJ/kg	13,7 ± 0,0	13,7 ± 0,1	13,6 ± 0,0	13,8
min/max		(13,6-13,7)	(13,3-13,8)	(13,6-13,7)	
<b>Rohprotein</b>	g/kg	124 ± 11	134 ± 11	131 ± 9	121
min/max		(111-144)	(118-159)	(121-150)	
<b>Rohfaser</b>	g/kg	28 ± 2	28 ± 13	25 ± 1	26
min/max		(26-32)	(23-75)	(23-26)	
<b>Rohasche</b>	g/kg	16 ± 1	17 ± 2	15 ± 0,5	17
min/max		(15-18)	(14-25)	(15-16)	
<b>Rohfett</b>	g/kg	16 ± 0,4	15 ± 1,0	15 ± 1,0	18
min/max		(15-16)	(14-16)	(13-16)	
<b>NfE</b>	g/kg	696 ± 12	686 ± 20	694 ± 9	-
min/max		(673-710)	(626-709)	(672-706)	
<b>Zucker</b>	g/kg	13 ± 1	19 ± 1	11 ± 1	28
in/max		(12-17)	(17-22)	(9-15)	
<b>Stärke</b>	g/kg	594 ± 17	589 ± 13	546 ± 8	594
min/max		(559-611)	(562-610)	(528-555)	
<b>Kalzium</b>	g/kg	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6
min/max		(0,4-0,5)	(0,3-0,6)	(0,5-0,7)	
<b>Phosphor</b>	g/kg	2,4 ± 0,3	3,0 ± 0,8	2,4 ± 0,2	3,3
min/max		(1,9-3,0)	(0,8-3,6)	(1,9-3,0)	
<b>Natrium</b>	g/kg	0,04 ± 0	0,1 ± 0	0,1 ± 0	0,2
min/max		(0,0-0,1)	(0,0-0,1)	(0,0-0,1)	
<b>Kalium</b>	g/kg	3,8 ± 0,4	3,9 ± 0,2	3,5 ± 0,3	4,4
min/max		(3,4-4,5)	(3,6-4,2)	(3,0-4,3)	
<b>Mangan</b>	mg/kg	1,0 ± 0,0	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	k.A.
min/max		(1,0-1,1)	(1,0-1,3)	(1,1-1,5)	
<b>Kupfer</b>	mg/kg	3,8 ± 0,4	3,2 ± 0,5	7,5 ± 1	k.A.
min/max		(3,3-5,2)	(2,5-4,6)	(6,2-9,1)	
<b>Zink</b>	mg/kg	30 ± 7	28 ± 6	33 ± 9	k.A.
min/max		(23-43)	(18-39)	(25-66)	
<b>Lysin</b>	g/kg	3,4 ± 0,2	3,3 ± 0,3	3,4 ± 0,2	3,4
min/max		(3,2-3,8)	(2,9-3,9)	(3,1-3,8)	
<b>Methionin</b>	g/kg	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,2	2,0 ± 0,1	1,9
min/max		(1,6-2,1)	(1,7-2,3)	(1,8-2,3)	
<b>Cystin</b>	g/kg	2,6 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,8 ± 0,2	2,6
min/max	g/kg	(2,4-2,9)	(2,2-3,1)	(2,6-3,2)	
<b>Threonin</b>	g/kg	3,4 ± 0,2	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,2	3,4
min/max		(3,1-3,8)	(3,2-4,4)	(3,3-4,1)	
<b>Tryptophan</b>	g/kg	1,5 ± 0,2	1,4 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,5
min/max		(1,3-1,9)	(1,2-1,7)	(1,4-1,7)	

Entsprechend den „bescheidenen“ Erntemengen sind auch die Entzüge an Stickstoff, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O in 2010/2011 vermindert (Tab. 6).

Tab. 6: Winterweizen: Durchschnittliche N-, P-, K- Abfuhr

Erntejahr	Ertrag dt/ha	N – Abfuhr kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Abfuhr kg/ha	K <sub>2</sub> O - Abfuhr kg/ha
2009/2010	64	127	36	29
2010/2011	36	78	25	17
2011/2012	60	128	33	26

**Fazit:** Die Felderträge und damit die N/P-Abfuhr von der Schwarzenauer Fläche sind zwar standorttypisch, sie liegen aber im Vergleich zu den anderen schweinehaltenden Regionen in Bayern um ca. 20 dt/ha Ertrag bzw. 35 kg/ha N-Abfuhr bzw. 15 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Abfuhr niedriger. Angenommen das Fachzentrum (ohne LPA, nur die Fachzentrum - Tiere gehen in die Berechnung ein!) wäre bei aktuell gegebenem Tierbesatz Getreideeigenversorger und die anfallende Gülle würde nicht über eine Biogasanlage verwertet und an Ackerbaubetriebe abgegeben, dann wären bei gegebenen Verhältnissen (300 Zuchtsauen, 1000 Mastplätze) in 2012 für

- den Futtergetreidebedarf 215 ha,
- einen ausgeglichenen N-Güllehaushalt 159 ha,
- einen ausgeglichenen P-Güllehaushalt 215 ha Ackerfläche notwendig.

Dabei werden die Mastkapazitäten versuchsbedingt nicht voll ausgeschöpft.

### Wertung der Schwarzenauer Ergebnisse und Hinweise für die Praxis:

- Die Erfassung der anfallenden Futtergetreidemengen erleichtert dem Betrieb die Futterplanung und Rationsgestaltung für das bevorstehende Anbau- und Fütterungsjahr (Umstellung der Fruchtfolge, Sortenwahl, notwendiger Getreidezukauf gesamt, notwendiger Zukauf nach Getreidearten, Ausnutzen von zeitlichen/regionalen Futterangeboten, Umstellung von der Hofmischung mit Mineralfutter und Soja auf Ergänzungsfutter, bei Futtermangel ev. Zukauf von preiswerterem Endmastfutter,...).
- Für den Hofmischer/Neueinsteiger lässt sich daraus auch der notwendige Lagerkapazitätsbedarf für hofeigenes Getreide errechnen.
- Die Untersuchung des hofeigenen Getreides bis zu den Aminosäuren und Spurenelementen ist Voraussetzung für eine optimale Rationsplanung und -gestaltung (Zukauf Eiweißfutter, Auswahl des Mineralfutters, ...). Natürlich sind schlagbezogene oder sortenreine Analysen für die Praxis nicht möglich und notwendig. Es langt eine Sammelprobe jeder Getreideart im „Malereimer“, dazu die sofortige Untersuchung im Labor und die zeitnahe Anpassung der Rationen.
- Durch die schlaggenauen Analysen lassen sich die Abfuhr der wesentlichen Pflanzennährstoffe (N, P, K) ermitteln. Diese bilden neben der Bodenuntersuchung wiederum die Grundlage für die Düngeplanung und Höhe der Düngergaben im darauffolgenden Anbaujahr.

- Die Kenntnis der Felderträge und der Nährstoffabfuhr ist für eine betriebsindividuelle Nährstoffbilanzierung und Futterwirtschaft mit Kostenoptimierung zwingend – je höher der Tierbesatz pro Flächeneinheit ist, je höher die Pachtpreise sind, je mehr Gülle abgegeben wird, desto notwendiger ist eine genaue Feldertragserfassung inkl. Nährstoffgehalten der Erntegüter.
- Hohe Leistungen sind sowohl im Stall als auch auf dem Feld notwendig, will man einen hohen Tierbesatz pro Flächeneinheit fahren oder die Baugenehmigung im Außenbereich (Bedingung: mindestens die Hälfte des Tierfutters aus Eigenerzeugung) nicht mit unnötiger Flächenzupacht belasten.

### 3.1.2 Tierbestand

Zur Bilanzierung der Nährstoffeffassung und –Ausscheidung wurden ab September 2010 im gesamten Ausbildungs- und Versuchszentrum alle Tierzugänge, Tiervverkäufe und Tierverluste im Rahmen des Projektes nach Produktionseinheiten (Zuchtsauen, Ferkelaufzucht, Mastschweine) dokumentiert. Eine wöchentliche Erfassung hat sich dabei bewährt. Folgende Tierbestände konnten aus den Aufzeichnungen für die vollständigen Bezugsjahre 2011 und 2012 ermittelt werden (Tab. 7).

Tab. 7: Durchschnittlicher Tierbestand in 2011 und 2012

	2011		2012	
	n	GV <sup>1</sup>	n	GV <sup>1</sup>
<b>Sauen</b>	316	132	312	125
<b>Ferkel</b>	910	27	940	28
<b>Mast</b>	814	122	859	129
<b>Gesamt GV</b>	281		282	

<sup>1</sup>Die Großvieheinheiten (GV) wurden an Hand von KTBL Daten berechnet: Sau mit Ferkel 0,4 GV, Ferkelaufzucht 8-28 kg 0,03 GV, Mastschweine bis 120 kg 0,15 GV

Aus den Werten des Jahres 2011 mit durchschnittlich 316 Zuchtsauen, 910 Aufzuchtferkeln und 814 Mastschweinen errechnet sich ein mittlerer Tierbestand von 281 GV. Im Jahr 2012 erhöhte sich der Tierbestand in den Produktionseinheiten Ferkelaufzucht und Mast leicht, der Sauenbestand wurde dagegen etwas gesenkt. Der Gesamtbestand lag 2012 wie 2011 bei 282 GV. Damit ist die Stallkapazität der Anlage vollkommen ausgereizt.

Der Verlauf der monatlichen Tierbestandsveränderungen seit September 2010 ist in Abb. 22 graphisch dargestellt.

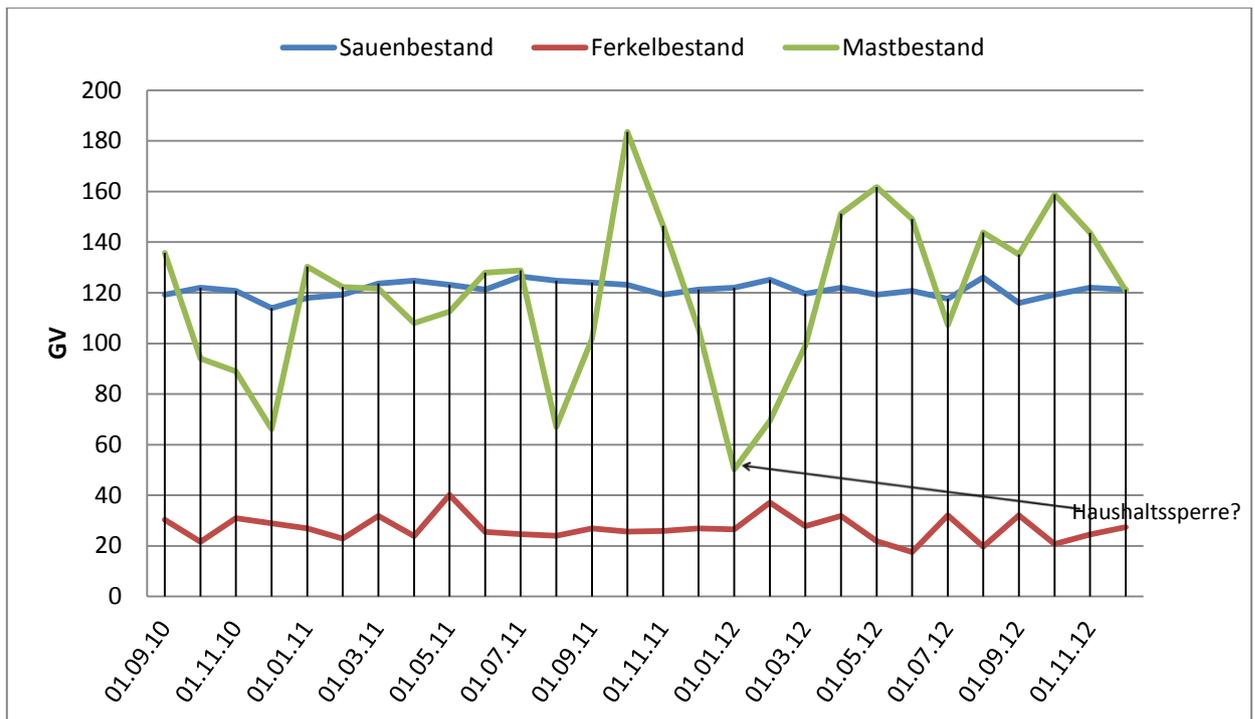


Abb. 22: Tierbestandsveränderung jeweils zum 1. jeden Monats

Im Lauf des Jahres 2011 wurden im Ausbildungs- und Versuchszentrum 170 Jungsaugen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 125 kg zugekauft. Demgegenüber standen Verkäufe von 116 Zuchtsauen mit einem mittleren Gewicht von 263 kg. In der Ferkelaufzucht wurden 7.199 Ferkel mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 8,7 kg aufgestellt. Davon gingen 4.688 Ferkel mit 32 kg LM im Schnitt in den Verkauf. 2011 wurden 2.840 Mastschweine mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 112 kg verkauft bzw. im Versuchsschlachthaus geschlachtet. In der Summe wurden 2011 7.644 Tiere verkauft, was einer Masse von 497 t entsprach.

Im Jahr 2012 wurden 115 Jungsaugen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 113 kg zugekauft, 107 Sauen wurden verkauft. Es wurden 8.302 Ferkel mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 8,5 kg abgesetzt. Davon gingen 4.814 Ferkel mit einem mittleren Lebendmasse von 31 kg in den Verkauf. In der Mast wurden 2.678 Ferkel mit durchschnittlich 26 kg aufgestellt und 2.678 Mastschweine mit 116 kg verkauft bzw. geschlachtet. Dass der Bestand an Mastschweinen Ende 2011, Anfang 2012 so niedrig war, lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass im Staatsbetrieb auf Grund einer Haushaltssperre (weniger Geld für Eiweiß- und Mineralfutter) weniger Tiere aufgestellt wurden und im Dezember 2011 noch möglichst viele Mastschweine verkauft wurden.

In Tab. 8 sind die Tierzu- und -abgänge im Erhebungszeitraum 2011 und 2012 dargestellt.

Tab. 8: Tierbestandsveränderungen 2011 und 2012

		2011			2012		
		Tiere n	Gewicht/Tier kg	Σ Gewicht kg	Tiere	Gewicht/Tier kg	Σ Gewicht kg
Sauen	Gekauft	170	125	21.281	115	113	13.013
	Verkauft	116	260	30.556	107	256	27.412
	verendet	29	205	5.941	13	180	2.336
Ferkel	Aufgestallt	7.199	8,7	62.631	8.302	8,5	70.567
	Verkauft	4.688	32	148.592	4.814	31	150.034
	verendet	99	14	1.415	122	15	1.839
Mast	Aufgestallt	2.617	33	87.145	2.672	26	70.409
	Verkauft	2.840	112	317.933	2.678	116	311.236
	verendet	65	49	3.170	37	50	1.841

**Fazit:** Bei scheinbar gleichem Tierbestand in den Jahren 2011 und 2012 – jeweils 281 GV – ist doch sehr viel Dynamik im zeitlichen Verlauf insbesondere in der Schweinemast erkennbar (Abb. 22). Während die Zuchtsauenplätze immer voll belegt sind bzw. an der Kapazitätsgrenze angelangt sind, bleiben die Ferkel bei vollem Markt ab und zu im Stall stehen oder müssen auf freier werdende Mastabteile warten. Die großen Schwankungen im Masttierbesatz sind „hausgemacht“ – Planungsfehler, Versuchsanstellungen mit evtl. vermeidbaren Versuchsverzögerungen, wenig Haushaltsmittel für Futterzukauf – und sollten nicht sein. Bei positiven Deckungsbeiträgen rentiert die Vollbelegung immer. Die Entwicklung von 2011 zu 2012 ist positiv, die vorzeitig abgegangenen Tiere sind weit weniger geworden, die Herde stabilisiert sich. Parallel dazu sind auch die Leistungen angestiegen.

Werden wegen der niedrigen Getreideerträge in Schwarzenau 215 ha Futterfläche für die Schweine im Fachzentrum angesetzt, dann stehen auf jedem ha ca. 1,3 Durchschnitts-GV. Das klingt nach einem „vernünftigen“ Tierbesatz/ha, mehr geht aber bei ausgeglichener P-Bilanz nicht!

#### **Wertung und Hinweise für die Praxis:**

- Die Kenntnis des aktuellen Tierbestandes, des Durchschnittsbestandes, der Bestandsveränderungen, der Zeiten der Leerstände und der Vollbelegung des Stalles oder einzelner Abteile und der anfallenden Verkaufstiere bzw. der notwendigen Ersatztiere (Jungsaunen) ist ein wesentliches Steuerungskriterium für die Futterplanung (Futterabgleich, Futterzukauf, notwendige Lagerkapazität, ...), für die Arbeitsplanung und das kaufmännische Optimieren im Schweine- und Futtermittelmarkt.
- Die exakte Ermittlung der am Betrieb vorhandenen GV hilft die Nutzungsintensität der zur Verfügung stehenden Fläche einzuschätzen. Ab 2 GV/ha (5 Zs/ha inkl. Ferkel bis 30 kg LM bzw. 13 Mastplätze/ha bzw. 40 erzeugte Mastschweine/ha) sind Getreide-/Maiserträge über 90 dt/ha notwendig, will man ein Überdüngen der Flächen vermeiden. Faustzahl: Der Nährstoffkreislauf geht auf, solange für die verfütterten Getreide-

mengen ausreichende Gülleflächen vorhanden sind und die Futter-Nährstoffabfuhr zur Gülle-Nährstoffzufuhr passt.

- Die GV bzw. die GV/ha sind die Grundlage vieler agrarpolitischer/rechtlicher Vorgaben und Richtlinien, der Praxisbetrieb muss über „seine“ GV/ha Bescheid wissen, will er sich nicht fehleinschätzen.
- Ein „Leerstehenlassen“ von funktionsfähigen Stallkapazitäten geht auch beim Staat nicht, noch dazu bei positiven Deckungsbeiträgen (Tab. 2)!

### 3.1.3 Futtermittelverbrauch

Im Fachzentrum Schwarzenau wurden im Erhebungszeitraum 2010 bis 2012 alle Futtermittelverbräuche inkl. der zugrundeliegenden Futtermischungen dokumentiert. Somit kann der Verbrauch der Einzelkomponenten getrennt nach Produktionseinheiten bzw. im Versuch oder im Restbetrieb nachvollzogen werden.

Stand und Hochrechnung 2010

Da die Aufzeichnungen erst im September 2010 begannen, wurde das Jahr 2010 „hochgerechnet“. Tab. 9 gibt einen Einblick über den Futtermittelverbrauch von September bis Dezember 2010. Im Mittel wurden ca. 110 t Futter pro Monat verbraucht. Hochgerechnet auf ein Jahr ergäbe sich ein Futtermittelverbrauch pro Jahr von knapp 1.300 t für die gesamte Anlage.

Tab. 9: Futtermittelverbrauch der Monate September bis Dezember 2010 und daraus abgeleiteter Jahresfuttermittelverbrauch

		09/2010	10/2010	11/2010	12/2010	2010 (berechnet)
<b>Wintergerste</b>	t	45,54	42,32	41,09	46,24	524,14
<b>Winterweizen</b>	t	36,02	34,52	34,09	40,79	435,10
<b>Soja<sup>2)</sup></b>	t	12,80	11,33	11,13	13,01	144,81
<b>Fasermix</b>	t	4,42	4,23	4,45	4,67	53,29
<b>Körnermais</b>	t	4,05	2,91	2,50	4,14	40,52
<b>Mineralfuttermittel</b>	t	2,50	2,27	2,32	2,51	28,84
<b>Futtersäuren</b>	t	0,16	0,17	0,18	0,19	2,20
<b>Soja-/Rapsöl</b>	t	0,73	0,73	0,71	0,91	9,13
<b>Ergänzungsfuttermittel für Ferkel</b>	t	3,99	3,99	4,11	5,14	51,55
<b>Sonstige</b>	t	0,23	0,43	0,35	0,24	3,76
<b>Summe<sup>1)</sup></b>	t	110,44	102,90	100,93	117,84	1293,34

<sup>1)</sup>errechneter Wert, auf Basis der Verbräuche von September bis Dezember 2010

<sup>2)</sup>Sojaschrot (48% XP), Sojabohnen und Sojakuchen

Stand 2011

Der im Jahr 2010 „geschätzte“ Jahresfuttermittelverbrauch bestätigte sich im Jahr 2011 (2010: 1.293 t, 2011: 1.353 t). Wieder wurden die einzelnen Futtermittelverbräuche während des gesamten Jahres den einzelnen Produktionseinheiten (Fütterungsversuch 22 %, Lehrwerkstatt 78 %) zugeordnet.

Von insgesamt 1.352,8 t Futter wurde 2011 knapp die Hälfte (48,7 %) in der Mast verfüttert. In Ferkelaufzucht wurden 21,4 % und in der Zuchtsauenfütterung 29,9 % des Futters verbraucht (Abb. 23).

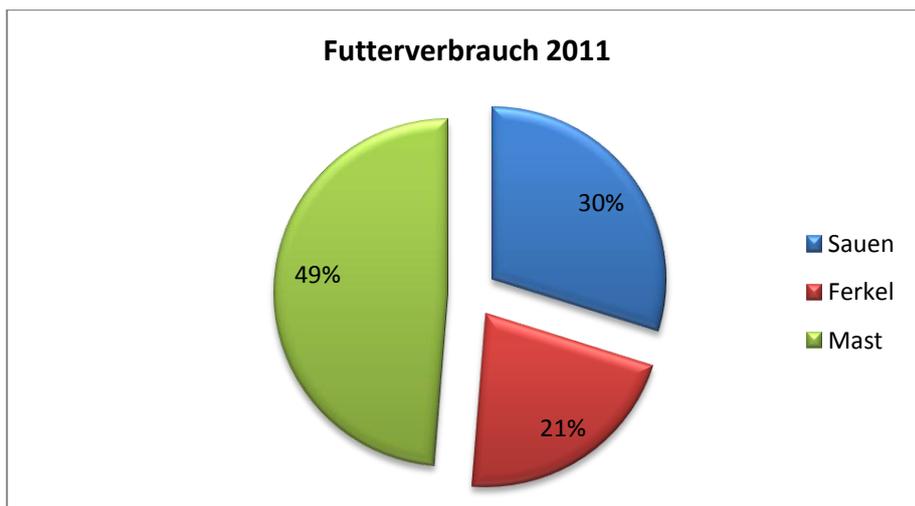


Abb. 23: Anteiliger Futtermittelverbrauch 2011 nach Produktionseinheiten

Durch die genaue Dokumentation konnte auch der Anteil an Trage- und Säugefutter am Gesamtsauenfuttermittelverbrauch ermittelt werden (Tab. 10). Von insgesamt 411,5 t Sauenfuttermittel wurde über die Hälfte (56,5 %) an tragende Sauen verfüttert. Darin ist auch der Anteil des Futtermittels im Deckzentrum enthalten. An säugende Sauen wurden 28,3 % des Futtermittels eingesetzt, wobei darin auch das Geburtsvorbereitungsfutter (50 % Gerste + 50 % Säugefutter) eingerechnet ist, das ab der Einstellung ins Abferkelabteil vorgelegt wird. Der Anteil an Jungsauenfuttermittel belief sich auf 15,2 %. Vom Zuchtsauenfuttermittel allein - ohne Jungsau - gingen 67 % im Tragebereich, 33 % im Säugebereich auf.

Tab. 10: Futtermittelverbrauch der Sauen aufgliedert in Trage- und Säugefutter sowie Jungsau

	Verbrauch (t)	Verbrauch (%)
<b>Tragend</b>	232,4	56,5
<b>Säugend</b>	116,6	28,3
<b>Jungsau</b>	62,5	15,2
<b>ges. Verbrauch</b>	<b>411,5</b>	<b>100</b>

#### Stand 2012

Anhand der gesammelten Futterprotokolle wurde 2012 der Futtermittelverbrauch der zwei vorausgegangenen Jahre wieder bestätigt. Wie an den Tierbestandsänderungen zu erkennen ist, wurde in der Mast und in der Ferkelaufzucht anteilig etwas mehr verfüttert, bei den Sauen gab es einen leichten Rückgang (Abb. 24). Von den gesamt 1.321 t Futtermittel, die im Betrieb verfüttert wurden, gelangten 51,0 % in die Mast, 26,5 % in die Sauenhaltung und 22,5 % in die Ferkelaufzucht.

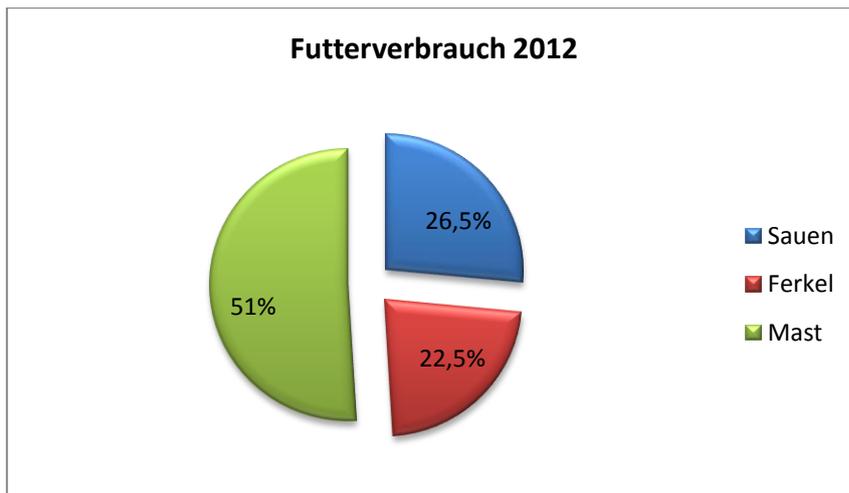


Abb. 24: Anteiliger Futtermittelverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten

Darüber hinaus wurden wie 2011 die Futtermengen für Sauen, Ferkel und Mastschweine detailliert dargestellt. Von 350 t Futter für die Sauen waren 249,4 t für tragende Sauen, 72,2 t für säugende Sauen und 28,3 t für die Jungsauen bestimmt. Der Gesamtfuttermittelverbrauch für die Ferkelaufzucht in Höhe von 297,6 t kann in 59,8 t Ferkelaufzuchtfutter I und 237,8 t Ferkelaufzuchtfutter II aufgliedert werden. In der Mast wurden 673,4 t Futter verbraucht, davon 352,5 t und somit über die Hälfte als Vormast-, 76,6 t als Mittelmast- und 244,3 t als Endmastfutter. (Abb. 25).

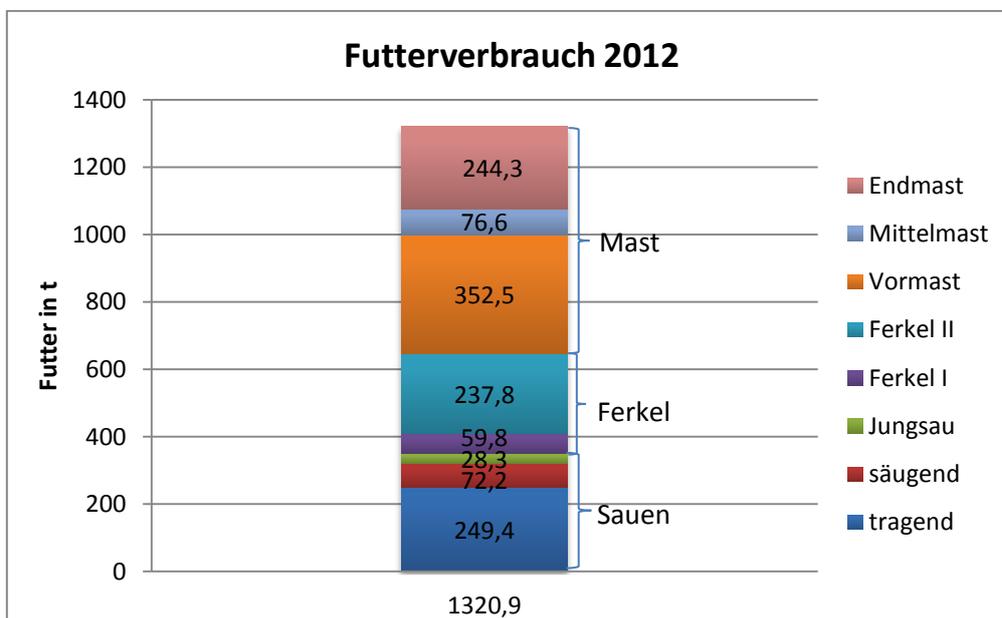


Abb. 25: Futtermittelverbrauch 2012 aufgegliedert nach Futtermischungen

Mit dem durchschnittlichen Tierbestand im Betrieb lässt sich ein Futtermittelverbrauch von 11,6 t pro Zuchtsau und Jahr errechnen. Der Futteraufwand für eine Zuchtsauen-GV beträgt somit 2,80 t pro Jahr, wobei 2 t im Trage- und Deckbereich aufgenommen werden und 0,80 t im Abferkelbereich. Desweiteren verbrauchte ein Ferkel (8-30 kg) 40 kg (0,04 t) und ein Mastschwein (30-120 kg) 250 kg (0,25 t) Futter (Tab. 11).

Tab. 11: Futtermittelverbrauch 2012 getrennt nach Tierarten

		Futter gesamt t	Futter pro GV t	Futter pro Tier t	Gruber Tabelle t/Tier
<b>Sauen</b> (312 Sauen/90 GV)	Tragefutter	249,4	2,0	0,8	0,7-0,8
	Säugefutter	72,2	0,80	0,36	0,35-0,45
	Trage- + Säugefutter	321,6	2,80	1,16	1,05-1,25
<b>Ferkel</b> (8.302 Ferkel/249 GV)	Ferkel I (8-15 kg)	59,8	0,24	0,007	0,02
	Ferkel II (15-30 kg)	237,8	0,96	0,03	0,02
	Ferkel I + Ferkel II	297,6	1,2	0,04	0,04
<b>Mast</b> (2.672 Ms/401GV)	Vormast (30-70 kg)	352,5	0,88	0,13	0,06–0,07
	Mittelmast (70-90 kg)	76,6	0,19	0,029	0,07-0,09
	Endmast (90-120 kg)	244,3	0,61	0,09	0,07–0,1
	Mast	673,5	1,7	0,25	0,25-0,28

Die ermittelten Werte liegen gut im Bereich der Angaben der Gruber Futterwerttabelle für Schweine (LfL, 2012). Die „Faustzahlen“ der Tabelle stimmen und damit auch die Standardeinstellungen in ZIFO!

**Fazit:** Die Aufzeichnung des Futtermittelverbrauchs aufgeschlüsselt nach Leistungsgruppe und Futterkomponenten liefert nun jede Menge Planungsdaten:

**Futtermittelverbrauch pro Sau/Jahr:** 11,6 dt gesamt, 8 dt Tragefutter, 3,6 dt Säugefutter, davon 5,9 dt Gerste, 2,3 dt Weizen, 0,4 dt Mais, 1,7 dt Fasermix, 0,8 dt Soja 48, 0,37 dt Mineralfutter, 0,13 dt Öl.

**Pauschal pro Zuchtsau 11,5 -12,5 dt Futter: 65 – 70 % Tragefutter + 30 – 35 % Säugefutter**

**Futtermittelverbrauch pro Ferkel:** 0,40 dt gesamt, 0,08 dt FAF I, 0,32 dt FAF II, davon 17,4 kg Gerste, 8,8 kg Weizen, 3,6 kg Mais, 0,05 kg Fasermix, 8,2 kg Ferkelergänzer, 1,4 kg Soja 48, 0,3 kg Säure, 0,3 kg Öl, 0,2 kg Mineralfutter.

**Pauschal pro Ferkel 0,35-0,45 dt Futter: 30 % Ferkelaufzuchtfutter I + 70 % Ferkelaufzuchtfutter II**

**Futtermittelverbrauch pro Sau inkl. 25 aufgezogene Ferkel:** 21,6 dt gesamt, 8 dt Tragefutter, 3,6 dt Säugefutter, 10 dt Ferkelfutter, davon 10,25 dt Gerste, 4,5 dt Weizen, 1,3 dt Mais, 1,7 dt Fasermix, 1,15 dt Soja 48, 2,05 dt Ferkelergänzer, 0,42 dt Mineralfutter, 0,2 dt Öl, 0,07 dt Säure.

**Pauschal pro Zuchtsau (inkl. Fe) 21-23 dt Futter: 35-40 % Trage- + 15-20 % Säuge- +45-50 % Ferkelfutter**

**Futtermittelverbrauch pro Ferkel inkl. Sauenanteil:** 0,86 dt, davon 0,40 dt Gerste, 0,18 dt Weizen, 0,05 dt Mais, 0,07 dt Fasermix, 0,05 dt Soja 48, 0,08 dt Ferkelergänzer, 0,02 dt Mineralfutter, 0,08 dt Öl.

**Pauschal pro Ferkel (inkl. ZS) 0,8-1,2 dt Futter: 75-80 % Getreide + 12-15 % Eiweißfutter + 8-10 % Fasermix + 3-3,5 % Mineralfutter**

**Futtermittelverbrauch für 300 Zuchtsauen inkl. Ferkel bis 30 kg LM (25 aufgez. Ferkel/S/J):** 6480 dt, davon 4815 dt Getreide (75 %) + 1665 dt Ergänzungsfutter (25 %) oder 4815 dt Getreide + 510 dt Fasermix + 955 dt Soja 48 + 200 dt Mineralfutter.

Getreide für 300 Zuchtsauen inkl. Ferkel (25 aufgez. Ferkel/S/J): Getreidebedarf 4815 dt/ca. 5000 dt, Lagerraumbedarf – netto 715 m<sup>3</sup>/ brutto 785 m<sup>3</sup>/mit Umlaufreserve 850 m<sup>3</sup>, Getreidefläche bei 60/70/80 dt/ha Ertrag – 85/75/65 ha.

**Futtermittelverbrauch pro Mastschwein:** 2,50 dt gesamt, 130 kg Vormast, 29 kg Mittelmast, 91 kg Endmast, davon 99,1 kg Gerste, 89 kg Weizen, 17,6 kg Mais, 37,4 kg Soja 48, 6,6 kg Mineralfutter, 0,3 kg Öl.

**Pauschal pro Mastschwein 2,4-2,8 dt Futter: 25-30 % Anfangs-+ 30-35 % Mittel- + 35-40 % Endmastfutter**

**Pauschal pro Mastschwein 2,4-2,8 dt Futter: 75-80 % Getreide + 15-20 % Eiweißfutter + 2-3,5 % Mineralfutter**

**Futtermittelverbrauch pro verkauftes Mastschwein inkl. Sauenfutteranteil und Ferkelfutter:** 3,36 dt, davon 2,7 dt Getreide (80 %) + 0,66 dt Ergänzer (20 %) oder 2,7 dt Getreide (80 %) + 0,07 dt Fasermix/Öl (2 %) + 0,49 dt Eiweißfutter (15 %) + 0,1 dt Mineralfutter (3 %);

**Pauschal pro Mastschwein inkl. Sauen- und Ferkelfutter 3,3-3,8 dt : 25-30 % Anfangs-+ 30-35 % Mittel- + 35-40 % Endmastfutter**

**Pauschal pro Mastschwein inkl. Sauen- und Ferkelfutter 3,3-3,8 dt : 75-80 % Getreide + 15-25 % Ergänzer oder 75-85 % Getreide + 2-4 % Faser + 15-20 % Eiweißfutter + 2,5-3,5 % Mineralfutter**

**Gesamtschau für Kombibetrieb mit 300 Zuchtsauen und 7500 aufgezogenen Ferkel und 7500 erzeugten Mastschweinen:** 25.200 dt Futterbedarf, davon 20.640 dt Getreide + 5040 dt Ergänzer oder 20.640 dt Getreide + 525 dt Fasermix/Öl + 3.675 dt Soja 48 + 750 dt Mineralfutter, Lagerraumbedarf für Getreide – netto 2.950 m<sup>3</sup>/ brutto 3.245 m<sup>3</sup>/mit Umlaufreserve 3.690 m<sup>3</sup>, Getreidefläche bei 60/70/80 dt/ha Ertrag – 344/275/258 ha.

Die langwierigen Berechnungen der Futtermengen als Planungsgröße (Voranschlag) oder als Kontrollmaßnahme (Jahresrückblick) sind mit dem Fütterungsprogramm ZIFO – Arbeitsteil „Voranschlag“ - leicht und schnell möglich. Es sind praxisübliche Grunddaten/Faustzahlen hinterlegt, betriebsindividuelle Anpassungen wie Felderträge, Leistungen im Stall usw. sind jederzeit möglich. Die Ergebnisse werden zukünftig unter „Futterplanung“ mit Angaben der Futtermengen in dt und der Futterkosten in € gesamt und nach

Komponenten sowie des Lagerraumbedarfs bei wählbaren Bevorratungszeiten (z.B. Getreide 12 Monate, Mineralfutter 2 Monate, Soja 4 Wochen, ...) ausgegeben.

**Wertung und Hinweise für die Praxis:**

- Die Ermittlung des Futtermittelsverbrauches ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Futterplanung und das Futtermanagement (Optimierung des Futterzukaufs, Abschluss von Futtermittelskontrakten, ...). Nur so lassen sich Futterlücken und Futtermittelsnotkäufe vermeiden, die Anlieferungen werden mengenmäßig und zeitlich richtig gesteuert, der Lagerraum wird optimal genutzt, es bleibt Zeit für Reinigungsmaßnahmen.
- Nicht nur der zeitliche Futtermittelsbedarf sondern auch der Kapitalbedarf bleibt im Blickfeld des Betriebsleiters.
- Für eine Neubausituation lässt sich daraus die notwendige Lagerkapazität für das Zukaufsfutter aufgeschlüsselt nach Futtertypen (Eiweißfutter, Fasermix, Mineralfutter, ...) sowie für das hofeigenes Getreide ableiten. Die Lagerbehälter müssen je nach Futtertyp und Verbrauch ausgelegt werden, deren Anzahl und räumliche Zuordnung wird durch eine maßgeschneiderte Futterplanung erst möglich.
- Die Standardzahlen der Gruber „Futtermittelsberechnung für Schweine“ und des Fütterungsprogramm „ZIFO“ passen – 3 Jahre Futteraufzeichnung im Fachzentrum Schwarzenau mit 26 aufgezogenen Ferkeln/Sau/Jahr und 820 g täglichen Zunahmen bestätigen die „Gruber“ Werte für den erreichten Leistungsbereich.
- Gemessene, berechnete, gefühlte Futtermittelsverzehrsmengen im Praxisbetrieb, die wesentlich aus dem „Rahmen“ fallen – siehe „Pauschal“ – sind zu hinterfragen!

### 3.1.4 Exaktversuche zum Themenbereich Futterverzehr/Nährstoffströme, -bilanzen

Im Folgenden werden passend zur Futterverbrauchserfassung einige Exaktversuche dazu in Kurzversion vorgestellt. Ausführliche Versuchsberichte dazu finden sich im Internet unter: [www.lfl.bayern.de/ite/schwein](http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein) .

In solchen Versuchsvorhaben mit engen Zielvorgaben wurden sowohl die Messtechnik, der Arbeits- und Messrhythmus, die Datenübertragung/-plausibilisierung/-sicherung/-auswertung als auch die Arbeitsorganisation erarbeitet und dann als Routinemaßnahmen für alle Tiere im Bestand übernommen.

#### 3.1.4.1 Anfütterung der säugenden Sauen

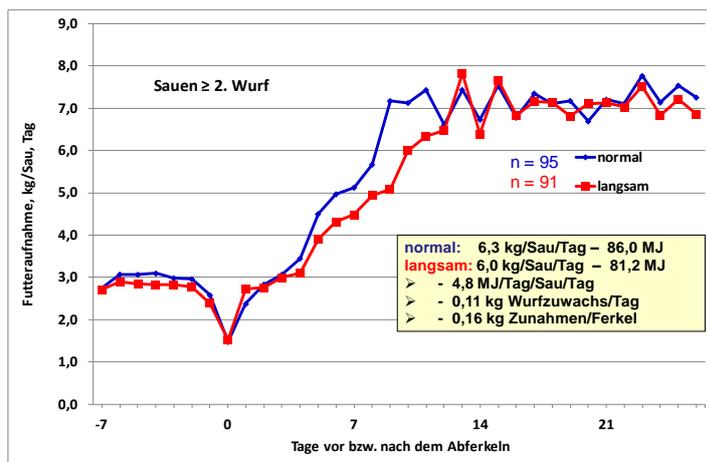


Abb. 26: Verlauf der Futteraufnahme von Sauen  $\geq 2$ . Wurf während der Säugezeit bei langsamer und schneller Anfütterung nach dem Abferkeln

#### Zielsetzung

Sauen sollen nach dem Abferkeln möglichst schnell hohe Mengen an Futter aufnehmen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden verschiedene Anfütterungsstrategien diskutiert. Im Versuch wurde die Empfehlung der DLG von 2008 (1. Tag p.p. 2 - 2,5 kg, Steigerung um 0,5 kg/Tag, ab 9. Tag p.p. ad libitum) mit einer etwas langsameren Anfütterung (1. Tag p.p. 2 - 2,5 kg, Steigerung um 0,3 kg/Tag bis zum 4. Tag p.p., Steigerung um 0,4 kg/Tag bis zum 7. Tag p.p., danach Steigerung um 0,5 kg/Tag, ab 12. Tag p.p. ad libitum) verglichen. Es sollte überprüft werden, ob eine zu rasche Futtermengensteigerung ein "Überfressen" der Sau und dadurch eine Reduktion der maximalen Futteraufnahme zur Folge hat.

#### Methode

Fütterungsversuch mit säugenden Sauen in Schwarzenau

- 254 ausgewerteten Laktationen (9 Abferkelwellen), Jungsauen anteilig der Bestands-ergänzung (68 ausgewertete Laktationen)
- Wiegen der Sauen bei der Einstellung, vor und nach dem Abferkeln und nach jeder Säugewoche, Wiegen der Ferkel (Wurfgewichte) bei der Geburt und nach jeder Säugewoche
- Messung der täglichen Futteraufnahme für das Einzeltier
- Erfassung der Aufzuchtleistung

## Ergebnisse

Während sich bei den Sauen ab dem 2. Wurf die langsame Anfütterung eher negativ auf Futteraufnahme und Aufzuchtleistung auswirkte (s. Abb. 26), hatten die Jungsauen bei nahezu gleicher Futteraufnahme (5,0 bzw. 4,9 kg/Tag) in einzelnen Parametern sogar geringfügig höhere Leistungen bei der langsamen Anfütterung. Die Netto-Lebendmasseverluste waren bei Jungsauen und langsamer Anfütterung um 3,1 kg geringer. Bei Altsauen war mit 0,9 kg Differenz zwischen den Anfütterungsgruppen kein Unterschied festzustellen.

*In diesem Langzeitversuch wurden Erfahrungen zum Wiegen der Sauen gesammelt – z.B. wann ist der günstigste und tierverträglichste Zeitpunkt vor/nach der Geburt..., und auch zur Erfassung der Futteraufnahme der Ferkel und Sauen über 5 Würfe - an jedem Lebenstag der Einzeltiere extra.*

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier

Laufzeit: 11/2009 – 07/2011

### 3.1.4.2 „Einfache“ Multiphasenfütterung in der Ferkelaufzucht – Verschneiden mit Getreide



Abb. 27: Ferkelfütterungsversuch mit 1- und 6-phasiger Fütterung

#### Zielsetzung

Nachdem in vorhergehenden Versuchsreihen die 1-phasige Fütterung in der Ferkelaufzucht und Mast mit der 2-phasigen verglichen worden war, sollte eine weitere Möglichkeit zur einfachen Herstellung des mengenmäßig weitaus größeren aber billigeren Ferkelaufzuchtfutter II, nämlich das Verschneiden des Ferkelaufzuchtfutter I mit Getreideschrot geprüft werden. Folgende Fragen waren zu beantworten:

- Welche Leistungen werden bei Ein- bzw. Mehrphasenfütterung in der Ferkelaufzucht erreicht?
- Wie hoch liegen die Futterkosten und Nährstoffausscheidungen?

#### Methode

Der Versuch wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum in Schwarzenau durchgeführt und dauerte 6 Wochen. Für den Versuch wurden 192 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf folgende zwei Behandlungsgruppen aufgeteilt:

- Gruppe 1: Kontrollgruppe, einphasig (8 – 30 kg LM)
- Gruppe: 2 Testgruppe, 6 –phasig, wöchentliches Verschneiden des FAF I mit Getreide (Erhöhung des Getreideanteil um 3 % je Versuchswoche)

Die Tiere waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 32 Tage alt und wogen 11,0 kg. Sie wurden in 16 Buchten mit jeweils 12 Tieren gehalten. Die Futterzufuhr erfolgte für jede Behandlungsgruppe über eine separate Fütterungsanlage. Die Futtermengen wurden täglich pro Bucht (8 Buchten/Behandlung), die Lebendmassen wöchentlich am Einzeltier erfasst.

## Ergebnisse

Das Leistungsniveau war mit 566 g täglichen Zunahmen für den Wachstumsbereich 11 bis 35 kg LM ordentlich. Ob mit oder ohne Multiphasenfütterung in der Ferkelaufzucht ergaben sich zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede bezüglich Futteraufnahme, Futter- und Energieaufwand. Die Anpassung des Futters näher an den Bedarf, weg von den hochwertigeren und teureren Futterbestandteilen so früh als möglich, stellt kein Versorgungsproblem dar. Im Gegenteil, es findet eine bessere Enzymvorbereitung auf das folgende, nährstoffärmere Mastfutter statt. Die Multiphasenfütterung beim Ferkel senkte die Futterkosten pro Tier um ca. 0,75 € bzw. bei gleichgeschaltetem Futterverzehr um 0,32 €. Die Stickstoff- und Phosphorentlastungen lagen im Bereich von 6 bzw. 20 %.

*Bei den Ferkelversuchen mit Gruppenfütterung ist das Ferkelwiegen immer Handarbeit mit wöchentlich mehr Rückenbelastung. Die Arbeitsabläufe wurden deswegen standardisiert und immer mit dem gleichen, eingespielten Team durchgeführt – inkl. gleichzeitiger Tierbeurteilung/Kotbonitierung!*

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier

Laufzeit: 10/2009 – 09/2010

### 3.1.4.3 Mehrphasige Schweinemast – Verschneiden mit Weizen

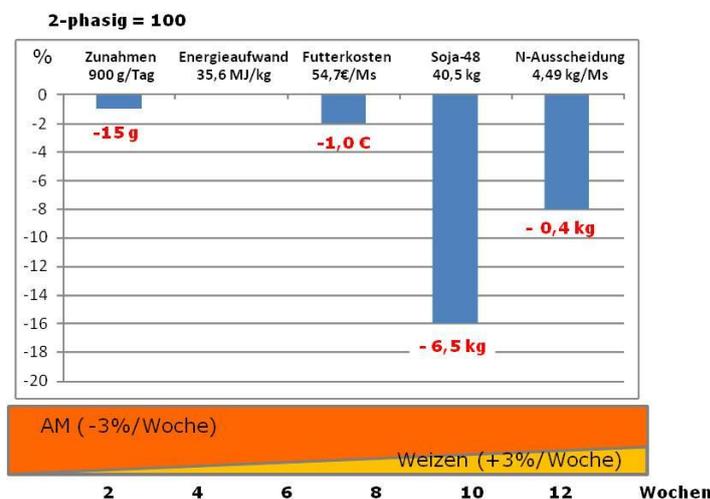


Abb. 28: Futterverbrauch Einfache Multiphasenfütterung

## Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der Weltklimaproblematik und der Verknappung der Eiweißfuttermittel rückt die Mehrphasenfütterung von Mastschweinen immer mehr in den Fokus. In der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb die 2-Phasenfütterung mit einer „vereinfachten“ Mehrphasenfütterung verglichen werden. Die Landwirte benötigen hierbei keine aufwendige Multiphasenfütterungstechnik sondern lediglich ein freies Silo zur Bevorratung von Getreideschrot.

## Methoden

Schweinemastversuch mit Gruppenfütterung in Schwarzenau bis zu einem angestrebten Mastendgewicht von ca. 120 kg. Für den Versuch wurden 192 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf folgende Behandlungsgruppen aufgeteilt.

- Kontrolle: 2-phasige Fütterung, Vormast 10,5 g, Endmast 9 g Lysin/kg Futter
- Testgruppe: Verschneiden des Anfangsmastfutters mit Weizen (s. Abb.) bei Mastende: 45 % Weizen + 55 Anfangsmastfutter

Die Futterzufuhr erfolgte für jede Behandlungsgruppe über eine separate Flüssigfütterungsanlage. Die Futtermengen wurden täglich pro Bucht (8 Buchten/Behandlung), die Lebendmassen wöchentlich am Einzeltier erfasst. Die Tiere wurden gemäß den LPA-Richtlinien im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet.

## Ergebnisse

Es ergaben sich weder bei den Mast- noch bei den Schlachtleistungen Unterschiede. Das erreichte Leistungsniveau war mit 900 g täglichen Zunahmen und knapp über 60 % Muskelfleisch „gut“. Der Vorteile der Multiphasenfütterung lagen in der Umweltentlastung und in der Futterkostenreduzierung. Pro Mastschwein wurden mit der „einfachen“ Multiphasenstrategie 6,5 kg HP-Soja weniger verbraucht (vgl. Abb. 28).

*Die automatische Flüssigfütterung der Mastschweine erforderte zunächst ein „Ausprobieren“ und Anpassen der „Wellnessfütterung“. Die Flüssigfutter mussten wöchentlich auf den T-Gehalt überprüft werden – jeweils mehrere Proben aus beiden Futterkreisläufen. Das ständige Überprüfen der Fütterungstechnik ist notwendig, will man eine ausreichende Genauigkeit beim Futterverbrauch gesamt oder in einzelnen Trögen erreichen. Die regelmäßige Überprüfung der Arbeitsqualität der Fütterungstechnik wäre auch in der Praxis angebracht, „Werkseinstellungen“ können sehr stark von der gewünschten/notwendigen Futterzuteilmenge abweichen.*

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier

Laufzeit: 08/2011 – 04/2012

### 3.1.4.4 Schweinemast – Überprüfung der DLG Fütterungsempfehlungen für 750/950 g tägliche Zunahmen

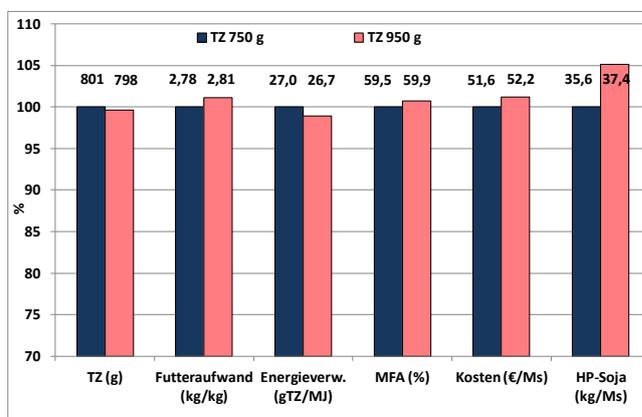


Abb. 29: Mast- und Schlachtleistungen, Futterkosten und Sojaverbrauch bei „750/950er Rationen“

## **Zielsetzung**

In der DLG Broschüre „Erfolgreiche Mastschweinefütterung“ werden Versorgungsempfehlungen für Mastschweine gestaffelt für 750, 850 und 950 g tägliche Zunahmen angegeben. Danach passen bei jungen Tieren und sehr hohem Zunahmenniveau 11,6 g Lysin/kg Futter. Für „bayerische Ansatzleistungen“ von 750 g/Tag reichen in der Anfangsmast 10,5 g Lysin/kg Futter. Demgegenüber wird gegen Ende der Mast bei 950 g täglichen Zunahmen mit 7,5 g Lysin/kg Futter eine geringere Empfehlung ausgesprochen als bei 750 g mit 8 g Lysin/kg. In einem Fütterungsversuch mit bayerischer Genetik sollten die Empfehlungen für 750 und 950 g Zunahmen miteinander verglichen werden.

## **Methode**

Schweinemastversuch mit Gruppenfütterung in Schwarzenau bis zu einem angestrebten Mastendgewicht von ca. 120 kg. Für den Versuch wurden 192 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf folgende Behandlungsgruppen aufgeteilt:

- 750 g-Empfehlung: 10,5, 9,0 und 8,0 g Lysin/kg in der Anfangs-, Mittel- und Endmast
- 950 g-Empfehlung: 11,6, 9,0 und 7,5 g Lysin/kg in der Anfangs-, Mittel- und Endmast

Die Tiere wurden in 16 Buchten mit jeweils 12 Tieren gehalten. Die Futterzufuhr erfolgte für jede Behandlungsgruppe über eine separate Flüssigfütterungsanlage. Die Futtermengen wurden täglich pro Bucht (8 Buchten/Behandlung), die Lebendmassen wöchentlich am Einzeltier erfasst. Die Tiere wurden gemäß den LPA-Richtlinien geschlachtet

## **Ergebnisse**

Die 950 g Wachstumskurve mit stark erhöhten Lysingehalten in der Anfangsmast und mäßiger Zusatzabsenkung in der Endmast erbrachte bezüglich der Mastleistungen gegenüber den Empfehlungen mit 750 g Tageszunahmen keine Wachstumsvorteile, aber höhere Kosten und mehr Umweltbelastung (s. Abb. 29).

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier

Laufzeit: 03/2011 – 11/2011

### 3.1.5 Futterverluste

Im Rahmen der Futterdokumentation wurden auch die Futterverluste (Abb. 30, 31) an den verschiedenen Trögen und bei allen Tiergruppen erfasst - wie viel des verbrauchten Futters landet am Schweinemagen vorbei letztendlich im Güllekanal! Das KTBL (2012) gibt für alle Produktionsrichtungen einen Kalkulationswert von 3 % für Futterverluste an - mit einer Spanne von 2-5 (Sauen, Ferkel) und von 2-4 (Mast). Allerdings hat das KTBL keine neuen Aufzeichnungen, v.a. nicht zu den neuen Trogformen.

Da die Futterkosten einen wesentlichen Teil einer ökonomischen Schweinehaltung ausmachen, sollten für die eingebauten Fütterungssysteme im Fachzentrum Schwarzenau die genauen Verlustmengen ermittelt und evtl. nach Verbesserungsmöglichkeiten gesucht werden.



Abb. 30: Mastschwein beim Fressen am Kurztrog mit Sensor



Abb. 31: Mastschwein beim Fressen am Langtrog mit Sensor (Wellnessfütterung)

Vorgehensweise: Um herauszufinden, wie viel Futter tatsächlich in den Güllekanälen landet, wurde zunächst in einem Mastabteil das Futter, das durch die Spalten fiel, aufgefangen. Dazu wurde ein Holzrahmen konstruiert, der mit einem robusten Netz (Siloabdeckgitter) bespannt war und mittels Gewindestangen unter den Spaltenelementen aufgehängt wurde (Abb. 32). Das Netz hat den Vorteil, dass das Wasser fast vollständig abtropft. Der verbliebene Futterrest wird durch die Abteillüftung wie in einem Trockenschrank getrocknet, sodass das Futter letztendlich einen T-Gehalt von ca. 88 % aufweist. Dieses Netz musste während eines Mastdurchganges mehrmals geleert werden, denn die Futterverluste waren leider höher als vermutet. In dem unten abgebildeten Abteil (Abb. 32, Mast mit Kurztrög und Sensor) betrug der Futterverlust 3,0 % der Futtervorlagemenge (Tab. 12).



Abb. 32: Holzkonstruktion mit Netz unter einem Trog zur Ermittlung der Futterverluste

In einem weiteren Mastabteil (M 8) wurden ebenfalls Netze unter zwei Kurztrögen mit seitlich angebrachten Tränkebecken (Abb. 33) eingebaut. Um einen der beiden Tröge wurde zusätzlich eine Gummimatte befestigt, um herauszufinden, ob Schweine auf den Boden gefallenes Futter trotzdem fressen, ob dieses Futter liegen bleibt oder letztendlich unter den Spalten landet. Wie aus Tab. 12 ersichtlich ist, wurde unter dem Kurztrög mit angebautem Tränkebecken ein mittlerer Futterverlust von 1,7 % ermittelt. Durch die zusätzliche Gummimatte vor dem Trog konnten die Futterverluste auf 0,7 % gedrückt werden.

Hochrechnung „normale“ Mastabteile mit praxisüblicher Fütterung: Legt man diese Futterverluste auf die gesamt verbrauchte Futtermenge im Mastbereich des Fachzentrums Schwarzenau um, so wird der Unterschied noch deutlicher. Ein Futterverlust von 1,7 % in der gesamten Mast bedeutet 11,6 t verlorenes Futter unter den Spalten, bei 0,7 % sind es lediglich 4,1 t. Die Lösung mit den „gebrauchten“ Gummimatten war zwar einfach und günstig, die Haltbarkeit beschränkte sich allerdings auf 2 Mastdurchgänge. Das Schließen

der Spaltenschlitze um den Trog oder das Anbringen von Riffelblechen o.ä. wären Alternativen zu Gummimatten.



Abb. 33: Gummimatte unter einem Kurztrug mit seitlich angebrachter Tränke im Mastabteil M8

Ebenso wurde in dem Mastabteil mit Langtrug und Sensor (M 2.1/2.2, Abb. 34) ein Netz angebracht. Hier wurde in einem ersten Durchgang ein Futterverlust von 0,38 % ermittelt. In einem weiteren Mastdurchgang mit Ebern ergab sich nur ein geringfügig höherer Futterverlust von 0,5 %. In diesem Abteil mit „Wellness-Fütterung“ wurden öfters Tiere, die im Langtrug sich suhlten, beobachtet (vgl. Abb. 31). Trotzdem war in diesem Abteil mit Abstand der geringste Futterverlust aller Messungen vorzufinden. Anscheinend hatte hier das ausgeglichene Tier-/Fressplatzverhältnis einen deutlich senkenden Einfluss auf die Höhe der Futterverluste.



Abb. 34: Mastabteil mit Langtrug und Sensor

Darüber hinaus wurden wiederholt enorme Futtermengen in den Kanälen unter den Abrufstationen in der Mast (Einzeltierfütterung) gefunden. U.a. belief sich der Futtermittelverlust bei einer Belegdichte von 9 - 11 Tieren auf 182 kg. Bei einem Gesamtverbrauch von 2.231 kg an dieser Station entsprach das einen Futtermittelverlust von 8,2 %. Derartige „Berge“ an Futter (Abb. 35) wurden nicht unter jeder Station gefunden, sondern traten eher sporadisch auf.



Abb. 35: Futtermittelverlust unter einer Abrufstation für Mastschweine

Auch in der Ferkelaufzucht und im Wartestall für tragende Sauen wurden Netze installiert (Abb. 36, 37). Für tragende Sauen ergab sich ein Futtermittelverlust von 1,6 % unter den Abrufstationen (vgl. Tab. 14).



Abb. 36: Netz unter einer Abrufstation im Wartestall für tragende Sauen und fressende Sau in der Abrufstation

Säugende Sauen in der Abferkelbucht bekommen ja die größten Futterportionen bzw. haben gerade bei Flüssigfütterung (Spotmix) die höchsten Futterfüllstände im Trog. Die Futtermittelverluste betragen hier nach stichprobenmäßigen Erfassungen 3 %. Ein Unterziehen von Netzen unter die Einzeltröge der Sauen war nicht möglich.

In der Ferkelaufzucht konnte zwischen Kurztrög mit Sensor (Spotmix) und Breifutterautomaten unterschieden werden. Hier punktet die Breifutterautomaten gegenüber den Kurztrögen (1,9 % Futtermittelverluste gegenüber 2,4 % am Kurztrög; vgl. Tab. 13). Die bau-

chige, runde Gestaltung der Breifutterschalen bringt vor allem den Vorteil der „Futtersicherung“, während die Ecken der länglichen Tröge Schwungräum und damit gute Voraussetzungen zum Herausstoßen des Futterbreis bieten (Abb. 37).

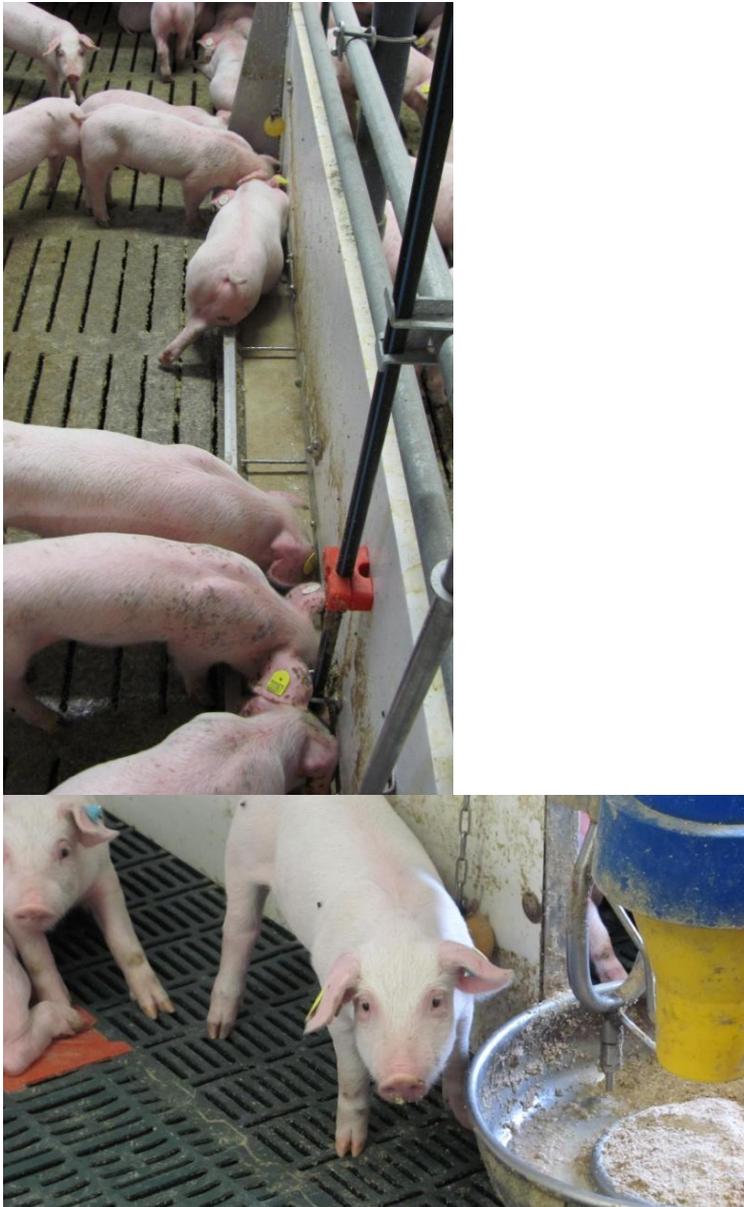


Abb. 37: Fressende Ferkel an Kurztrog mit Sensor (oben), Ferkel am Breifutterautomaten (unten)

Tab. 12: Futterverluste in der Mast

Troglform/-gestaltung	Durchgang	Futterverlust			
		Durchgang (%)	im Mittel (%)	kg/Tier	€/Tier <sup>1)</sup>
Kurztrug + Sensor	1.	2,78	3,02	7,55	1,9
	2.	3,22			
	3.	2,72			
	4.	3,53			
	5.	2,85			
Kurztrug + Sensor mit seitlicher Tränkeschale	6.	1,39	1,72	4,3	1,1
	7.	2,05			
	8.	1,71			
Kurztrug + Sensor mit seitlicher Tränkeschale und Gummimatten	9.	0,42	0,68	1,5	0,4
	10.	0,79			
	11.	0,82			
Langtrug +Sensor	12.	0,38	0,38	0,95	0,2

25 €/dt

Der Großteil der gefundenen Futterverluste in der Mast lag in dem Bereich, der in der KTBL-Datensammlung 2012/13 angegeben ist (2 – 4 %).

Vorteilhafter scheinen Langtröge allgemein oder Kurztröge mit seitlicher Tränkeschale sowie mit nichtperforierten Bodenanteilen im Umgriff (ca. 30 – 40 cm) der Kurztröge zu sein. Hier lagen die gefundenen Futterverluste (0,4 – 1,7 %) deutlich unterhalb der KTBL-Untergrenze von 2 %.

Tab. 13: Futterverlust in der Ferkelaufzucht

Troglform/-gestaltung	Durchgang	Futterverlust			
		Durchgang (%)	im Mittel (%)	kg/Tier	€/Tier <sup>1)</sup>
Kurztrug + Sensor (Spotmix)	1.	2,27	2,39	0,96	0,35
	2.	2,49			
	3.	2,42			
Breifutterautomat	4.	2,43	1,92	0,76	0,27
	5.	1,79			
	6.	1,54			

36€/dt

Auch in der Ferkelaufzucht ergab sich beim Kurztrug (ca. 2,4 %) eine gute Übereinstimmung mit den KTBL-Werten. Bei Breiautomaten lagen die gefundenen Futterverluste z.T. unterhalb des KTBL-Schwellenwertes von 2 %.

Tab. 14: Futterverlust im Wartebereich der Sauen

Trogform	Durchgang	Futterverlust			
		Durchgang (%)	im Mittel (%)	kg/Tier	€/Tier <sup>1)</sup>
Abrufstation	1.	1,19	1,63	11,4	3,0
	2.	1,8			
	3.	1,9			

26€/dt

Bei den tragenden Sauen machten die Futterverluste an den Abrufstationen 1,6 % aus.

Hochrechnung der Futterverluste für das Fachzentrum Schwarzenau:

Legt man die ermittelten Futterverluste auf den Gesamtverbrauch pro Jahr um, so erhält man während dieser Zeit beachtliche Mengen an verschwendetem Futter (Tab. 12-14) und natürlich auch Zusatzkosten. Für die Fütterung der tragenden Zuchtsauen wurden 2012 249,4 t Futter benötigt. Bei einer Futtervergeudung von 1,6 % summiert sich das auf 4 t pro Jahr. Bei den säugenden Sauen wurden 116,6 t Futter verbraucht – 3 % Futterverluste machen dann 3,5 t „Kanalfutter“ aus. Geht man in der Ferkelaufzucht von einem mittleren Futterverlust von 2,2 % aus, bedeutet das bei einem Jahresverbrauch von 297,6 t Futter 6,6 t Futter in der Gülle. Noch deutlicher ist der Schaden in der Mast: 673,4 t Futterverbrauch mit durchschnittlich 3 % Futtervergeudung ergeben 20,2 t unnötigen Futtermehraufwand (Tab. 15).

Der Gesamtfutterverlust im Ausbildungs- und Versuchszentrum Schwarzenau beläuft sich daher auf rund 35 t. Nebenbei - das sind dann hochgerechnet ca. 5 t Importsojaverlust allein unter den Spaltenböden des Fachzentrums Schwarzenau.

Diese hohen Verlustmengen wirken noch bedrückender, wenn man aktuelle Futterkosten von 250 €/t beim Mast-, 360 €/t beim Ferkelaufzucht- und 260 €/t beim Tragefutter bzw. 300 €/t beim Säugefutter ansetzt und somit einen wirtschaftlichen Schaden von rund 10.000 € pro Jahr feststellen muss. Allein bei den Mastschweinen waren dies 1,90 € pro Tier, pro Zuchtsau ohne Ferkel 7,0 € und pro aufgezogenes Ferkel 0,85 € Futterverlust.

Tab. 15: Hochgerechnete Futterverlust 2012 in Schwarzenau

Schweine	Futterverbrauch, gesamt (t)	Verlust (%)	Verlust (t)	Verlust (€)
Zuchtsau (tragend)	249,4	1,6	4,0	1.040
Zuchtsau (säugend)	116,6	3,0	3,5	1.050
Ferkel	297,6	2,2	6,6	2.376
Mast	673,4	3,0	20,2	5.050
<b>Gesamt</b>	<b>1.337</b>	<b>2,6</b>	<b>34,3</b>	<b>9.516</b>

**Fazit:** Futterverluste werden in der Praxis meistens toleriert - es geht halt mit der vorhandenen Aufstallung und Fütterungstechnik nicht anders. Beim genauen „Hinschauen“ im Fachzentrum Schwarzenau, was mit viel Zusatzaufwand verbunden ist, gingen im Wirtschaftsjahr 2012 immerhin für 10.000 € Futter ab – in den Güllekanal. Es ergaben sich große Unterschiede zwischen den Tiergruppen und den Fütterungstechniken. Es ist für jeden Betrieb wert, die Futterverluste zu beobachten bzw. zu verringern. Das läuft mit bei der täglichen Beobachtung der verzehrten Futtermengen/Trogreste bzw. der Einstellung der Futterzuteilmengen!

### **Wertung und Hinweise für die Praxis:**

Bei den Futterverlusten bestehen große Unterschiede zwischen den Tiergruppen - Zuchtsauen tragend 1,6 %, Zuchtsauen säugend 3 %, Ferkel 2,2 %, Mastschweine 3 % - und den allgemeinen Haltungsbedingungen/Fütterungstechniken:

- Von Durchgang zu Durchgang oder von Bucht zu Bucht, wenn Unruhestifter oder Futterwühler dabei waren oder nicht,
- zwischen den Futtevorlagesystemen - rationiert ist besser als ad libitum,
- zwischen den Trogformen - der Rundtrog ohne wandseitige Futterbremse bringt weniger Verluste als der Langtrog mit „Schwungraum“ oder „Suhlmöglichkeit“,
- Langtrog mit Sensor und Fressplatz für alle Tiere ist dem Kurztrog mit weitem Tier-/Fressplatzverhältnis überlegen,
- die Wasserversorgung im Trog oder nahe beim Trog verhindert Futtervertragen,
- Planbefestigungen (Gummimatten, Edelstahlbleche) im Umgriff um den Trog verhindern das Futterdurchfallen, die Verluste werden halbiert.
- Ein erhöhter Gesamtfutterverbrauch in Relation zur erbrachten Leistung bzw. ein hoher Futteraufwand sind Anzeichen von Futtervergeudungen und erfordern „Handeln“. Den Futterverbrauch kann z.B. die überprüfte und „geeichte“ Futteranlage (die „Futtermaschine“) feststellen oder das verbrauchte Zukaufsfutter. Hilfsgrößen zur Hochrechnung für den Selbstmischer können verbrauchte Teilfuttermengen sein, z. B. Mineralfuttermengen (Säcke, Bigbags, ...) oder auch die Sojaeinkaufs-/verbrauchsmengen in einem Zeitraum oder bei fahrbaren Mahl- und Mischanlagen die Vorratsschrotmengen usw.

## 3.2 Gülle

Um gezielte Aussagen über den Anfall von Gülle und deren Inhaltsstoffe unter Praxisbedingungen treffen zu können, wurde im Fachzentrum Schwarzenau seit September 2010 die komplette Gülleabfuhr aus dem Stall erfasst.

Vorgehensweise - es wird kontinuierlich Gülle zum Beschicken der Biogasanlage im Hauptbetrieb abgeholt. Dabei wird jedes einzelne Fass leer und voll gewogen (Abb. 38, 39).



Abb. 38: Gülletransport



Abb. 39: Güllefass auf der Fuhrwerkswaage

Im Versuchsbereich und nur da wurden zusätzlich Exaktversuche zur Erfassung der Güllemenge einer Tiergruppe oder einer Behandlung inkl. der Inhaltsstoffbestimmung durchgeführt.

Vorgehensweise - für den direkten Vergleich zwischen verschiedenen Fütterungsarten oder Futterzusammensetzungen wurden die exakt vermessenen Güllekanäle vorher gut gesäubert. Um die Güllemenge zu bestimmen wurde ein Meterstab vergleichbar eines Ölmesstabes (Abb. 44) in den Kanal gehalten. An Hand des Pegelstandes und der Kubatur der Güllekanäle (siehe auch Abb. 40-43) wurde die Menge in  $m^3$  errechnet. Zur Analyse der Gülleinhaltsstoffe wurden Gülleproben aus dem jeweiligen Kanal gezogen. Güllemenge und -inhaltsstoffe wurden anschließend den Mast- bzw. Aufzuchtleistungen direkt gegenüber gestellt.

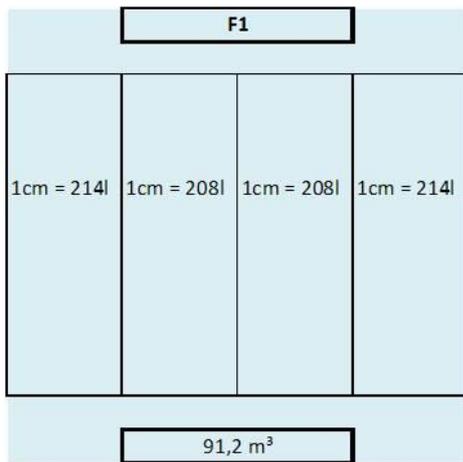


Abb. 40: Kubatur des Güllekanals im Ferkelabteil F 1

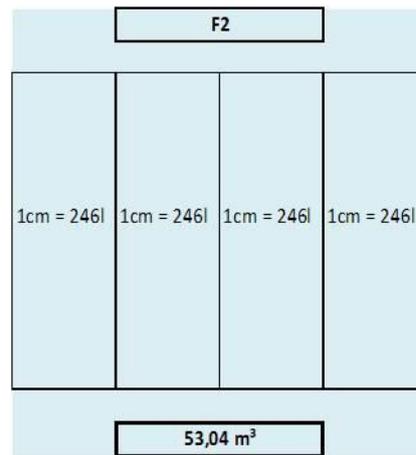


Abb. 41: Kubatur des Güllekanals im Ferkelabteil F 2

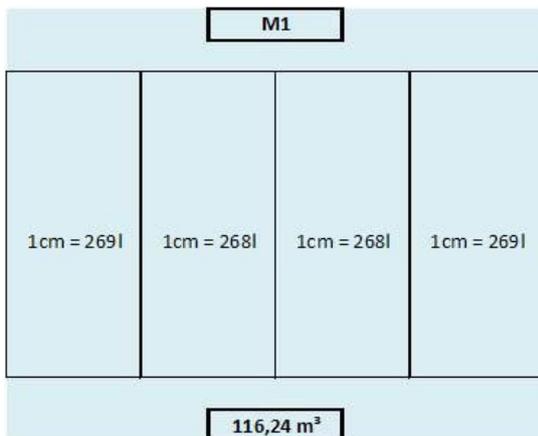


Abb. 42: Kubatur des Güllekanals im Mastabteil M 1

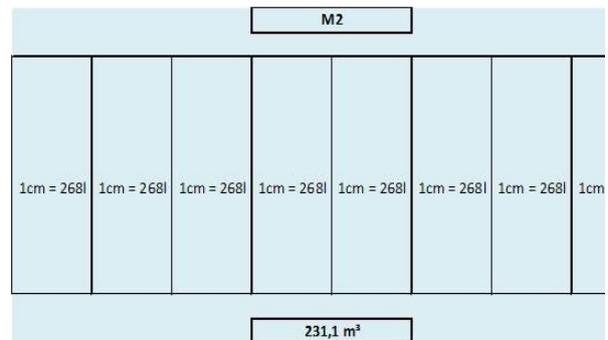


Abb. 43: Kubatur des Güllekanals im Mastabteil M 2



Abb. 44: Meterstab zum Ablesen des Güllepegels

### 3.2.1 Gülleanfall 2010

Von Anfang September bis Ende November 2010 wurden 1.052 m<sup>3</sup> Gülle in 54 Transportfässern abtransportiert, was einer Menge von 350 m<sup>3</sup> pro Monat entsprach.

### 3.2.2 Gülleanfall 2011

Wie 2010 begonnen, wurde auch 2011 der Gülleabtransport zuverlässig dokumentiert. Insgesamt wurden im Jahr 2011 4.104 m<sup>3</sup> Gülle vom Schweinestall zur Biogasanlage transportiert. Dazu waren 221 Fahrten nötig. Im Mittel wurden 342 m<sup>3</sup> Gülle pro Monat umgelagert. Eine exakte Aufspaltung in die Bereiche Zuchtsauen, Ferkel und Mast war erst 2012 nach Anschaffung der Absperrblasen (Abb. 45) und den Messungen bei den Zuchtsauen im Bauteil A möglich.

### 3.2.3 Gülleanfall 2012

2012 wurden 3.712 m<sup>3</sup> Gülle (309 m<sup>3</sup>/Monat) in 196 Fässern abtransportiert. Dieser im Vergleich zum Vorjahr geringere Wert (-10 %) lässt sich unter anderem daraus erklären, dass zum Ende des Jahres 2012 die meisten Güllekanäle und auch die Güllegruben voll waren. Ein Abtransport war wegen der Überlastung der Biogasanlage nicht möglich. Die Lagermengen zum Jahresende 2012 im Stall mit eingerechnet, würde denselben Gesamtgülleanfall wie in den Vorjahren bedeuten. Der GV-Besatz 2012 war identisch dem von 2011, also kann der Gülleanfall sich bei gleicher Betriebsorganisation nicht groß verändert haben.

Während der zahlreichen Fütterungsversuche im Fachzentrum wurden immer die dabei anfallenden Güllemengen ermittelt und Gülleproben gezogen. Nur über definierte Exaktversuche kommt man an den Gülleanfall der verschiedenen Produktionseinheiten

(Jungsauenaufzucht, Deckbereich, Wartesau, Abferkelsau, Ferkelaufzucht, Mast) getrennt heran. Dabei ergaben sich für die Ferkelaufzucht und Mast die in Tab. 16 und 17 angeführten Werte. Nach Verrechnung der Daten aus 11 Mastdurchgängen produzierte ein Mastschwein durchschnittlich 0,45 m<sup>3</sup> Gülle mit 5,1 % T-Gehalt (Tab. 16).

Tab. 16: Gülleanfall in den Mastabteilen

Durchgang	Gülle m <sup>3</sup>	T %	Mastdauer Tage	Tiere n	Gülle m <sup>3</sup> /Tier	Gülle m <sup>3</sup> /Tier/Tag	Gülle <sup>1)</sup> m <sup>3</sup> /Tier
1. Winter	30,3	5,9	114	88	0,34	0,003	0,41
2. Winter	43,0	6,2	94	112	0,38	0,004	0,48
3. Winter	43,9	5,5	94	112	0,39	0,004	0,43
4. Winter	35,3	5,8	112	96	0,37	0,003	0,43
5. Winter	88,7	5,6	118	192	0,46	0,004	0,52
6. Winter	98,7	4,6	124	192	0,51	0,004	0,47
7. Sommer	34,8	5,9	128	88	0,40	0,003	0,47
8. Sommer	55,1	4,0	98	112	0,49	0,005	0,39
9. Sommer	51,8	5,7	98	112	0,46	0,005	0,53
10. Sommer	113,0	4,0	124	192	0,59	0,005	0,47
11. Herbst	64,3	5,4	116	192	0,34	0,003	0,36
<b>Durchschnitt</b>	59,9	5,1 <sup>3)</sup>	111	135	<b>0,44</b>	<b>0,0040</b>	<b>0,45</b>
<b>Durchschnitt<sup>1)</sup></b>	63,5	<b>5,0</b>	111	135	<b>0,45</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,45</b>
<b>KTBL 2012<sup>2)</sup></b>		7,5	--	--	<b>0,53</b> (0,50-0,60)		<b>0,80</b> (0,75-0,90)

<sup>1)</sup> Standardisiert auf 5 % T

<sup>2)</sup> 1,5 m<sup>3</sup>/Tierplatz und Jahr, Kalkulationswert Umtriebe 2,83, Spanne 2,5-3,0; Gülle 7,5 % T

<sup>3)</sup> Gewichteter Mittelwert aus T-Gehalt x Menge

In der KTBL-Datensammlung 2012/13 werden in der Schweinmast 1,5 m<sup>3</sup> Gülle mit 7,5 % T pro Mastplatz und Jahr veranschlagt. Bei dem angegebenen Kalkulationswert von 2,83 für die Umtriebe ergeben sich damit 0,53 m<sup>3</sup> Gülle mit pro Mastschwein mit 7,5 % Standardtrockenmassegehalt. Umgerechnet auf die Schwarzenauer Gülle mit 5 % T sind das 0,80 m<sup>3</sup> KTBL-Gülle/Mastschwein. Das sind rund 0,35 m<sup>3</sup> mehr als in der vorliegenden Untersuchung ermittelt wurden. Anzuführen ist, dass nur in einer Gülleprobe der T-Gehalt über 7,5 % lag. Hierbei handelte es sich um „torfähnliches Substrat“ aus einem nur teilweise gefüllten und deswegen „gut belüfteten“ Kanal eines Mastabteils. Ohne diesen „Ausreißer“ errechnete sich aus insgesamt 31 Analysen von Mastgülle ein gewichteter mittlerer T-Gehalt von 5,1 % mit einer Spanne von 4,0 bis 6,2 %. Da bei diesen T-Werten von ca. 5 % noch nicht das Waschwasser der Abteilreinigung dabei ist, wird die Gülle

nach dem Abteilwaschen eher noch dünner. Die 7,5 % Standardtrockenmassegehalt für Schweinegülle der KTBL-Datensammlung sind deshalb kritisch zu hinterfragen.

Ein Durchschnittsferkel (8-30 kg LM) kam während einer knapp 7 wöchigen Aufzuchtperiode auf 0,12 m<sup>3</sup> Gülle. Bezogen auf einen T-Gehalt von 5 % errechnete sich ein Wert von 0,11 m<sup>3</sup> pro Tier (Tab. 17).

Tab. 17: Gülleanfall in den Ferkelaufzuchtteilen

Durchgang	Gülle m <sup>3</sup>	T %	Belegung Tage	Tiere n	Gülle m <sup>3</sup> /Tier	Gülle m <sup>3</sup> /Tier/Tag	Gülle <sup>1)</sup> m <sup>3</sup> /Tier
1.	28,5	4,8	49	192	0,15	0,003	0,14
2.	19,0	3,3	48	192	0,10	0,002	0,07
3.	23,4	3,6	49	192	0,12	0,002	0,09
4.	10,8	4,5	50	88	0,12	0,002	0,11
5.	9,8	4,6	48	80	0,12	0,003	0,11
6.	22,6	4,6	48	192	0,12	0,002	0,11
7.	21,0	4,9	49	192	0,11	0,002	0,11
8.	28,9	4,6	47	192	0,15	0,003	0,14
9.	22,6	4,6	41	192	0,12	0,003	0,11
<b>Mittel</b>	20,7	4,4 <sup>3)</sup>	48	168	<b>0,12</b>	<b>0,003</b>	<b>0,11</b>
<b>Mittel<sup>1)</sup></b>	18,2	<b>5,0</b>	48	168	<b>0,11</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,108</b>
<b>KTBL 2012<sup>2)</sup></b>	--	4,0	--	--	<b>0,09</b> (0,08-0,10)	--	<b>0,07</b> (0,06-0,08)

<sup>1)</sup> Standardisiert auf 5 % T

<sup>2)</sup> 0,6 m<sup>3</sup>/Tierplatz und Jahr, Kalkulationswert Umtriebe 6,89, Spanne 6-8; Gülle 4 % T

<sup>3)</sup> Gewichteter Mittelwert aus T-Gehalt x Menge

Die KTBL-Datensammlung 2012/13 gibt in der Ferkelaufzucht 0,6 m<sup>3</sup> Gülle mit 4 % T pro Ferkelplatz und Jahr an. Bei dem gesetzten Kalkulationswert von 6,89 für die Umtriebe für Ferkel ab 8 kg Absetzgewicht ergeben sich 0,09 m<sup>3</sup> Gülle mit 4 % T pro Ferkel. Umgerechnet auf Gülle mit 5 % T sind das 0,07 m<sup>3</sup>/Ferkel. Das sind rund 0,04 m<sup>3</sup> (ca. 35 %) weniger als in der vorliegenden Untersuchung ermittelt wurden. Anzuführen ist, dass anders als bei der Mast die T-Angaben der Ferkelgülle zwischen KTBL (4 % T) und der vorliegenden Untersuchung mit 4,4 % aus 31 Analysen näher beieinander liegen.

Die Erhebung der Güllemenge in der Sauenhaltung gestaltete sich ungleich schwerer. Während die Spülleitungen in den Ferkel- und Mastabteilen des Versuchsbereiches vom restlichen Stall getrennt wurden, konnte dies in den Sauenabteilen nicht realisiert werden. Im Abferkelabteil A 1 wurden sogenannte Absperrblasen anstelle der Güllestöpsel eingebaut (Abb. 45).

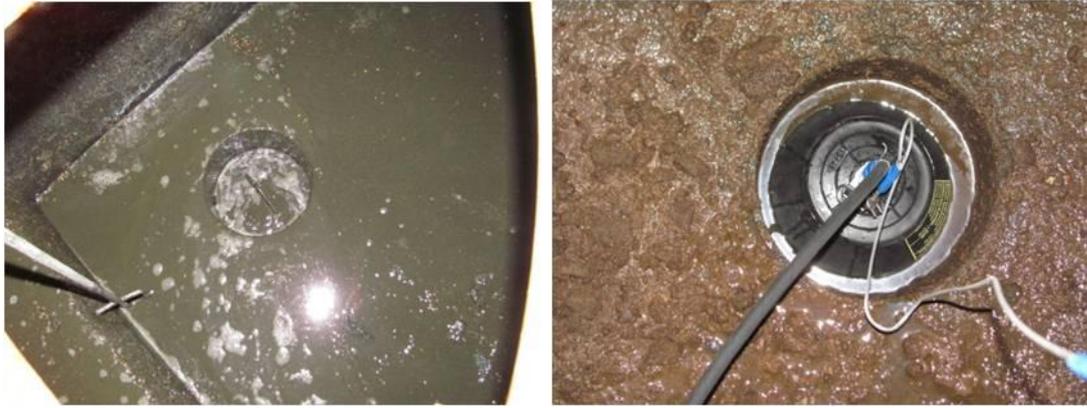


Abb. 45: Güllestöpsel (links) und Absperrblase (rechts)

Diese Absperrblasen werden mit Druckluft aufgeblasen und sind somit gegen ein Herausdrücken von unten gesichert. Ein sicheres Verschließen der Gülleleitungen nach unten war somit gegeben. Die wiederholten Messungen führten zu vergleichbaren Ergebnissen, so dass von plausiblen Werten ausgegangen werden kann. Von einer Zuchtsau fielen demnach 15 Liter Gülle pro Tag im Abferkelbereich an (Tab. 18).

Tab. 18: Gülleanfall in den Abferkelställen

Durchgang	Gülle m <sup>3</sup>	T %	Belegung Tage	Tiere n	Gülle m <sup>3</sup> /Tier	Gülle m <sup>3</sup> /Tier/Tag	Gülle <sup>1)</sup> m <sup>3</sup> /Tier
1.	8,8	3,7	35	16	0,55	0,02	0,41
2.	8,7	2,6	35	16	0,54	0,02	0,28
3.	9,6	2,5	35	16	0,600	0,02	0,30
4.	7,2	3,9	35	16	0,448	0,01	0,35
5.	8,4	3,2	35	16	0,525	0,02	0,34
6.	4,6	2,1	35	8	0,580	0,02	0,24
7.	8,4	2,8	35	16	0,525	0,02	0,30
8.	6,7	4,0	35	16	0,418	0,01	0,33
9.	4,7	2,6	35	8	0,580	0,02	0,31
10.	8,0	2,8	35	15	0,533	0,02	0,30
11.	7,9	3,3	35	16	0,494	0,01	0,33
<b>Mittel</b>	7,5	<b>3,1<sup>2)</sup></b>	35	14,5	<b>0,52</b>	<b>0,015</b>	<b>0,32</b>

<sup>1)</sup> Standardisiert auf 5 % T

<sup>2)</sup> Gewichteter Mittelwert aus T-Gehalt x Menge

Auch im Deckzentrum konnte der Gülleanfall ermittelt werden, der plausibel erscheint. In zwei Durchgängen ergab sich ein durchschnittlicher Anfall von 14 Liter Gülle pro Tier und Tag (Tab. 19), jedoch bei einem sehr niedrigen T-Gehalt. Da die Gülleleitungen im Wartestall zusammenlaufen und auch der Außenbereich nicht voneinander getrennt werden kann, gestaltete sich die Erfassung hier am schwierigsten. Nach einigen Messungen erschien hier aber dennoch ein ähnlicher Wert wie im Deckstall realistisch. Warum sollten

Leer-/Wartesaunen im Deckbereich bei etwa gleicher Fütterung im Gegensatz zu den Wartesaunen im Wartestall andere Güllemengen produzieren?

Tab. 19: Gülleanfall im Deckstall

Durchgang	Gülle m <sup>3</sup>	T %	Belegung Tage	Tiere n	Gülle m <sup>3</sup> /Tier	Gülle m <sup>3</sup> /Tier/Tag	Gülle <sup>1)</sup> m <sup>3</sup> /Tier
1.	16,7	1,9 ?	34	36	0,46	0,014	0,17
2.	17,2	1,3 ?	34	36	0,48	0,014	0,12
<b>Mittel</b>	<b>17,0</b>	<b>1,6 ?</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>0,47</b>	<b>0,014</b>	<b>0,15</b>

<sup>1)</sup>Standardisiert auf 5 % T

Laut KTBL-Datensammlung 2012/13 werden bei Zuchtsauen mit Saugferkeln bis zu 8 kg LM 4 m<sup>3</sup> Gülle mit 4 % T (bzw. 3,2 m<sup>3</sup> bei 5 % T) pro produktive Zuchtsau veranschlagt. In vorliegender Untersuchung streuten insbesondere die T-Gehalte der Güllen (1,6 % Deckzentrum – was zu hinterfragen wäre bzw. eine Überwachung des Trinkverhaltens und die Ermittlung des Wasserverbrauchs notwendig macht; 7,9 % Stall für tragende Sauen, 3,1 % Abferkelstall) erheblich, was den Vergleich mit den KTBL-Daten erschwert. Wird der T-Gehalt auch der Sauengülle auf 4 % (5 %) standardisiert, so ergeben sich in Schwarzenau bei 2,3 Umtrieben insgesamt 2,6 (2,08) m<sup>3</sup> Gülle je produktiver Sau. Dabei ist anzumerken, dass auch hier noch kein Washwasser enthalten ist und die Gülle aus dem Deckbereich durch die Standardisierung auf 4 % „eingedickt“ wird, d.h. deren Anfall weist dadurch einen „Schwund“ auf. Wie bei der Mast liegen die Schwarzenauer Güllemengen auch der Sauen ca. 1/3 unter den KTBL-Faustzahlen.

In Tab. 20 sind die Güllemengen enthalten, die sich aus der Hochrechnung des täglichen Anfalls in den einzelnen Produktionsrichtungen mit dem durchschnittlichen Tierbesatz pro Jahr ergaben. Dabei wurden die tatsächlich analysierten T-Gehalte berücksichtigt. Es errechnete sich ein Gülleanfall von 3.993 m<sup>3</sup> pro Jahr. Die tatsächliche Gülleabfuhr inkl. der „vollen“ Güllekanäle zum Jahresende lag im Jahr 2012 bei 4083 m<sup>3</sup>. Aus der vereinfachten Hochrechnung des Gülleanfall und der tatsächlichen Gülleabfuhr ergibt sich lediglich eine Differenz von 90 m<sup>3</sup> bzw. 2 %, was als sehr gute Übereinstimmung angesehen werden kann. Es lässt sich somit schlussfolgern, dass die Schwarzenauer Werte plausibel sind, die „Einzelgüllemengen“ der verschiedenen Tiergruppen decken sich mit der Gesamtabfuhrmenge des jeweiligen Bezugsjahres.

Tab. 20: Gülleanfall 2012 (hochgerechnet)

	Mittlerer Tierbesatz n	Gülleanfall 2012		
		m <sup>3</sup> /Tier/Tag	m <sup>3</sup> /Tierbesatz/Tag	m <sup>3</sup> /Tierbesatz/Jahr (in Klammern bei 5 % T)
<b>Zuchtsau</b>	312	0,015 (5,6 % T)	4,68	1.708 (1913)
<b>Ferkel</b>	940	0,003 (4,4 % T)	2,82	1.029 (905)
<b>Mast</b>	859	0,004 (5,0 % T)	3,44	1.256 (1256)
<b>Summe</b>				<b>3.993 (4074)</b>
<b>aus Anlage abgefahrene Güllemenge plus Kanalreste</b>				<b>4.083 (4164)</b>

Interessant ist der Vergleich der Winter- mit der Sommergülle, hier am Beispiel der Mast (Tab. 21). Der Gülleanfall pro Mastabteil mit gleichem Tierbesatz war im Sommer um 12,16 bzw. 7,95 m<sup>3</sup> höher als im Winter. Pro Tier bedeutet das 0,07 bzw. 0,11 m<sup>3</sup> mehr Gülle. Es lässt sich ein guter Zusammenhang zum Wasserverbrauch erkennen. Während im Winter der Wasserverbrauch bei 4,0 bzw. 4,6 m<sup>3</sup>/ Abteil lag, war er im Sommer mit 20,1 und 22,3 m<sup>3</sup> in etwa fünfmal so hoch.

Tab. 21: Gülleanfall in 2 Mastabteilen bei Sommer- und Winterbelegung in Abhängigkeit vom Wasserverbrauch

		Winter		Sommer	
		gesamt	Pro Tier	gesamt	Pro Tier
<b>Abteil 1</b>	<b>Wasserverbrauch</b>	4,6 m <sup>3</sup>	44 Liter	20,1 m <sup>3</sup>	196 Liter
	<b>Gülleanfall</b>	43,0 m <sup>3</sup>	0,38 m <sup>3</sup>	55,1 m <sup>3</sup>	0,49 m <sup>3</sup>
<b>Abteil 2</b>	<b>Wasserverbrauch</b>	4,0 m <sup>3</sup>	40 Liter	22,3 m <sup>3</sup>	225 Liter
	<b>Gülleanfall</b>	43,9 m <sup>3</sup>	0,39 m <sup>3</sup>	51,8 m <sup>3</sup>	0,46 m <sup>3</sup>

**Fazit:** Die Erfassung der anfallenden Güllemengen und deren Trockenmassegehalte (T-Gehalte) ist nicht so einfach, schon gar nicht bei Auftrennung nach den Produktionsrichtungen. Die ermittelten Zahlen bei den Ferkeln und Mastschweinen sind nach vielen Durchgängen als sehr stabil und plausibel anzusehen und im Stall Schwarzenau typisch. Bei den Zuchtsauen macht die Trennung zwischen Deck-, Warte- und Abferkelbereich Probleme und auch der ständige Tierwechsel. Insgesamt muss für eine stabilere Datengrundlage die arbeitsaufwändige „Güllemesserei“ fortgesetzt werden, auch weil man nach langer „Probiererei“ die Ausstattung und das Knowhow zur Gülleerfassung jetzt erst parat hat. Bundesweit wird es keine Schweineanlage mit allen Leistungsgruppen der Schweinehaltung und getrennter Güllelagerung dazu mehr geben.

#### Wertung und Hinweise für die Praxis:

- Die Abfuhrgülle zur Biogasanlage mit Waschwasser hatte im Gegensatz zur reinen Stallgülle (5,4 % T) nur 2,9 % T enthalten. Damit erhöhen sich die Güllemenge und der Lagerraumbedarf gleich um 50 %. Der Wert ist typisch für Schwarzenau, in der

Praxis sind plus 10-15 % Waschwasserzuschlag angebracht. Die von KTBL angegebenen Standard-T-Gehalte der Gülle sollten überdacht werden.

- GV – Pro GV fielen 14,45 m<sup>3</sup> Gülle an. Man liegt damit weit (20 %) unter der „festgezurrten“ Faustzahl von 18 m<sup>3</sup> pro Schweine-GV, die seit den Anfängen der Güllebilanzierung (EG-Nitrat-Richtlinie 1982) offiziell Verwendung findet. Würde man noch 10 % Waschwasser auf 14,45 m<sup>3</sup> Gülle draufschlagen, dann wären auch nur ca. 15,5 m<sup>3</sup>/Schweine-GV zu kalkulieren. Nach den Faustzahlen von KTBL wären pro Jahr in Schwarzenau 5945 m<sup>3</sup> (5 % T) statt in „echt“ 4083 m<sup>3</sup> (4500 m<sup>3</sup> mit Waschwasser) bzw. mit den KTBL T-Gehalten (Zucht/Ferkel 4 %, Mast 7,5 %) noch 5427 m<sup>3</sup> Gülle statt in „echt“ 4083 m<sup>3</sup> (4500 m<sup>3</sup> mit Waschwasser) angefallen, also 19,3 m<sup>3</sup> bzw. 21,1 m<sup>3</sup> pro Schweine-GV nach KTBL statt in „echt“ 14,5 bzw. mit Waschen 15,5 m<sup>3</sup>/GV.
- Der Gülleanfall der Mastschweine lag im Sommer ca. 20 % über der Wintermenge. Je wärmer der Stall ist, desto höher ist der Wasserverbrauch („Spielwasser“ plus „Durstwasser“), desto höher ist der Gülleanfall. Wahrscheinlich lässt sich diese Erfahrung auch auf Zuchtsauen und Ferkel in einer ähnlichen Größenordnung übertragen. In der Folge daraus müssten lange/kalte Winterbelegungen ca. 20 % weniger Stallgülle produzieren als lange/heiße Warmperioden. Inwieweit die Gesamtlagergülle im Sommer bei hoher Verdunstung dann wirklich erhöht ist?
- Mastschweine – hier lag der mittlere T-Gehalt der „reinen“ Gülle ohne Waschwasser bei ca. 5 % (5,1 %). In der Praxis und im „Normalbetrieb“ finden sich immer niedrigere Werte.

Durchschnittlich produzierte ein Mastschwein 0,45 m<sup>3</sup> Gülle. Pro Mastplatz und Jahr mit 2,8 Umtrieben ergäben sich somit 1,26 m<sup>3</sup> Reingülle (5 % T) bzw. mit realistischen 10 % Waschwasseranteil 1,4 m<sup>3</sup> mit 4,5 % T. Folglich hat ein 1000-Mastplatz-Betrieb wahrscheinlich einen Jahresgülleanfall von 1400 m<sup>3</sup>, er bräuchte eine Güllelagerkapazität von mindestens 700 m<sup>3</sup> – Halbjahresforderung! Laut KTBL-Datensammlung wären für den genannten Betrieb 1500 m<sup>3</sup> Lagerraum/Jahr bzw. 750 m<sup>3</sup> pro Halbjahr herzurichten – wenn 7,5 % T für die Standardgülle akzeptiert werden. Bei 5 % T wären nach KTBL 1125 m<sup>3</sup> Güllelager für eine halbjährliche Lagerung notwendig. Das KTBL liegt also weit über den Schwarzenauer Güllewerten! Die Düngeverordnung verlangt 1,5 m<sup>3</sup> Mindestgülleanfall/Mastplatz als Kalkulationsgröße für den Güllelager, die T-Gehalte werden dabei nicht beachtet. Die bayer. Pflanzenbauberatung geht von 2,7 m<sup>3</sup> Gülleanfall (5 % T) pro Mastplatz aus bzw. 3,0 m<sup>3</sup> mittlerem Jahresanfall und liegt damit weit über den Schwarzenauer Messergebnissen. Wer hat nun Recht? Auf alle Fälle braucht es in der Schweinemast weitere Gülleerhebungen aus Versuchsanstalten und auch Mengen- sowie T-Messungen aus der Praxis. Das Thema hat große politische Bedeutung – der flächenknappen Schweinemäster möchte weniger Gülle haben, der Biogasbetrieb möchte viel Güllebonus einstreichen.

- Ferkelaufzucht – Die Ferkelgülle sind in der Regel „dünn“, das Futter ist hochverdaulich (weniger Kot) und viel „Spielwasser“ landet im Güllekeller. KTBL geht von 4 % T-Gehalt bei Ferkelgülle aus, wir hatten 4,4 % T. Es ergaben sich im Mittel 0,12 m<sup>3</sup> Gülle (4,4 % T) bzw. 0,11 m<sup>3</sup> (5 % T) pro aufgezogenes Ferkel bzw. 0,8/0,7 m<sup>3</sup> (4,4/5 % T) pro Aufzuchtplatz, bei KTBL rechnet man mit 0,09/0,07 m<sup>3</sup> (4/5 % T) bzw. 0,6/0,5 m<sup>3</sup> pro Aufzuchtplatz mit jeweils 6,8 Umtrieben. Für 1000 aufgezogene Ferkel bzw. 1000 Aufzuchtplätze fallen nun 130 bzw. 900 m<sup>3</sup> Güllelager pro Jahr inkl. 10 % Waschwasser an bzw. 65/450 m<sup>3</sup> im Halbjahr. KTBL käme bei den unterstellten Aufzuchtferkeln/-plätzen auf 90/600 m<sup>3</sup> im Jahr bzw. 45/300 m<sup>3</sup> im Halbjahr. Schwarzenau liegt folglich 30 % höher, was sich natürlich auf die Kosten auswirkt.

Nach 9 erfassten Durchgängen im Aufzuchtstall des Fachzentrum Schwarzenau bei Rein-/Rausbelegung, mit „klinisch“ gereinigten Güllekanälen nach jedem Durchgang und relativ gleichbleibenden Ergebnissen scheinen die angefallenen Güllemengen in der Ferkelaufzucht stabil höher als vermutet zu sein. Eine Erklärung der Unterschiede Bayern zu KTBL ist stichhaltig, nämlich – die süddeutschen (Schwarzenauer) Ferkel werden in der Aufzucht schwerer ( $>30$  kg LM) gemacht als die meisten „Bundesferkel“ (ca. 25 kg LM). Die „Bayernzahlen“ liegen auf alle Fälle auf der sicheren Seite! Die Düngeverordnung fordert pro aufgezogenes Ferkel (8-30 kg LM)  $0,6 \text{ m}^3$  Mindestgüllelager. Die bayer. Düngerempfehlungen („Gelbes Heft“) liegen bei  $0,8 \text{ m}^3$  mit 5 % T pro Ferkelaufzuchtplatz und Jahr bzw. bei  $1,0 \text{ m}^3$  pro mittleren Jahresbestand geringfügig höher als Schwarzenau ( $0,7 \text{ m}^3/\text{Platz}$  bzw.  $0,9 \text{ m}^3$  pro mittleren Jahresbestand).

- Zuchtsauen inkl. Absatzferkel bis 8 kg LM – ein schwieriges Kapitel hinsichtlich einer genauen Gülleerfassung! In Schwarzenau wurden sichere Werte aus dem Abferkelbereich und dem Deckbereich vermeldet. Der Warteraum, als Großfläche ausgebildet, wurde „hochgerechnet“. In der Sauenherde Schwarzenau fielen demnach  $2,6 \text{ m}^3$  (4 % T) bzw.  $2,08 \text{ m}^3$  (5 % T) pro Sau und Jahr an. KTBL liegt mit  $4 \text{ m}^3$  bei 4 % T bzw.  $3,2 \text{ m}^3$  bei 5 % T pro Sau und Jahr weit darüber. Die Düngeverordnung verlangt durchgängig mindestens  $4,0 \text{ m}^3$  pro Sau inkl. Saugferkel im Jahr – ohne T-Angabe, der bayer. Leitfaden zur Düngung gibt  $5,4 \text{ m}^3$  Gülleanfall bei 5 % T pro Sauenplatz bzw. mittlerer Bestand und Jahr an?
- Zuchtsauen plus Aufzuchtferkel bis 30 kg LM – die Summe ergibt bei den Leistungen in Schwarzenau (25 aufgezogene Ferkel bis 30 kg LM)  $2,6 \text{ m}^3$  (4 % T) für die Zuchtsau plus 25 Ferkel  $\times 0,12 \text{ m}^3/\text{Ferkel}$  (4,4 % T) somit  $5,6 \text{ m}^3$ . Werden 5 % T unterstellt, dann reduziert sich die Güllemenge pro Sau inkl. Aufzuchtferkel und Jahr auf  $4,7 \text{ m}^3$ . Die Düngeverordnung gibt  $6 \text{ m}^3$  als Mindestanforderung vor, ohne Unterschiede zwischen variierenden T-Gehalten zu machen. Der bayer. Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland hält  $7,9 \text{ m}^3$  bei 5 % T für richtig. Folglich besteht Handlungsbedarf, so weit darf man nicht auseinanderliegen! Wer hat neuere Zahlen?
- Kombiniertes Betrieb – Er soll für die Überschlagsrechnung 300 Zuchtsauen mit ca. 7500 aufgezogenen Ferkeln und auch ausgemästeten Schweinen haben. Mit obigen Schwarzenauer Güllewerten (5 % T fix) ergeben sich ca.  $1700 \text{ m}^3$  Gülle für Sauen und Aufzuchtferkel plus ca.  $4000 \text{ m}^3$  aus der Mast – insgesamt ca.  $5700 \text{ m}^3$  bzw.  $12,5 \text{ m}^3/\text{GV}$  (5 % T) bzw.  $19 \text{ m}^3$  pro Zuchtsau inkl. Mast bzw.  $0,75 \text{ m}^3$  pro Mastschwein inkl. Zuchtsau und Ferkelaufzucht bzw.  $2,1 \text{ m}^3$  pro Mastplatz inkl. Zuchtsau und Ferkelaufzucht.
- Über die exakte Messung der anfallenden Güllemengen (Pegelstände der Güllelager, Zählen/Wiegen der Güllefässer) sollten die Landwirte die betriebsindividuellen Güllemengen selber ermitteln. Nur so ist eine exakte Nährstoffbilanzierung und Düngung möglich. Offizielle Faustzahlen bzw. Zahlen dienen der Grobkalkulation und für Planungszwecke!

### 3.2.4 Gülleuntersuchungen

Um genaue Werte für die einzelnen Produktionsbereiche in der Schweinehaltung zu erhalten, wurden von jedem Stallabschnitt (säugende Sauen, tragende Sauen, Ferkelaufzucht, Mast) Gülleproben entnommen. Dies gestaltete sich jedoch nicht ganz so einfach, wie zunächst geplant, da sich die Gülle- und Spülleitungen nicht einwandfrei abdichten ließen und die Gefahr bestand, dass Gülle aus anderen Stallbereichen eindringen konnte. Um Werte aus dem Stallbereich Fütterungsversuche für die Mast und Ferkelaufzucht gewinnen zu können, wurde die Spülleitung wie bereits erwähnt zu den anderen Stallbereichen abgetrennt (Abb. 46).



Abb. 46: Abgedichtete Spülleitung im Güllekanal

Die Gülleanalysen wurden vom Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU 1) in Freising durchgeführt: Um homogene Proben aus den Abteilen zu erhalten, wurde ein Spaltenmischer für den Betrieb angeschafft (Abb. 47). Dieser Mixer (Jet-Mix der Firma Brand) konnte durch seinen weiten Aktionsradius überzeugen. Die Gülle wird nicht nur im Kreis gerührt, sondern durch Ansaugen und Wegsprühen gleichmäßig im Kanal verteilt (Abb. 48). Der Motor hat eine Leistung von 7,5 KW, die Schwertlänge beträgt 100 cm. Überdies lässt sich das Schwert auch in alle Richtungen verstellen, sodass sich sowohl in der Länge als auch in der Breite des Kanals die volle Rührwirkung entfalten konnte

Die Gülleproben wurden an drei verschiedenen Stellen im Kanal entnommen und zu einer Gesamtprobe zusammengeführt. Zur Entnahme wurde ein becherartiges Gefäß mit Stiel („Odschöpfer“, Abb. 49) benutzt. Das Probenmaterial wurde in eine Plastikflasche überführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Flasche nur zu etwa dreiviertel gefüllt wurde. Bis zur endgültigen Analyse werden die Proben bei -18 C tiefgefroren.



Abb. 47: *Güllemixer*



Abb. 48: *Güllemixer im Einsatz*



Abb. 49: Probenahmegerät für Flüssigfutter und Gülle

Bei der Probenentnahme der Gülle traten in einigen Kanälen Probleme auf. In den Mastabteilen befanden sich unter einer Buchtenreihe zwei separate Kanäle (vgl. Abb. 40-43). Da die Tiere in den einzelnen Buchten ihre Kotecken räumlich gleich anlegten, kam es öfters dazu, dass nur ein Kanal gefüllt war. Der zweite Kanal, meist der unter den Fressplätzen, war dann entweder „staubtrocken“ oder mit „torfähnlichem“ Substrat gefüllt (vgl. Abb. 50). Die Gülle konnte somit nicht aufgerührt werden und die Probenziehung war erschwert. Im Mastabteil M 1 (Abb. 42) wurden aus diesem Grund Kernbohrungen durch die Kanalzwischenwände gemacht, um eine Art Wechselstausystem zu erzeugen. Nicht nur die fehlende Güllemenge bedingte diese Bohrung, sondern auch die Tatsache, dass sich in dem trockenen Kot und den sich ansammelnden Futterresten Fliegen und andere Schädlinge gut halten und vermehren konnten (Abb. 51).



Abb. 50: Füllstände der Kanäle unter einer Bucht, und Trockener Kanal mit Kothaufen



Abb. 51: Fliegenlarven im Kothaufen

Aus den Gülleuntersuchungen der 2012 abgefahrenen Gülle aus dem Versuchsbereich (ca. 100 Sauen, 1200 Aufzuchtferkel, ca. 800 erzeugte Mastschweine im Versuch) ließ sich der in Tab. 22 zusammengestellte Nährstoff- und Spurenelementabtransport ermitteln. Passend zu den N-/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-/K<sub>2</sub>O-Abfuhr von den Schwarzenauer Flächen (Tab. 4, 6) in 2012 würden dann folgende Hektarzahlen bei ausgeglichener Güllebilanz benötigt: für N gesamt 70 ha, für P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 135 ha, für K<sub>2</sub>O 214 ha.

Tab. 22: Nährstoff- und Spurenelementabtransport über die Gülle nur im Versuchsbereich 2012

<b>Nährstoffe</b>	<b>in kg</b>
N ges.	8.910
NH <sub>4</sub> -N	7.425
K <sub>2</sub> O	5.570
MgO	2.230
CaO	4.085
Na	1.485
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.454
S	742
<b>Spurenelemente</b>	<b>in kg</b>
Cu	30
Zn	101
Mn	63
Fe	148

#### 3.2.4.1 Gülleinhaltsstoffe

Es wurden Güllen zahlreicher Fütterungsversuche aber auch aus verschiedenen Produktionsrichtungen (Mast, Ferkelaufzucht, Zuchtsauen) analysiert. Die Ergebnisse sind in (Tab. 23) zusammengestellt. Nimmt man Proben der Sammelgülle (Abfuhr+Vorgruben), dann wird der Waschwasseranteil miterfasst. Der T-Gehalt sinkt von der Reingülle vorm Waschen zur „verwässerten“ aber noch nicht gelagerten und „ausgedampften“ Gülle um 2 %-Punkte – Waschwasser machte also mehr als ein Drittel der Güllemenge aus. Der T-Wert der Waschgülle lag sehr stabil bei nur 2,9 %, die Gülleinhaltsstoffe sind bei gleichem T-Gehalt vor und nach dem Waschen unverändert. In Schwarzenau wird relativ viel gewaschen, wir sind ein Besucher- und Ausbildungsbetrieb. Deswegen scheinen die üblichen 10 % Waschwasserzuschlag auf die Stallgüllemenge drauf eher zu passen, außerdem wird ja bei einer halbjährigen Lagerung einiges an Güllewasser verdunsten. Darüber hinaus wurde auch zweimal das auf die Schwarzenauer Flächen ausgebrachte Biogassubstrat in die Untersuchungen einbezogen.

Tab. 23: Gülleinhaltsstoffe je m<sup>3</sup> Schweinegülle aus verschiedenen Produktionsrichtungen (Angaben standardisiert auf 5 % T)

Nährstoffe		Mast	Ferkel	Sauen	Abfuhr+ Vorgruben	Bio- gas	Tabelle Grub <sup>1)</sup>
<b>Analysen</b>		32	31	22	5	2	
<b>T<sub>analysiert</sub></b> min/max	%	5,4 ± 1,8 3,4-13,4	4,5 ± 1,3 2,2-6,9	4,5 ± 3,1 1,3-14,7	2,9 ± 0,9 2,0-3,9	2,2	
<b>pH</b> min/max		7,6 ± 0,2 7,2-8,0	7,4 ± 0,2 6,7-7,8	7,3 ± 0,3 6,9-8,0	7,4 ± 0,2 7,1-7,5	8,1	
<b>Org. Substanz</b> min/max	kg	36,9 ± 2,7 30,0-47,7	37,5 ± 1,4 35,0-40,0	35,6 ± 1,8 31,2-38,1	35,2 ± 1,1 34,4-36,9	30,3	
<b>N ges.</b> min/max	kg	5,8 ± 1,1 2,7-8,4	5,1 ± 1,0 2,9-8,8	5,1 ± 1,5 2,4-9,4	5,6 ± 1,1 4,1-6,9	7,1	3,5-5
<b>NH<sub>4</sub>-N</b> min/max	kg	4,7 ± 1,0 1,8-7,2	3,8 ± 0,9 2,4-7,0	3,9 ± 1,5 1,4-7,9	4,4 ± 1,0 2,9-5,4	5,7	2,0-3,5
<b>K<sub>2</sub>O</b> min/max	kg	3,2 ± 0,4 2,4-4,3	3,0 ± 0,9 1,8-5,3	3,1 ± 0,9 1,4-4,8	3,6 ± 1,0 2,4-5,1	7,8	1,5-4,0
<b>MgO</b> min/max	kg	1,2 ± 0,2 0,8-1,6	1,3 ± 0,2 1,0-1,7	1,2 ± 0,2 0,8-1,4	1,3 ± 0,2 1,0-1,5	0,6	0,8-1,4
<b>CaO</b> min/max	kg	2,0 ± 0,4 1,4-3,5	1,6 ± 0,3 1,0-1,7	2,8 ± 0,3 1,9-3,6	2,3 ± 0,3 2,0-2,8	2,1	
<b>Na</b> min/max	kg	0,5 ± 0,1 0,3-0,8	0,5 ± 0,2 0,4-1,1	0,9 ± 0,3 0,3-1,6	0,7 ± 0,2 0,6-1,0	0,9	
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> min/max	kg	2,7 ± 0,3 2,2-3,3	2,2 ± 0,4 1,3-3,0	2,6 ± 0,2 2,3-3,0	2,7 ± 0,3 2,4-3,1	1,4	1,5-2,7
<b>S</b> min/max	kg	0,3 ± 0,0 0,2-0,4	0,3 ± 0,1 0,2-0,5	0,4 ± 0,1 0,2-0,5	0,4 ± 0,2 0,3-0,7	0,5	
<b>Cu</b> min/max	g	7,2 ± 1,8 4,9-11,5	49,7 ± 11,5 35,3-79,2	6,1 ± 1,4 33,7-8,2	11,3 ± 5,5 7,0-20,3	18,6	
<b>Zn</b> min/max	g	42,3 ± 7,7 31,5-75,8	53,5 ± 27,4 32,9-182,9	39,7 ± 3,9 30,9-47,9	47,3 ± 11,7 38,4-67,9	51,7	
<b>Mn</b> min/max	g	40,1 ± 5,0 25,5-48,6	35,8 ± 4,9 25,2-42,4	27,6 ± 1,9 23,7-30,3	36,8 ± 6,3 28,9-43,7	23,0	
<b>Fe</b> min/max	g	87,4 ± 38,9 40,6-291,8	97,1 ± 26,0 58,7-177,2	74,1 ± 11,7 52,9-103,7	87,4 ± 16,7 58,5-100,3	161,4	

<sup>1)</sup> 30 % gasförmige Lager- und Ausbringverluste abgezogen

Ohne Abzug der gasförmigen Verluste würde die Gruber Tabelle 2012 5-7,7 kg Gesamtstickstoff je m<sup>3</sup> Gülle ausweisen. Die ermittelten Gehalte im Stall liegen im unteren Bereich der Spanne, es könnte durch die „gute“ Aufrührarbeit durchaus viel N abgegangen sein. Schlägt man die 10 % Abgasverluste im Stall auf die ermittelten Werte, dann wären 6 kg zu veranschlagen. Die Gruber Tabellenwerte passen gut! Eine Ausnahme bildete die ausgebrachte „Biogasgülle“ mit 7,1 kg/m<sup>3</sup>. Wobei anzumerken ist, dass diese neben Schweinegülle noch weitere Abfallprodukte aus der Gemüseverarbeitung und der Grünlandpflege enthielt. Die Biogasanlage wird von den Mainfränkischen Werkstätten in Schwarzenau betrieben. Durch das Einbringen von externen Stoffen in die Biogasanlage ist eine Berechnung des Nährstoffflusses vom Stall aufs Feld nicht mehr möglich.

Laut Aufzeichnungen wurden 2011 9.582 m<sup>3</sup> Gülle an die Biogasanlage abgegeben (Fachzentrum und Mastprüfungsanlage). 54 % davon (5.178 m<sup>3</sup>) wurden wieder an das LVFZ zurückgeliefert. 2012 belief sich die Gülleabfuhr auf 8.596 m<sup>3</sup> bei einer Rücklieferung von 5.120 m<sup>3</sup> bzw. knapp 60 %. Bei analysierten 3,0 kg N, 2,4 kg NH<sub>4</sub>-N, 3,7 kg K<sub>2</sub>O und 0,8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Frischmasse der Biogasgülle ergab sich in 2011 eine rechnerische Rückfuhr von 15.534 kg N-gesamt, 12.427 kg NH<sub>4</sub>-N, 19.159 kg K<sub>2</sub>O und 4.142 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. In 2012 wurden in der Biogasgülle 3,2 kg N, 2,6 kg NH<sub>4</sub>-N, 3,2 kg K<sub>2</sub>O und 0,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in der Frischmasse analysiert. Somit ergaben sich Rückfrachten von 16.384 kg N-gesamt, 13.312 kg NH<sub>4</sub>-N, 16.384 kg K<sub>2</sub>O und 2.560 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Die NH<sub>4</sub>-N-Werte lagen im Mittel bei allen Schweinegülle durchgängig im Bereich der Gruber Tabelle (3-5 kg) inkl. 30 % Gasanteil. Auch bei diesem Parameter wiesen mit 4,7 bzw. 4,4 kg/m<sup>3</sup> die Mastgülle bzw. die aus der Anlage abgefahrenen Gülle im Mittel die höchsten Werte auf. Die ausgebrachte Biogasgülle lag mit 5,7 kg/m<sup>3</sup> noch deutlich darüber.

Die mittleren Gehalte aller Schweinegülle an K<sub>2</sub>O (3,0-3,6 kg/m<sup>3</sup>), MgO (1,2-1,3 kg/m<sup>3</sup>) und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2,2-2,7 kg/m<sup>3</sup>) lagen alle im Bereich der Gruber Tabelle. Eine Ausnahme bildete wiederum die „Biogasgülle“.

Beim Vergleich der Schweinegülle wurden in der Gülle von Zuchtsauen etwas höhere Gehalte an Na und CaO festgestellt. An auffälligsten war der 7-8-fach höhere Kupfergehalt der Ferkelgülle gegenüber der Mastschweine- und Sauengülle. Auch der Zinkgehalt von Ferkelgülle war um 26-35 % höher als der von Mastschweine- und Sauengülle. Ansonsten wurden bei den meisten Inhaltsstoffen keine bzw. nur geringe Unterschiede zwischen Ferkel-, Mastschweine- und Zuchtsauengülle festgestellt. Die Angaben für K<sub>2</sub>O, MgO und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> der Gruber Tabelle wurden bestätigt.

Innerhalb der Sauengülle waren keine Unterschiede zwischen Gülle von tragenden und säugenden Sauen bezüglich ihrer Inhaltsstoffe zu erkennen. Wie bereits angeführt hatte Gülle aus den Deckzentren einen sehr niedrigen T-Gehalt von 1,3-2,0 %. Demgegenüber lag der T-Gehalt von Gülle aus den Wartebereichen deutlich höher.

Fazit: Die angegebenen „Faustzahlen“ zu den wichtigsten Gülleinhaltsstoffen in der Gruber Tabelle 2012 passen im Mittel sehr gut. Allerdings sind die Tabellenspannen sehr weit, um alle Sondersituationen in der Praxis abzudecken. Jährliche, betriebliche Gülleproben sind also zur „Einnordung“ wichtig!

#### 3.2.4.2 Einordnung der Nährstoffkonzentrationen der Gülle

In Tab. 24 bis 26 werden die Gehalte an Stickstoff, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O mit den Angaben in der KTBL-Datensammlung 2012/13 verglichen.

Tab. 24: Gülleinhaltsstoffe je m<sup>3</sup> Zuchtsauengülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 4 %T)

Nährstoffe		Schwarzenau	KTBL	KTBL	KTBL	KTBL
<b>Ferkel/Jahr</b>		25-26	20	20	22	22
<b>Fütterung</b>		N-/P-red.	Standard	N-/P-red.	Standard	N-/P-red.
<b>Analysen</b>		22				
<b>T (analysiert)</b> min/max		4,5 ± 3,1 1,3-14,7	4	4	4	4
<b>N ges.</b> min/max	kg	5,1 ± 1,5 2,4-9,4	5,8 (4,6) <sup>1)</sup>	5,4 (4,3) <sup>1)</sup>	5,8 (4,6) <sup>1)</sup>	5,4 (4,3) <sup>1)</sup>
<b>NH<sub>4</sub>-N</b> min/max	kg	3,9 ± 1,5 1,4-7,9				
<b>K<sub>2</sub>O</b> min/max	kg	3,1 ± 0,9 1,4-4,8	3,5 (2,8)	3,4 (2,7)	3,6 (2,9)	3,4 (2,7)
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> min/max	kg	2,6 ± 0,2 2,3-3,0	4,3 (3,4)	3,5 (2,8)	4,3 (3,4)	3,5 (2,8)

<sup>1)</sup> Stall- und Lagerungsverluste bereits nach DüV, Anlage 2 abgezogen

Trotz höherer Leistung lagen die N-Gehalte der getesteten Sauengüllen im Mittel unter den Angaben des KTBL bei standardisierten 5 % T. Auch die Kaligehalte lagen im Mittel etwas niedriger als die Vergleichswerte des KTBL. Der deutlichste Unterschied zu KTBL ergab sich beim Phosphat. Die Erklärung ist ganz einfach, in Schwarzenau wird extrem auf P-reduzierte Fütterung geachtet. KTBL ist noch mit den alten, P-reichen Rationen wahrscheinlich vor der „Phytasezeit“ unterwegs. Auch hier sollten neuere Erhebungen mehr Klarheit schaffen.

Tab. 25: Gülleinhaltsstoffe je m<sup>3</sup> Ferkelgülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 4 %T)

Nährstoffe		Schwarzenau	KTBL	KTBL
<b>Gewichtsbereich</b>		8-30 kg	8-28 kg	8-28 kg
<b>Fütterung</b>		N-/P-reduziert	Standard	N-/P-reduziert
<b>Analysen</b>		31		
<b>T (analysiert)</b> min/max	%	4,5 ± 1,3 2,2-6,9	4	4
<b>N ges.</b> min/max	kg	5,1 ± 1,0 2,9-8,8	3,4 (2,7) <sup>1)</sup>	2,9 (2,3) <sup>1)</sup>
<b>NH<sub>4</sub>-N</b> min/max	kg	3,8 ± 0,9 2,4-7,0		
<b>K<sub>2</sub>O</b> min/max	kg	3,0 ± 0,9 1,8-5,3	5,0 (4,0)	4,8 (3,8)
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> min/max	kg	2,2 ± 0,4 1,3-3,0	4,6 (3,7)	4,6 (3,7)

<sup>1)</sup> Stall- und Lagerungsverluste bereits nach Düngeverordnung, Anlage 2 abgezogen

In der Ferkelgülle war der Stickstoffgehalt im Mittel deutlich höher als in der KTBL-Datensammlung angegeben. Andererseits wurden in den Güllen der vorliegenden Untersuchung die Stall- und Lagerungsverluste nach Düngeverordnung, Anlage 2, nicht berücksich-

sichtigt. Würde darauf geachtet, dann hat Schwarzenau etwa die gleichen N- und NH<sub>4</sub>-Gehalte wie in den offiziellen Faustzahlen vorgegeben.

Demgegenüber lagen sowohl die Kali- als auch Phosphatgehalte im Mittel deutlich niedriger als die Vergleichswerte des KTBL. Bei gleicher Fütterungsstrategie (N-/P-reduziert) wurden 2,4 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 1,8 kg K<sub>2</sub>O bei standardisierten 5 % T in der Ferkelgülle weniger gefunden als das KTBL angibt. Beim P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ist das weniger als die Hälfte. Erklärung- siehe Seite vorher!

In der Schweinemast fiel ja schon auf, dass die Schwarzenauer Gülle nur 5 % T hatte (KTBL rechnet mit 7,5 % T) und noch gravierender, die Schwarzenauer Mastschweine erzeugten bei gleichem T-Gehalt ca. 1/3 weniger Güllemenge. Betrachtet man die Gülleinhaltsstoffe, dann ergibt sich ein anderes Bild wie bei den Zuchtsauen und Ferkeln – die Schwarzenauer Mastschweine haben etwas höhere N-Gehalte aber auch P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O-Gehalte. Wahrscheinlich handelt es sich hier um einen „Konzentrationseffekt“. Pro erzeugtes Mastschwein sind die N/P/K-Ausscheidungen der Schwarzenauer Tiere ca. 30 % unter der KTBL-Tabelle mit höheren Gülleanfallmengen.

Tab. 26: Gülleinhaltsstoffe je m<sup>3</sup> Mastschweinegülle (Angaben standardisiert auf 5 % T, in Klammer die Werte des KTBL bei 7,5 %T)

Nährstoffe		Schwarzenau	KTBL	KTBL	KTBL	KTBL
<b>Zunahmen</b>	g/Tag	800-900	700	700	800	800
<b>Fütterung</b>		N-/P-red.	Standard	N-/P-red.	Standard	N-/P-red.
<b>Analysen</b>		32				
<b>T (analysiert)</b>	%	5,4 ± 1,8	7,5	7,5	7,5	7,5
min/max		3,4-13,4				
<b>N ges.</b>	kg	5,8 ± 1,1	3,7 (5,6) <sup>1)</sup>	3,1 (4,6) <sup>1)</sup>	4,0 (6,0) <sup>1)</sup>	3,5 (5,2) <sup>1)</sup>
min/max		2,7-8,4				
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	kg	4,7 ± 1,0				
min/max		1,8-7,2				
<b>K<sub>2</sub>O</b>	kg	3,2 ± 0,4	2,5 (3,7)	2,3 (3,4)	2,7 (4,1)	2,5 (3,8)
min/max		2,4-4,3				
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	kg	2,7 ± 0,3	2,5 (3,7)	1,9 (2,9)	2,7 (4,0)	2,1 (3,2)
min/max		2,2-3,3				

<sup>1)</sup> Stall- und Lagerungsverluste bereits nach DüV, Anlage 2 abgezogen

### 3.2.4.3 Einordnung der Zink- und Kupfergehalte

Die Schwermetallgehalte der Güllen wurden in mg/kg T bestimmt. Mit durchschnittlich 145 mg/kg T lagen die Kupfergehalte in den Mastgülle niedriger als in Mastbetrieben, die am Bayerischen Güllemonitoring teilgenommen hatten (Müller, 2006). Mit 121 mg/kg T wies reine Sauengülle absolut den geringsten Kupfergehalt auf. Demgegenüber hatte die Ferkelgülle im Mittel einen Kupfergehalt von 995 mg/kg T. Multipliziert man die Gehalte mit den hochgerechneten Güllemengen (1708 m<sup>3</sup> Sauen- und 1029 m<sup>3</sup> Ferkelgülle), so errechnet sich ein mittlerer Kupfergehalt in der Mischgülle von 450 mg/kg T. Im Bayeri-

schen Güllemonitoring liegt der Median bei etwa 600 mg Cu/kg T für größere Zuchtbetriebe (Müller, 2006).

Die aus den Vorgruben bzw. der Anlage abgefahrene Gülle wies 225 mg Kupfer/kg T auf. Hochgerechnet aus den Bereichen Mast, Zuchtsauen und Ferkel ergaben sich 354 mg Cu/kg T. Beides sind im Vergleich zum Bayerischen Güllemonitoring (Median: 400 mg Cu/kg T) niedrige Werte für Gemischtbetriebe über 30 Sauen.

Im Vergleich zum bayer. Güllemonitoring war mit 846 mg kg T der mittlere Zinkgehalt der Mastgülle ein eher niedriger Wert. Laut Güllemonitoring wiesen nämlich knapp 30 % der Mast- und gemischten Betrieben Zinkgehalte von über 1500 mg/kg T in der Gülle auf (Müller, 2006). Mit 794 mg/kg T wies reine Sauengülle absolut den geringsten Zinkgehalt auf. Demgegenüber hatte die Ferkelgülle im Mittel einen Gehalt von 1069 mg Zn/kg T. Multipliziert man die Gehalte mit den entsprechenden Güllemengen, so errechnet sich ein mittlerer Zinkgehalt in der Mischgülle von 897 mg/kg T. Im Vergleich zum bayer. Güllemonitoring ebenfalls ein niedriger Wert, denn bei mehr als 40 % der Zuchtbetriebe lagen die Gehalte dort über 1500 mg Zn/kg T.

Die aus den Vorgruben bzw. der Anlage abgefahrene Gülle wies 946 mg Zn/kg T auf. Hochgerechnet aus den Bereichen Mast, Zuchtsauen und Ferkel ergaben sich hier 881 mg Zn/kg T.

**Fazit:** Sowohl im Mast- als auch im Zuchtsauen- und Ferkelbereich lagen die Kupfergehalte in der Gülle unterhalb (Mast) bzw. im unteren Bereich (Ferkelerzeugung) der im bayer. Güllemonitoring angegebenen Werte für größere Mast- und Ferkelerzeugerbetriebe. Die Zinkgehalte der untersuchten Gülle bewegen sich ebenfalls im unteren Bereich des bayer. Güllemonitorings. Die Beratung zur Zn- und Cu-reduzierten Fütterung hat seit 2006 offensichtlich gegriffen!

### **Wertung und Hinweise für die Praxis:**

- Die Schwarzenauer Güllegehaltswerte liegen insbesondere für  $P_2O_5$  und  $K_2O$  weit unter den gebräuchlichen KTBL-Tabellenwerten, die N- und  $NH_4$ - Werte passen schon eher.
- Auch bei den Spurenelementen scheint sich in der modernen und jüngeren Fütterungspraxis eine spürbare Einsparung ergeben zu haben- die gängigen Tabellenwerke müssen bei den P/Cu/Zn-Gehaltswerten/m<sup>3</sup> Gülle wahrscheinlich durchgängig nach unten korrigiert werden. Begründung: Die Obergrenzen der Spurenelemente im Futter wurden v.a. bei Zink (von 250 mg auf 150 mg/kg) gesenkt. Außerdem werden immer mehr höher verfügbare Spurenelementverbindungen (Fe, Cu, Zn - „organische“ Verbindungen) mit weniger Konzentrationsbedarf in das Schweinefutter eingemischt.
- Die Gruber Futterwerttabelle 2012 stimmt bezüglich der Gülleinhaltsstoffkonzentrationen, allerdings sind weite Spannen angegeben.
- Die Landwirte sollten von Zeit zu Zeit (jährlich, bei Futterumstellungen, Anbau-/Fruchtfolgewechsel, ...) ihre Gülle analysieren lassen. Eine gute Mischprobe reicht, wenn die Gülle vor der Probenziehung gut homogenisiert wurde.

### 3.2.5 Exaktversuche zum Themenbereich Gülleanfall/Stallluftqualität

#### 3.2.5.1 Auswirkungen einer N-reduzierten Mastschweinefütterung auf Stallluft und Gülle unter Winterbedingungen



Abb. 52: Manuelle Schadgasmessung im Tierbereich

#### Zielsetzung

Vor dem aktuellen Hintergrund der Emissionsberichterstattungspflicht für Schweinehalter und dem Stichwort „Emissionsinventar“ rückt die N-/P-reduzierte Fütterung von Mastschweinen immer mehr in den Fokus. Denn wer die Eiweißversorgung seiner Tiere möglichst nahe am Bedarf ausrichtet, entlastet die Umwelt, unterstützt die Tiergesundheit, optimiert die Stallluft für Mensch und Tier und senkt dabei zwangsläufig die Futterkosten. In der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb die in Schwarzenau übliche Phasenfütterung mit einer Universalmast auf die Schadgasgehalte in der Stallluft ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ) sowie auf die Inhaltsstoffe der Gülle bei Winterbedingungen untersucht werden.

#### Methode

Der Versuch lief bis zu einem angestrebten Mastendgewicht von ca. 115 kg. Für den Versuch wurden 224 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf zwei Behandlungsgruppen (Universalmast, Phasenfütterung) aufgeteilt. Zu Versuchsbeginn hatten die Tiere eine mittlere Lebendmasse von 40 kg. Der Versuch fand in zwei Abteilen mit automatischer Schadgasmessung statt (Abb. 53). Dort wurden sie in 8 Buchten mit jeweils 28 Tieren gehalten. Die Futterzuteilung erfolgte für jede Bucht über eine Meyer-Lohne-Flüssigfütterungsanlage. Die Lebendmassen wurden am Einzeltier alle drei Wochen erfasst. Während der Mast wurden die Schadgaskonzentrationen im Tierbereich und in der Abluft zusätzlich auch mittels Drägerröhrchen (Abb. 52) gemessen. Versuchszeitraum war Januar bis April.

#### Ergebnisse

Die erzielten hohen Mast- und Schlachtleistungen v.a. bei der 2-Phasenfütterung (891 g tägliche Zunahmen, plus 4 %, 2,7 Futteraufwand – minus 5 %) zeigen, „Phasenfütterung“ funktioniert überall und immer. Die erwarteten Umwelt- und Kostenvorteile (12 % weniger Ammoniak, minus 6 % Futterkosten) traten ein. Die Emissionen aus der Schweinehaltung konnten deutlich reduziert werden. In Tab. 27 sind die Wasser-, Gülle- und Schadgasdaten dargestellt.

Tab. 27: Gülleinhaltsstoffe und NH<sub>3</sub>-Gehalte in der Stallluft bei Universalmast und Phasenfütterung im Winter

Güleinhaltsstoffe/m <sup>3</sup>		2-Phasenfütterung	Universalmast
Wasser/Mastschwein (Nippeltränken)	l/Tag	0,48	0,43
Gülle/Mastschwein	m <sup>3</sup>	0,38	0,39
Trockenmasse	%	6,3	5,5
Güleinhaltsstoffe bei 5 % T			
N-gesamt	kg	5,8	6,6
NH <sub>4</sub> -N	kg	4,5	5,4
K <sub>2</sub> O	kg	2,8	2,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	2,4	2,4
Cu	g	5,6	5,3
Zn	g	34,8	33,5
NH <sub>3</sub> in der Stallluft			
Tierbereich, manuelle Messung	ppm	17,7	19,7
NH <sub>3</sub> , Abluft, manuelle Messung	ppm	20,7	24,5
Tierbereich, automatische Messung	%	100	118
Abluft, automatische Messung	%	130	154

Zur Versuchstechnik - hier musste über 2 Jahre die gesamte online-Messtechnik für die Schadgase in der Stallluft entwickelt, getestet und mit „Handmessungen“ (Abb. 52) validiert werden. Die Technik „steht“ nicht, zumindest nicht für den Routinebetrieb!

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier, S. Reindler, M. Amersbach, W. Bonkoß (ILT)

Laufzeit: 01/2011 – 05/2012

### 3.2.5.2 Auswirkungen einer N-reduzierten Mastschweinefütterung auf Stallluft und Gülle unter Sommerbedingungen



Abb. 53: Mastabteil mit automatischer Schadgasmessung

#### Zielsetzung

Vor dem aktuellen Hintergrund der Emissionsberichterstattungspflicht für Schweinehalter und dem Stichwort „Emissionsinventar“ rückt die N-/P-reduzierte Fütterung von Mastschweinen immer mehr in den Fokus. Denn wer die Eiweißversorgung seiner Tiere möglichst nahe am Bedarf ausrichtet, entlastet die Umwelt, unterstützt die Tiergesundheit, optimiert die Stallluft für Mensch und Tier und senkt dabei zwangsläufig die Futterkosten. In

der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb die in Schwarzenau übliche Phasenfütterung mit einer Universalmast auf die Schadgasgehalte in der Stallluft (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) sowie auf die Inhaltsstoffe der Gülle bei Winterbedingungen untersucht werden.

### Methoden

Der Versuch lief bis zu einem angestrebten Mastendgewicht von ca. 115 kg. Für den Versuch wurden 224 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf zwei Behandlungsgruppen (Universalmast, Phasenfütterung) aufgeteilt. Zu Versuchsbeginn hatten die Tiere eine mittlere Lebendmasse von 34 kg. Der Versuch fand in zwei Abteilen mit automatischer Schadgasmessung statt (Abb. 53). Dort wurden sie in 8 Buchten mit jeweils 28 Tieren gehalten. Die Futterzuteilung erfolgte für jede Bucht über eine Meyer-Lohne-Flüssigfütterungsanlage. Die Lebendmassen wurden am Einzeltier alle drei Wochen erfasst. Während der Mast wurden die Schadgaskonzentrationen zusätzlich auch mittels Kurzzeitprüfröhrchen gemessen. Versuchszeitraum war Mai bis August.

### Ergebnisse

Mit 863 bzw. 878 g tägliche Zunahmen wurde ein hohes Leistungsniveau erreicht. In Tab. 28 sind die wesentlichen Schadgas- und Gölledaten bei Sommerbedingungen dargestellt

Tab. 28: Gölleinhaltsstoffe und NH<sub>3</sub>-Gehalte in der Stallluft bei Universalmast und Phasenfütterung im Sommer

Gölleinhaltsstoffe/m <sup>3</sup>		2-Phasenfütterung	Universalmast
Wasser/Mastschwein (Nippeltränken)	l/Tag	2,0	2,3
Gölle/Mastschwein	m <sup>3</sup>	0,46	0,49
Trockenmasse	%	5,7	4,1
<b>Gölleinhaltsstoffe bei 5 % T</b>			
N-gesamt	kg	5,8	7,7
NH <sub>4</sub> -N	kg	4,7	6,5
K <sub>2</sub> O	kg	3,0	3,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	2,7	28
Cu	g	6,0	6,9
Zn	g	37,4	43,3
<b>NH<sub>3</sub> in der Stallluft</b>			
Tierbereich, manuelle Messung	ppm	14,8	14,8
NH <sub>3</sub> , Abluft, manuelle Messung	ppm	15,4	17,6
Tierbereich, automatische Messung	%	100	76
Abluft, automatische Messung	%	104	119

*Zur Versuchstechnik - hier musste über 2 Jahre die gesamte online-Messtechnik für die Schadgase in der Stallluft entwickelt, getestet und mit „Handmessungen“ (Abb. 52) validiert werden. Die Technik „steht“ nicht, zumindest nicht für den Routinebetrieb!*

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier, S. Reindler, M. Amersbach, W. Bonkoß (ILT)

Laufzeit: 05/2011 – 09/2012

### 3.3 Wasser

Die tiergerechte Wasserversorgung genießt im Tierschutzrecht auf internationaler und nationaler Ebene einen hohen Stellenwert. Laut Tierschutz-Nutztierverordnung müssen die Haltungseinrichtungen so beschaffen sein, dass jedes Tier Zugang zu einer ausreichenden Menge Wasser hat und dass Verunreinigungen des Wassers sowie Auseinandersetzungen zwischen den Tieren auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Alle Schweine müssen jederzeit Zugang zu Wasser in ausreichender Menge und Qualität haben. Mangelt es an der Verfügbarkeit, der Temperatur oder der Qualität des Wassers, hat das negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit und das Tierwohl und letztendlich auf das Leistungsniveau der Tiere. Die Schweine benötigen Wasser zur Temperaturregulation und für den Nährstofftransport im Blut: Es ist wichtiger Bestandteil in verschiedenen Körperflüssigkeiten und an vielen Stoffwechselprozessen in den Zellen beteiligt.

In der Schweinehaltung wird aber nicht nur Tränkwasser verbraucht, sondern es fallen auch Fütterungs-, Reinigungs- und Kühlwasser in großen Mengen an. Letztgenannte werden zum Prozesswasser (KTBL, 2012) zusammengefasst. In der Praxis werden diese Faktoren eher selten berücksichtigt, denn aus betriebswirtschaftlichen Gründen ist lediglich der Gesamtverbrauch von zentraler Bedeutung. Um die Tiergesundheit und das Tierwohl und damit auch die wirtschaftliche Situation in den Betrieben zu optimieren, ist es wichtig Kennzahlen zum Wasserbedarf, wie sie z. B. in KTBL-Heft 82 zusammengestellt sind, zu kennen und zu kontrollieren. Zu diesem Zweck wurden im Verlauf des Projektes im Ausbildungs- und Versuchszentrum in Schwarzenau in jedem Abteil Wasserzähler (Abb. 54) eingebaut.

Nach ihrem Einbau wurden einzelne Wasseruhren zunächst auf ihre Genauigkeit hin überprüft. Dazu wurde vorab der Zählerstand kontrolliert, anschließend wurden 100 Liter Wasser aus dem Wasserhahn in das entsprechende Abteil abgelassen und mit dem Wasserzähler abgeglichen, die überprüften Wasseruhren funktionierten einwandfrei. Wöchentlich wurden nun sämtliche Wasseruhren im Versuchsbereich abgelesen und mit den Tierzahlen in den jeweiligen Buchten verknüpft. Dieses Vorgehen wurde Zug um Zug auf die gesamte Anlage ausgedehnt, wobei die Wasserzähler dann täglich ausgelesen wurden. In die Fütterungsanlagen mit Flüssigfütterung/Spot-Mix wurden separate Wasseruhren installiert. Außerdem gibt es einen Gesamtwasserzähler für die gesamte Anlage bzw. für die einzelnen Ställe.



Abb. 54: Wasseruhr für das Tränkwasser im Ferkelabteil F 2

### 3.3.1 Wasserverbrauch 2010

Im Monat November 2010 lag der Wasserverbrauch im Bereich der Fütterungsversuche bei den in Tab. 29 angeführten Werten. Die nahezu gleichen Zahlen für Ferkel und Mastschweine bezüglich des Wasserverbrauches (5,3 – 5,6 l/Tier/Tag) beruhen auf der extrem kurzen Messstrecke von nur einem Monat. Darüber hinaus war das betreffende Mastabteil mit den MLP-Stationen mit sehr jungen Mastschweinen bestückt (Einstellung Ende Oktober 2010), während in den Ferkelabteilen nur die letzten zwei Aufzuchtwochen und somit sehr schwere Ferkel in die Auswertung einbezogen wurden. Eine klare Aussage zum Wasserverbrauch 2010 ist aus den damals vorliegenden Daten nicht möglich. In den Folgejahren wurden die Wasserverbrauchszahlen weiter präzisiert.

Tab. 29: Wasserverbrauch in den Versuchsabteilen (November 2010)

	<b>Tiere (n)</b>	<b>Tränkewasser (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Futterwasser (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Verbrauch (l/Tier/Tag)</b>
Mast, MLP-Stationen	93	14,650	-	5,25
Mast, Flüssigfütterung	185	5,223	<sup>1)</sup>	0,94
Ferkel, MLP-Stationen <sup>2)</sup>	72	4,447		5,61
Ferkel, Spotmix <sup>3)</sup>	192	8,585	8,843	5,34
Tragende Sauen	70	19,220		9,15

<sup>1)</sup> Differenzierung in Tränke- und Futterwasser noch nicht möglich

<sup>2)</sup> Belegdauer 11 Tage

<sup>3)</sup> Belegdauer 17 Tage

### 3.3.2 Wasserverbrauch 2011

Im Jahr 2011 wurden weitere Wasserzähler nachgerüstet. Diese wurden nun täglich von Hand ausgelesen. Die Vernetzung der Wasseruhren wurde bis zum Ende des Jahres 2011 nicht in der gewünschten Qualität durch die beauftragte Firma auf die Reihe gebracht. Folgende erste Ergebnisse ließen sich 2011 ableiten.

Im Jahr 2011 wurden insgesamt 6.798,6 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht. Der tägliche Gesamtwasserverbrauch von 18,7 m<sup>3</sup> beinhaltet 15,6 m<sup>3</sup> Tränke- und Futterwasser sowie 3,1 m<sup>3</sup> „Restwasser“, das keinem Wasserzähler zuzuordnen war. Dieses „Restwasser“ wird in Abb. 55 als Brauchwasser beschrieben. Es beinhaltete vor allem Waschwasser und Wasser, das keinem Produktionszweig zugeordnet werden konnte, wie z. B. Wasser für Duschen, Toiletten, Spülmaschine etc. In der KTBL-Datensammlung wird hierfür der Begriff „Prozesswasser“ angeführt. Inklusive Wasser für Duschen, Toiletten, Spülmaschine etc. lag das Prozesswasser bei etwa 16 % des täglichen Wasserverbrauches. Das KTBL kalkuliert je nach Produktionszweig mit einem Anteil des Prozesswassers von 3 % (Schweinemast), 10 % (Ferkelaufzucht) und 6 % (Zuchtsauen). Durch zahlreiche Lehrgänge (überbetriebliche Ausbildung, landwirtschaftliche Fachschulen, Fachseminare, Führungen etc.) muss in Schwarzenau ein höherer Anteil für Duschen und Toiletten angesetzt werden, was den hohen Anteil erklären würde.

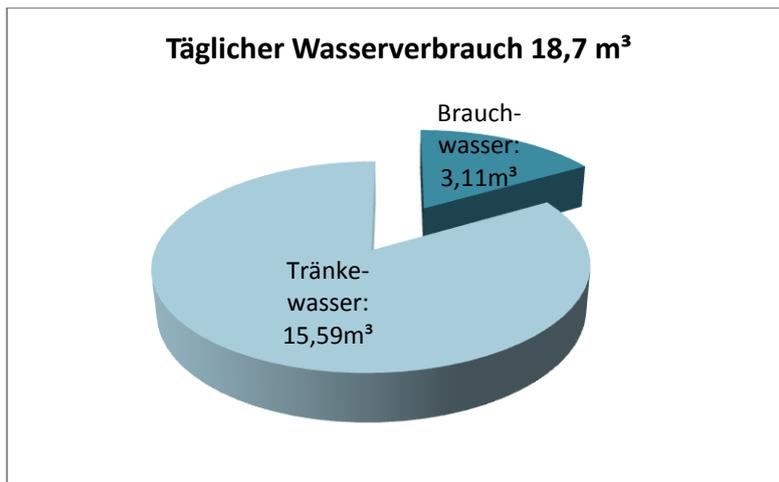


Abb. 55: Täglicher Wasserverbrauch aufgliedert in Tränke- und Futterwasser, sowie Brauchwasser

Der durchschnittliche reine Tränkewasserverbrauch pro Tag ohne Futterwasser lag bei 6,4 m<sup>3</sup>. Dieser ließ sich in die Produktionseinheiten Zuchtsauen, Ferkelaufzucht und Mast aufgliedern. Dabei ergab sich ein täglicher Wasserverbrauch von 3,4 m<sup>3</sup> in der Sauenhaltung, 1,8 m<sup>3</sup> in der Ferkelaufzucht und 1,2 m<sup>3</sup> in der Mast (Abb. 56).

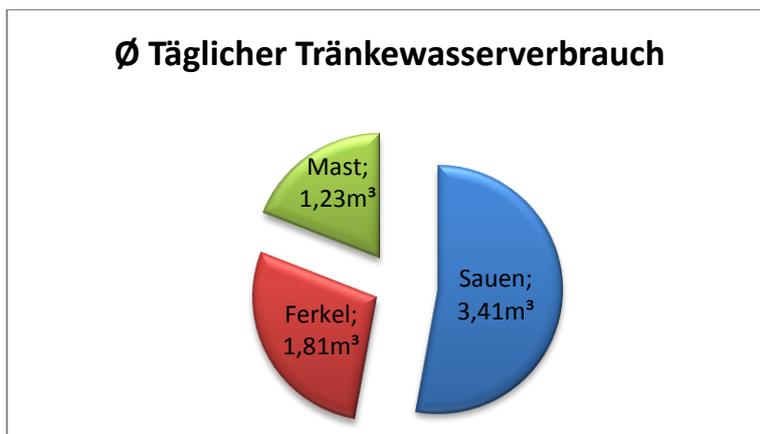


Abb. 56: Täglicher Tränkewasserverbrauch

Im Jahr 2011 wurde außerdem ein Versuch zur suboptimalen Wasserversorgung durchgeführt. Hierbei wurden Ferkelgruppen mit verschiedenen Wasserdurchflussmengen versorgt. Im ersten Durchgang waren die Tränkenippel in einer Gruppe auf 0,2 Liter pro Minute, in der zweiten Gruppe auf 0,5 Liter pro Minute eingestellt. Aus gesundheitlichen Gründen - alle Ferkel hatten Husten – musste der Versuch frühzeitig beendet werden. Die erniedrigte Durchflussrate von nur 0,2 l/min führte nämlich nach der Wassermedikation zu Verstopfungen der Tränkenippel. In weiteren Durchgängen wurde dieser Versuch wiederholt, allerdings wurden die Tränken auf 0,5 und 1,0 Liter Wasser pro Minute eingestellt. Für diese Versuche wurden separate Versuchsberichte erstellt.

### 3.3.3 Wasserverbrauch 2012

Anfang des Jahres wurden die ersten Wasseruhren vernetzt und bis Mitte des Jahres folgten auch die restlichen, so dass nun alle Wasserzähler zusammen monatlich abgerufen werden konnten. Die Daten wurden dann je nach Bedarf weiterverarbeitet. Der tägliche reine Tränkwasserverbrauch aus den Nippeltränken (ohne Wasser übers Futter) lag 2012 bei 6,9 m<sup>3</sup>. Davon wurden getrennt nach Produktionseinheiten täglich 3,6 m<sup>3</sup> im Sauen-, 2,1 m<sup>3</sup> im Ferkel- und 1,2 m<sup>3</sup> im Mastbereich verbraucht (Abb. 57)

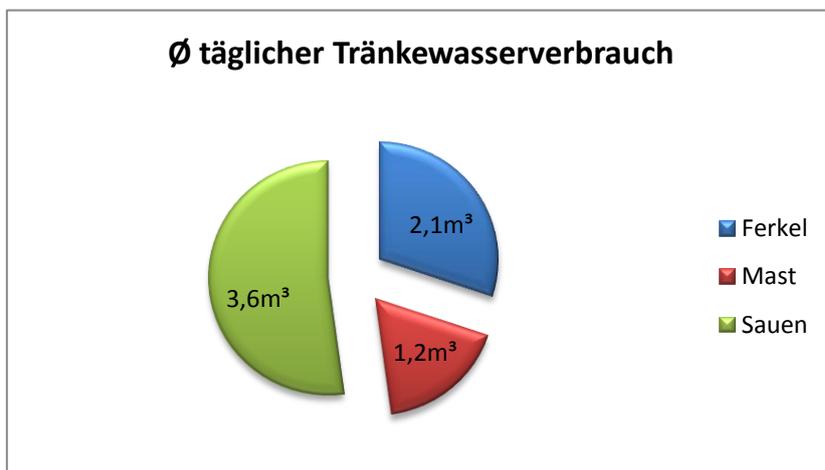


Abb. 57: Ø täglicher Tränkwasserverbrauch 2012

In der gesamten Anlage wurden in 2012 6.218 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht, davon 2.277 m<sup>3</sup> im Sauenbereich, 1.390 m<sup>3</sup> in der Ferkelaufzucht und 2.252 m<sup>3</sup> in der Mast (Tab. 30). Dazu kommen noch 106 m<sup>3</sup> für die Einweichanlage und 218 m<sup>3</sup> für Duschen und Toiletten.

Tab. 30: Gesamter Wasserverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten

	Tränkwasser m <sup>3</sup>	Wasser übers Futter m <sup>3</sup>	Waschwasser m <sup>3</sup> /%	Gesamt m <sup>3</sup>
Sauen	1.328	637	312 / 13,7	2.277
Ferkel	766	417	207 / 14,9	1.390
Mast	451	1.702	99 / 4,4	2.252
gesamt	2.545	2.756	618 / 10,4	5.919

Verglichen mit den KTBL-Angaben (Prozesswasser von 3 % - Schweinemast, 10 % - Ferkelaufzucht und 6 % - Zuchtsauen) war auch in 2012 der Anteil des Prozess- bzw. Waschwassers im Fachzentrum Schwarzenau mit einem Anteil von 10 % eher hoch. Der erhöhte Zusatzwaschwasserverbrauch lässt sich mit der besonderen Aufgabenausrichtung der Anlage begründen – die Besucher wollen/sollen saubere Ställe sehen. Der Wasserverbrauch für die Duschen und Toiletten konnte 2012 separat erfasst werden.

Aus den im laufenden Jahr ermittelten Tierzahlen, lassen sich die Gesamtwasserverbräuche (Tränkenwasser/Futterwasser/Waschwasser) pro Tier und GV errechnen. Während für eine GV „Sauen“ (Warte-/Abferkelsauen inkl. Saugferkel) 18,2 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht wurden, reicht in der Ferkelaufzucht (5,5 m<sup>3</sup>/GV) und der Mast (5,6 m<sup>3</sup>/GV) weniger als ein Drittel aus (Tab. 31). Die säugende Sau erbringt Höchstleistungen, braucht viel

„Kühlwasser“ für den Stoffwechsel und zur Wärmeabgabe und transferiert sehr viel Wasser über die Milch an die Ferkel weiter.

Tab. 31: Wasserverbrauch 2012 nach Produktionseinheiten pro Tier und GV

		<b>Sauen</b>	<b>Ferkel</b>	<b>Mast</b>
<b>Tränkwasser (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>1.328</b>	<b>766</b>	<b>451</b>
	Pro Tier	4,3	0,09	0,17
	Pro GV	10,6	3,0	1,1
<b>Wasser übers Futter (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>637</b>	<b>417</b>	<b>1.702</b>
	Pro Tier	2,0	0,05	0,6
	Pro GV	5,1	1,7	4,2
<b>Σ Tränkwasser (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>1.965</b>	<b>1.183</b>	<b>2.153</b>
	Pro Tier	6,3	0,14	0,77
	Pro GV	15,7	4,7	5,3
<b>Waschwasser (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>312</b>	<b>207</b>	<b>99</b>
	Pro Tier	1,0	0,025	0,04
	Pro GV	2,5	0,8	0,25
<b>Gesamt (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Gesamt</b>	<b>2.277</b>	<b>1.390</b>	<b>2.252</b>
	Pro Tier	7,3	0,17	0,81
	Pro GV	18,2	5,5	5,6

Setzt man den Verbrauch an Wasser pro Tier (Tränkwasser plus Futterwasser) in den einzelnen Produktionsrichtungen in Beziehung zu dem Verbrauch an Futter aus Tab. 11, so ergeben sich im Jahresmittel für eine Zuchtsau 6,3 m<sup>3</sup> pro 1,03 t Futter bzw. 6,1 l Wasser pro kg Futter. In der KTBL-Datensammlung 2012/13 findet sich ein futterbezogener Wasserbedarf von 3,5 l/kg Futter mit einer Spanne von 3-4 l/kg für leere und tragende Sauen und von 6,5 l/kg Futter mit einer Spanne von 5-8 l/kg für säugende Sauen. Der ermittelte futterbezogene Wasserverbrauch von 6,1 l/kg Futter im „Sauenmix“ liegt somit um ca. 25 % über den KTBL-Werten von 4,9 l/kg Futter (3,9 – 5,8 l/kg). Die Sauen in Schwarzenau sind sicher schwerer (Schnitt: 243 kg LM) als die aus der KTBL-Erhebung aus den letzten 10-15 Jahren (ca. 210 kg LM). Außerdem war das Leistungsniveau in Schwarzenau wahrscheinlich 10 – 20 % höher als das der Tiere aus der KTBL-Literaturzusammenstellung.

Beim Ferkel errechnet sich bei 140 l Wasser- und 40 kg Futtermittelverbrauch ein futterbezogener Wasserverbrauch von 3,5 l/kg Futter. Die KTBL-Datensammlung 2012/13 kalkuliert hier mit 3,0 l/kg – ca. 15 % unter Schwarzenau - bei einer Spanne von 2,5-3,2 l/kg Futter. Anzuführen ist, dass das KTBL von einem Endgewicht von 28 kg LM ausgeht, Schwarzenau hatte 2012 ca. 32 kg Endgewicht.). Die KTBL-Angaben passen also mehr zu den norddeutschen/holländischen/dänischen Ferkelverkaufsgewichten.

Im Mittel der Mast gibt das KTBL einen futterbezogenen Wasserbedarf von 3,0 l/kg Futter mit einer Spanne von 2,5-3,5 l/kg Futter an. In der vorliegenden Untersuchung errech-

net sich aus Tab. 11 und Tab. 31 ein futterbezogener Wasserbedarf von 3,1 l/kg Futter (770 l m<sup>3</sup> Wasser/250 kg Futter). Hier passen KTBL und Schwarzenau zusammen.

Aus den Daten wurden Durchschnittswerte für den Verbrauch pro Produktionseinheit bzw. je Tier und Tag abgeleitet (Tab. 32).

Tab. 32: Wasserverbrauch pro Tier bzw. GV und Tag

	l/Tier/Tag	l/GV/Tag
Sauen	20	50
Ferkel	3,5	119
Mast	6,75	46,6

Insbesondere in der Mast war ein Unterschied zwischen Winter- und Sommermonaten zu erkennen. Im Winter verbrauchte ein Mastschwein zusätzlich zum Wasser aus der Flüssigfütterung durchschnittlich 0,6 Liter. Im Sommer war es die dreifache Menge. In Exaktversuchen wurde im Sommer sogar die fünffache Menge gegenüber einem vergleichbaren Winterdurchgang gemessen (vgl. Abb. 58).

Mastschweine mit Trockenfütterung (Abrufstationen) nahmen im Mittel 5,2 Liter Wasser pro Tag auf.

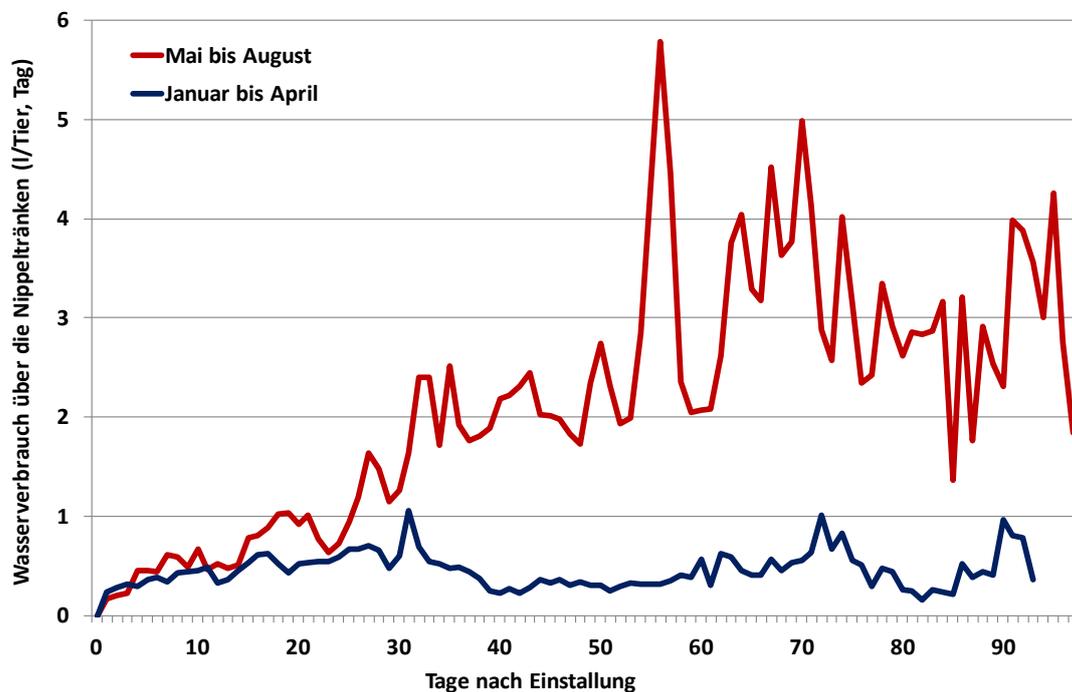


Abb. 58: Täglicher Tränkwasserverbrauch über die Nippeltränken bei Flüssigfütterung im Winter und Sommer

In der Ferkelaufzucht nahmen Ferkel, die ausschließlich trocken gefüttert wurden, durchschnittlich 2,8 Liter Wasser pro Tag über die Nippeltränke auf.

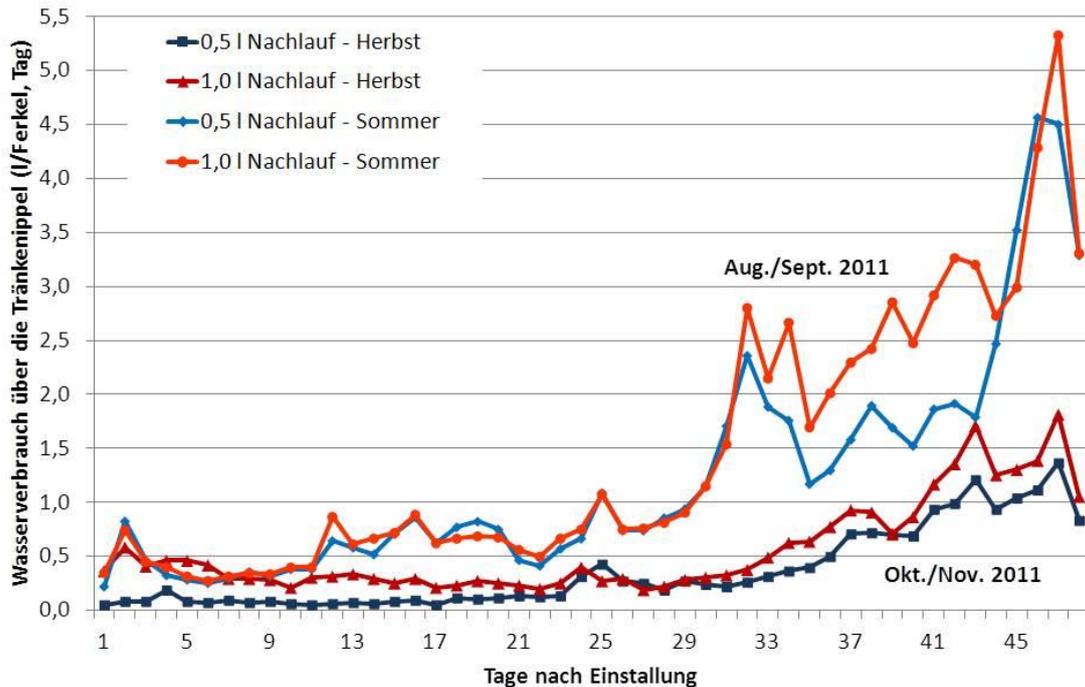


Abb. 59: Täglicher Tränkwasserverbrauch über die Nippeltränken bei Spot-Mix-Fütterung (flüssig) im Sommer und Herbst

Bei der Flüssigfütterung betrug die tägliche Zusatzwasseraufnahme über die Nippeltränken etwa 1,7 Liter pro Ferkel. Wie in der Mast konnte auch in der Ferkelaufzucht in Exaktversuchen ein Einfluss der Jahreszeit auf den Wasserverbrauch aus den Nippeltränken bei Spotmix-Fütterung (flüssig) beobachtet werden (Abb. 59).

Die angeführten Werte beim Ferkel von 2,8 l pro Tier und Tag bei Trocken- und 1,7 l pro Tier und Tag bei Flüssigfütterung geben die mittleren Wasseraufnahmen aus den Nippeltränken wider.

In Tab. 33 wird die Wasseraufnahme bei unterschiedlichen Fütterungsbedingungen und in verschiedenen Jahreszeiten detaillierter angegeben. Bei Flüssigfütterung belief sich der Wasserverbrauch über die Tränken von 0,46 l bis zu 2,85 l pro Tier und Tag. Auffällig ist wie schon beim Futterverzehr, -und das läuft ja auch parallel, dass der tägliche Futterwasserverzehr extrem schwanken kann. Bei den Abrufstationen und Breifutterautomaten lag der Tränkenippelzusatzwasserverbrauch zwischen 2,19 und 3,39 l/Tier, Tag. Der extrem hohe Zusatzverbrauch von 5,55 l pro Tier und Tag wurde während eines Versuches mit schwanz- und nicht schwanzküperten Ferkeln des Institutes für Tier und Technik gemessen -bei hohen Stalltemperaturen (Mai/Juni).

Tab. 33: Wasserverbrauch in ausgewählten Ferkelaufzuchtabteilen

Abteil	Jahreszeit	Tränkewasser l/Tier/Tag	Wasser übers Futter l/Tier/Tag	Gesamt l/Tier/Tag
F 1.1/1.2, Spot- mix, Kurztrog	Feb./Mrz.2011	1,23	1,61	2,84
	Apr./Mai 2011	2,00	1,84	3,84
	Juni/Juli 2011	2,85	1,95	4,80
	Aug./Sept. 2011	1,34	1,85	3,19
	Okt./Nov. 2011	0,46	2,46	2,92
	Dez. 11/Jan. 12	1,14	2,37	3,51
	Feb./Mrz.2012	1,58	1,52	3,10
	Juli/Aug. 2012	0,97	2,56	3,53
	Sept./Okt. 2012	2,42	1,45	3,87
	Nov./Dez. 2012	1,19	2,27	3,46
F 2 Abrufstation	Dez. 10/Jan. 11	3,38	--	3,28
	Feb./Mrz. 2011	2,48	--	2,48
	Apr./Mai. 2011	2,64	--	2,64
	Dez. 11/Jan. 12	3,39	--	3,39
	Mai/Juni 2012	2,74		2,74
F5 Breifutterauto- mat	Mai/Juni 2012	5,55		5,55*
	Okt./Nov. 2012	3,03		3,03
F6 Breifutterauto- mat	Mai/Juni 2012	2,19		2,19

\*) Versuch mit nicht schwanzkupierten Ferkeln (ILT)

In der Sauenhaltung konnte die Wasseraufnahme 2012 in die Einheiten Abferkelstall, Deckzentrum und Wartestall aufgliedert werden (Tab. 34). Der Anteil des Wasser, der über das Futter aufgenommen wurde (Spot-Mix), konnte 2012 nur im Abferkelstall des Versuchsbereichs exakt ermittelt werden, da alle anderen Fütterungsanlagen über eine gemeinsame Wasseruhr liefen. Dort verbrauchte eine Sau durchschnittlich 29 l/Tag und damit 5,5 l/kg Futter (inkl. Zusatztränken). Im Deckstall konnte nicht zwischen Tränke- und Futterwasser unterschieden werden, da das Tränkewasser ebenfalls aus dem Trog aufgenommen wird.

Tab. 34: Wasserverbrauch in den einzelnen Produktionsrichtungen (l/Tier/Tag)

	Wasser über Tränken		Wasser über Futter	Gesamt	Tabelle Grub	KTBL (2012)
<b>Sauen</b>						
Abferkelstall	13,9		15,1	29,0	15,0 – 40,0	37,0 (35,0-40,0)
Deckstall	10,4		(9 -12)	21		
Wartestall	9,3		(10 – 14)	23		
<b>Ferkel</b>						
Abrufstationen	2,4		--	2,4	1,0 – 3,0	2,0 (1,0-4,0)
Spotmix	1,7		2,1	3,8		
<b>Mast</b>						
Abrufstationen	5,2		--	5,2	3,0 - 11,0	8,0 (5,0-11,0)
	Winter	Sommer				
Fließfütterung	0,6	1,9	4,8	5,4/6,7		

Verglichen mit den KTBL-Werten in Liter pro Tier und Tag lagen die in Schwarzenau ermittelten Wasserverbräuche für Ferkel und Mastschweine im angegebenen Bereich. Während der Verbrauch der Ferkel mit durchschnittlich 3,8 l/Tier und Tag knapp unterhalb des oberen KTBL-Schwellenwertes angesiedelt war, waren die Verbrauchszahlen beim Mastschwein mit im Schnitt 6,0 l Wasser/Tier und Tag im unteren Bereich der KTBL-Angaben. Bei den Sauen liegt KTBL deutlich höher. Bei tragenden und leeren Sauen wurde mit rund 10 l/Tier und Tag nicht einmal die Hälfte des unteren Grenzwertes der KTBL-Angaben erreicht. In diesen Stallbereichen konnte das über das Futter verabreichte Wasser nicht exakt erfasst werden. Da über die Spot-Mix –Anlage rund 3-4 kg Futter je Tier verabreicht wurden, ist zumindest im Deckbereich von weiteren 9 - 12 l Wasser pro Tier und Tag auszugehen. Dies gilt analog auch für die Abrufstationen in den Wartebereichen. Der Wasserverbrauch in den Abferkelställen lag mit 29 l pro Tier und Tag unter der unteren KTBL-Grenze (35 l/Sau/Tag).

**Fazit:** Die Ermittlung der Wasserverbräuche getrennt nach Ställen/Produktionseinheiten/Abteilen/Buchten/Tränkestellen/Fütterungssystemen/Wasch-, Futter-, Tränken-, Prozesswasser, ... ist eine Sysiphusaufgabe- weit schwieriger als die wohnheitengerechte Wasserverbrauchsaufstellung in einem Hochhaus. Die Vorarbeiten und Rüstzeiten in der Anlage Schwarzenau waren enorm, automatische Wassererfassungssysteme für Schweineställe „von der Stange“ gibt es nicht. Hier wäre noch ein wichtiges Betätigungsfeld für die „Techniker“, denn der tägliche Wasserverbrauch bzw. Wasserverbrauchsabfall im Stall oder in einer Bucht könnte indirekt das Tierwohl beschreiben und als Warngröße für kommende Störungen (Futterverweigerung/Krankheiten-Fieber, Kannibalismus...) dienen. Die Anfangsjahre 2010 und 2011 des vorliegenden Projektes waren deshalb „Lernjahre“, nur wenige Daten daraus sind nutzbar. Der „Restwasserverbrauch“ in Schwarzenau (Waschwasser, Duschen, Küche, Toiletten...) ist wegen des Lehrgangs- und Besucherbetriebes gegenüber normalen landwirtschaftlichen Betrieben stark erhöht. Dies wirkt sich natürlich auf den Güllemengenanstieg bzw. Gülle T-Gehalt durch das Waschwasser aus.

## Wertung und Hinweise für die Praxis:

- Über die Langzeitmessung des Wasserverbrauches können konkrete und nachprüfbare Zahlen für den Tränkwasserverbrauch nach den einzelnen Produktionsrichtungen (Zuchtsauen, Ferkel, Mastschweine), mit oder ohne Flüssigfütterung, erhalten werden.
- Die ständige Kontrolle des Tränkwasserverbrauches in einem Stall/Abteil gibt Hinweise auf den Gesundheitsstatus/Leistungsstatus der Tiere und hilft bei der Bestandsüberwachung.
- Zu niedrige Wasserdurchflussraten sind insbesondere bei Medikation über das Wasser sehr problematisch.
- In der Anlage Schwarzenau wurden in 2012 5919 m<sup>3</sup> Gesamtwasser (Futterwasser plus Tränkwasser plus Waschwasser) bzw. 21 m<sup>3</sup> pro Durchschnitts-GV verbraucht.
- Nur Tränkwasser (ohne Waschwasser) kamen 5301 m<sup>3</sup> bzw. 18,8 m<sup>3</sup> pro GV zusammen.
- Pro Tag wurden damit 16,2 m<sup>3</sup> Gesamtwasser (plus Waschen, nicht Duschen...) bzw. 14,5 m<sup>3</sup> Tränkwasser aus dem Kommunalnetz abgezapft.
- Die Zahlen nur für die säugenden Sauen inkl. Saugferkel in der Abferkelbucht sehen folgendermaßen aus: Täglicher durchschnittlicher Gesamtwasserverbrauch 29 l (20 – 45 l/Tag) bzw. 5,5 l/kg Säugefutter bzw. 0,14 l/kg LM.  
Hochrechnung: 2,7 m<sup>3</sup>/Säugesau/Jahr.
- Für Wartesauen (22 l/Tag bzw. 6,2 l/kg Futter bzw. 3,6 m<sup>3</sup>) und leere Sauen im Deckstall (21 l/Tag bzw. 6,0 l/kg Futter bzw. 0,7 m<sup>3</sup>) bzw. Wartesauen insgesamt 22 l/Tag oder 6,0 l/kg Futter oder 4,3 m<sup>3</sup> gesamt oder 0,11 l/kg LM. Es konnten nur Tränkwasserverbräuche getrennt erfasst werden. Hier müssten noch ca. 15 % Waschwasser drauf gepackt werden, will man den Gesamtverbrauch ansprechen – also 25 l/Wartesau/Tag bzw. gesamte Wartezeit und Jahr 7,3 m<sup>3</sup>. KTBL gibt hier dazu passend auch 25 l/Sau/Tag (22 bis 28 l inkl. 10 % Waschwasser) an.
- Die Zahlen für die tragenden und säugenden Sauen inkl. Saugferkel sehen folgendermaßen aus: 10,0 m<sup>3</sup>/Sau/Jahr Tränkwasser bzw. 11,5 m<sup>3</sup> Gesamtwasser/Sau/Jahr (plus Waschen) bzw. 8 l Tränkwasser/kg Futter (KTBL: 4,9 l/kg Futter von 3,9 bis 5,8) bzw. 9,2 l Gesamtwasser/kg Futter bzw. 21,5 l/Tag Tränkwasser bzw. 24,7 l/Tag Gesamtwasser bzw. 0,11 l/kg LM Tränkwasser bzw. 0,12 l/kg LM Gesamtwasser.
- Die Zahlen für die Ferkelaufzucht (8 – 32 kg LM) sehen folgendermaßen aus: 140 l/Ferkel bzw. 3,3 l/Tag bzw. 0,18 l/kg LM Tränkwasser bzw. 170 l Gesamtwasser/Ferkel (plus Waschen) bzw. 4 l/Tag bzw. 0,21 l/kg LM bzw. 910 l/Platz Tränkwasser bzw. 1105 l Gesamtwasser/Ferkelaufzuchtplatz bzw. 3,5 l Tränkwasser/kg Futter bzw. (KTBL: 3,0 l/kg Futter, von 2,5 bis 3,2 l/kg) bzw. 4,3 l Gesamtwasser/kg Futter bzw. 3,5 l/Tag/Ferkel Tränkwasser bzw. 4,3 l/Tag/Ferkel Gesamtwasser.
- Zusammenschau für die Sauen inkl. Ferkelaufzucht (n = 25 Ferkel): 13,5 m<sup>3</sup>/Sau/Jahr Tränkwasser bzw. 15,75 m<sup>3</sup> Gesamtwasser/Sau/Jahr (plus Waschen) bzw. 6,0 l Tränkwasser/kg Futter bzw. 7,0 l Gesamtwasser/kg Futter bzw. 37 l/Sau//Tag Tränkwasser (inkl. Ferkel) bzw. 43,2 l/Tag Gesamtwasser (Pro Sau plus 25 Aufzuchtferkel).
- Ferkelerzeuger mit 300 Sauen - Hochrechnung auf 300 produktive Sauen inkl. 25 aufgezogene Ferkel: Tränkwasserbedarf/Jahr – 4050 m<sup>3</sup>, Gesamtwasserbedarf/Jahr – 4725 m<sup>3</sup>.
- Die Zahlen für die Mastschweine (30 - 120 kg LM) sehen folgendermaßen aus: 770 l/Mastschwein Tränkwasser bzw. 810 l Gesamtwasser/Mastschwein (plus Waschen) bzw. 2156 l/Platz Tränkwasser bzw. 2268 l Gesamtwasser/Mastplatz bzw. 3,1 l Tränkwasser/kg Futter (KTBL: 3,0 l/kg Futter, von 2,5 bis 3,5 l/kg) bzw. 3,3 l Ge-

- samtwasser/kg Futter bzw. 6,8 l/Tag oder 0,09 l/kg LM Tränkwasser bzw. 7,2 l/Tag oder 0,10 l/kg LM Gesamtwasser.
- Mastbetrieb mit 2500 Mastplätzen/3 Umtriebe - Hochrechnung auf 7500 erzeugte Mastschweine: Tränkwasserbedarf/Jahr – 5775 m<sup>3</sup>, Gesamtwasserbedarf/Jahr – 6075 m<sup>3</sup>.
  - Kombiniertes Betrieb mit 300 Sauen und 7500 erzeugte Mastschweine - Tränkwasserbedarf/Jahr – 9825 m<sup>3</sup>, Gesamtwasserbedarf/Jahr – 10800 m<sup>3</sup>.
  - Im Sommer verbrauchen Schweine bis zu 5-fach mehr Zusatzwasser über die Tränkenippel als im Winter bzw. bis 50 % mehr Wasser Tageswasser bzw. bzw. bis zu 50 % mehr Wasser/kg Futter.
  - Mastschweine mit Trockenfütterung verbrauchten statt 3,1 kg Tränkwasser/kg Futter nur 2,6 l/kg – ca. 15 % weniger. Inwieweit sich „Spritzverluste“ in der Flüssigfütterung gegenüber „Sabberverlusten“ in der Trockenfütterung aufheben, ist nicht bekannt, - auch nicht, ob und wie weit etwaige Minderleistungen bei Trockenfütterung (nicht Brei-) die Futter- und Wasseraufnahme drücken.
  - Der Zusatzwasserverbrauch aus den Tränkenippeln zum Futterwasser (Fließfutter, Breifutter, Spotmix) kann von sehr gering (Winter, Krankheit, niedrige T-Gehalte im Futter, wässrige Komponenten, Zugluft, ...) bis sehr hoch (Sommer, Winter bei „geschlossenen“, trockenen Abteilen ohne Frischluft, staubige Trockenfütterung, harn-treibende Fütterung (Glycerin) ausfallen. Die täglichen Schwankungen können klein und groß sein, d.h. die Wassernachlieferung muss immer auf max. Ansprüche ausgelegt sein und funktionieren.

### 3.3.4 Exaktversuche zum Themenbereich Wasser

#### 3.3.4.1 Unterschiedlicher Wasserdurchfluss an den Nippeltränken bei Flüssigfütterung in der Ferkelaufzucht



Abb. 60: Auslitern der Tränkenippel sowie Anordnung der Nippeltränke in den Buchten

#### Zielsetzung

Bei eingeschränkter und suboptimaler Wasserversorgung reduzieren die Ferkel sehr schnell und nachhaltig die Futteraufnahme. In der Praxis werden diese „Wasserprobleme“ oft nicht erkannt und so jahrelang Leistungseinbußen in Kauf genommen. In einem Versuch sollte deshalb ein unterschiedlicher Wassernachlauf der installierten Nippeltränken bei Flüssigfütterung (Spot-mix) auf Futteraufnahme und Leistung getestet werden. In der Kontrollgruppe sollten die Tränkenippel mindestens 0,8 l/min Wassernachlauf, in der Testgruppe nur 0,5 l/min hergeben. Die Tränken wurden entsprechend ausgelitert (Abb. 60). Dies ist in etwa das Spektrum der Beratungsempfehlungen zum notwendigen Wassernachlauf beim Aufzuchtferkel.

## **Methode**

Der Versuch wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum in Schwarzenau durchgeführt. Für den Versuch wurden 192 Ferkel der Rasse Pi x (DE x DL) ausgewählt und nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht gleichmäßig auf zwei Behandlungsgruppen aufgeteilt:

- Kontrollgruppe: 1,0 l Wassernachlauf pro Minute
- Testgruppe: 0,5 l Wassernachlauf pro Minute

Die Ferkel wurden in 16 Buchten mit jeweils 12 Tieren gehalten. Die Futterzufuhr erfolgte für jede Behandlungsgruppe über eine separate Spot-mix-Fütterungsanlage und wurde breiig vorgelegt. Die Futtermengen wurden täglich pro Bucht (8 Buchten/Behandlung), die Lebendmassen wöchentlich erfasst. Die Futtermischung mit einem Ferkelaufzuchtfutter I bis 18 kg und einem Ferkelaufzuchtfutter II bis 30 kg waren in beiden Versuchsgruppen gleich. Die Versuchsdauer betrug 6 Wochen (8-30 kg LM).

## **Ergebnisse**

Bei reduziertem Wassernachlauf lagen Futterverzehr und tägliche Zunahmen deutlich niedriger als in der Kontrollgruppe. Ältere/schwerere Ferkel in der zweiten Aufzuchtphase reagieren mit stärkerem Verzehr-/Leistungsabfall als jüngere. Der Futteraufwand und die Futtermittelnutzung wurden nur wenig beeinflusst. Der Extrawasserverbrauch der Ferkel an den „Spartränken“ war deutlich vermindert (um 35 %).

*In dem Projektteil „Wasser“ beanspruchte der Einbau von gruppenspezifischen Wasserkreisläufen sowohl für das Futterwasser (Flüssigfütterung, Spot Mix, Breiautomaten...) als auch das Tränkenwasser erhebliche Zeit. Das anfängliche tägliche Ablesen zahlreicher Wasseruhren wurde bis heute nicht zufriedenstellend durch die beauftragte Firma automatisiert. Hinzukommen noch die „alltäglichen“ Störfälle an den zahllosen Wasserstellen.*

Projektbearbeitung: Dr. W. Preißinger, G. Propstmeier

Laufzeit: 05/2011 – 03/2013

## 4 Zusammenfassung/Kalkulationszahlen für die Landwirte

An Stelle einer Zusammenfassung in Worten sollen nachstehend abgeleitete Kalkulationswerte zur Nutzung bei Planungsrechnungen oder Beratungen die Ergebnisse des Projektes darstellen. Sofern vorhanden und zum Vergleich werden die aktuellen Daten der DÜV 2013, der Gruber Futterwerttabelle für Schweine 2012 sowie die KTBL-Datensammlung 2013 angefügt.

Die meisten Messtechniken zur Erfassung der Futtermittelverbräuche, des Gülleanfalls und des Wasserverbrauchs bei den verschiedenen Produktionseinheiten und Haltungsverfahren mussten erst „von Hand“ entwickelt und installiert werden. Sie wurden in der vorliegenden Arbeit deswegen ausführlich dokumentiert. Nachbesserungen dazu beim Wasserverbrauch (Datenvernetzung) und beim Gülleanfall (Wartesauen, Leersauen) sind dringend notwendig.

Nach Abschluss jedes Hauptteils (Futter, Gülle, Wasser) wurden unter „Wertung und Hinweise für die Praxis“ die wichtigsten Ergebnisse zur Praxisumsetzung zusammengefasst.

Die meisten Messungen mit sicherer Wiederholbarkeit der Ergebnisse erfolgten im abtrennbaren Bereich der Mastschweine und Ferkel. Bei den Zuchtsauen gestaltete sich die Datenerhebung weitaus schwieriger, die getroffenen Aussagen müssen in weiteren Erhebungen noch erhärtet werden.

Speziell gilt zur Datenqualität:

### ➤ Mastschweine

Die Datenqualität bei den Mastschweinen ist sehr gut, sowohl beim Futtermittelverbrauch als auch beim Gülleanfall und beim Wasserverbrauch. Hier wurden die Schwarzenauer Stallergebnisse in zahlreichen Exaktversuchen immer bestätigt. Zu den KTBL-Basisdaten, die für Planungsrechnungen und in der Beratungsarbeit mangels Alternativen bundesweit „gesetzt“ sind, bestehen zum Teil erhebliche Abweichungen. Insbesondere beim Gülle-T-Gehalt, bei den Gülleinhaltsstoffen und bei der Güllemenge bestehen große Diskrepanzen zwischen Schwarzenau und den offiziellen Beratungsaussagen.

### ➤ Ferkel

Auch hier waren die Ergebnisse in Schwarzenau gut wiederholbar, die KTBL-Daten müssten überdacht werden.

### ➤ Zuchtsauen

In diesem Produktionsbereich waren die Futtermittelverbräuche gut, die Wasserverbräuche und auch der Gülleanfall getrennt nach Leersauen, tragende Sauen, säugende Sauen eher unbefriedigend zu erfassen. Die Unterschiede zu den KTBL-Daten sind sehr groß, eine Fortführung und Verbesserung der Messungen in Schwarzenau ist zwingend.

**Das Projekt „Erfassung, Überprüfung und Steuerung der Nährstoff- und Gülleströme in der Schweinehaltung“ sollte in Schwarzenau unbedingt fortgeführt werden. Die Ergebnisse daraus sind von enormer produktionstechnischer und politischer Tragweite.**

### Nährstoffbilanzierung – Entzüge/Feldabfuhren, Futterverbrauch, Feld-/Stallbilanzen

Tab. 35: Entzüge/Feldabfuhren

Getreide	Erträge	N- Abfuhr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Abfuhr	K <sub>2</sub> O- Abfuhr	Erträge	N-Abfuhr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Abfuhr	K <sub>2</sub> O- Abfuhr
	LVFZ Schwarzenau				Basisdaten DÜV (2013)			
	dt/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	dt/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Wintergerste	51	104	41	34	60	99	48	36
Winterweizen	62	127,5	34,5	27,5	70	127	56	42
Getreidemix	57	116	37,8	30,8	65	113	52	39

Tab. 36: Futterverbrauch

Futter- Verbrauch pro	Tier und Tag	Durch- gang	Jahr/ Platz	GV	Tier und Tag	Durchgang	Jahr/ Platz	GV
	LVFZ Schwarzenau				Gruber Tabelle (2012) KTBL 2013			
	kg	dt	dt	dt	kg	dt	dt	dt
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr; 2,3 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (22 aufg. Fe/S/J; 656 kg Zuwachs/S/J)</b>			
Tragefutter	2,85	3,5	8,0	20	2,5-2,8 2,7-3,6	3,0-3,5 4,0	7-8 9,2	17,5-20 23
Säugefutter (35 Tage)	4,8	1,7	3,9	8	4,7-5,6 6,5	1,5-2,0 1,4-1,8	3,5-4,5 3,3-4,2	8,8-11,3
Trage-+Säugef.	3,5	5,2	11,9	28	2,9-3,4 3,5	5-5,5 5,5-5,8	11,5-12,5 12,6-13,3	28,5-31 31,5-33
<b>Ferkelaufzucht (530 g TZ; 8-30 kg LM; 6,89 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (8-28 kg LM; 6,5 Umtriebe)</b>			
Aufzucht (8-32 kg LM)	0,95	0,4	2,6	86	0,8-1,0 0,9-1,0	0,35-0,40 0,32-0,39	2,0-2,6 2,0-2,5	65-85 65-85
<b>Mastschweine (820 g TZ, 30-120 kg LM; 2,8 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (800 g TZ, 28-118 kg LM; 2,67 Umtriebe)</b>			
	2,2	2,5	7,0	47	2,3 2,2	2,45 2,52	6,9 7,1	46 47

Tab. 37: Futterverluste (%)

	LVFZ Schwarzenau	KTBL 2013
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr)</b>		
<b>Tragefutter</b>	1,6 1,2 – 1,9	3 2 – 5
<b>Säugefutter(35 Tage)</b>	(3,0)	3 2 – 5
<b>Trage-+Säugef.</b>	2,1 1,8 – 2,3	3 2 – 5
<b>Ferkelaufzucht (530 g TZ)</b>		
<b>Aufzucht (8-32 kg LM)</b>	2,2 1,5 – 2,5	3 2 – 5
<b>Mastschweine (820 g TZ)</b>		
<b>Mast (30-122 kg LM)</b>	3,0 0,4 – 3,5	3 2 – 4
<b>Alle</b>	2,7	3

Tab. 38: Feld-/Stallbilanzen

Bilanz		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	LVFZ Schwarzenau – 26 Ferkel				Basisdaten DÜV (2013) – 22 Ferkel			
	dt	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr; 2,3 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (22 aufg. Fe/S/J; 656 kg Zuwachs/S/J)</b>			
<b>Futtermverzehr</b>	22,2	59,7	<b>23,8</b>	18,2	19,5	51,7	23,4	18,5
<b>Ansatz</b>	7,22	18,5	<b>8,4</b>	1,7	6,56	16,8	7,8	1,6
<b>Ausscheidung</b>	-	41,2	<b>15,3</b>	16,5	-	34,9	15,6	16,9
<b>Ausscheidung (N = 70 %)</b>	-	29,7	<b>15,3</b>	16,5	-	25,1	15,6	16,9
<b>Ausscheidung/aufgez. Ferkel</b>	-	1,14	<b>0,59</b>	0,64	-	1,14	0,71	0,77
<b>Mastschweine (820 g TZ, 30-120 kg LM; 2,8 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (80 g TZ, 28-118 kg LM; 2,67 Umtriebe)</b>			
<b>Futtermverzehr</b>	2,5	6,8	<b>2,45</b>	2,03	2,62	6,43	2,82	2,31
<b>Ansatz</b>	0,92	2,35	<b>1,08</b>	0,22	-	2,28	1,03	0,21
<b>Ausscheidung</b>	-	4,45	<b>1,37</b>	1,81	-	4,15	1,79	2,10
<b>Ausscheidung (N = 70 %)</b>	-	3,20	<b>1,37</b>	1,81	-	2,99	1,79	2,10
<b>Ausscheidung/kg Zuwachs</b>	-	0,036	<b>0,015</b>	0,02	-	0,034	0,02	0,024

## Gülle – Mengen und Inhaltsstoffe (bei 5 % T-Gehalt)

Tab. 39: Güllemengen (Gülle ohne Waschwasser\*)

Gülleanfall pro	T-Gehalt Ist	Tier und Tag	Durchgang	Jahr/Platz	T-Gehalt Ist	Tier und Tag	Durchgang	Jahr/Platz
	LVFZ Schwarzenau				Gruber Tabelle/“Gelbes Heft“ (2012) KTBL 2013			
	%	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr, 2,3 Umtriebe)					KTBL (22 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr, 656 kg Zuwachs/S/J)			
gesamt.	4	12,90	2,04	4,7	5 4	21,6 13,2	3,4 2,1	7,9 4,8
Ferkelaufzucht (530 g TZ; 8-30 kg LM; 6,89 Umtriebe)					KTBL (8-28 kg LM; 6,5 Umtriebe)			
Aufzucht (8-32 kg LM)	4,4	2,75	0,11	0,75	5 4	3,0 1,75	0,12 0,07	0,80 0,50
Mastschweine (820 g TZ; 30-120 kg LM; 2,8 Umtriebe)					KTBL (800 g TZ; 28-118 LM ; 2,67 Umtriebe)			
	5,1 (4-6,2)	4,05	0,45	1,28	5 7,5	8,2 6,9	0,95 0,80	2,7 2,25

\* Waschwasserzuschlag plus 10 – 15 % zusätzlich notwendig (s. Tab. 40)!

Tab. 40: Abfuhrgülle – Güllemengen inkl. Waschwasser (bei 5 % T-Gehalt)

	T-Gehalt Ist	Waschwasser Ist	GV und Jahr (ohne Waschwasser)	GV und Jahr (mit 10% Waschwasser)	T-Gehalt Ist	Waschwasser Ist	GV und Jahr (ohne Waschwasser)	GV und Jahr (mit 10 % Waschwasser)
	LVFZ Schwarzenau				Basisdaten DÜV (2013)			
	%	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Abfuhrgülle	2,9	30	14,5	15,5	4 – 7,5	10	19,3	21,1

Tab. 41: Gülle – Inhaltsstoffe (bei 5 % T-Gehalt)

Gülleinhaltsstoffe pro m <sup>3</sup>	T	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	T	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	LVFZ Schwarzenau				Gruber Tabelle 2012 KTBL (2013)			
	%	kg	kg	kg	%	kg	kg	kg
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr, 2,3 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (22 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr, 656 kg Zuwachs/S/J)</b>			
<b>Gehalte pro m<sup>3</sup></b>	4,5 1,3-14,7	5,1 2,4-9,4	2,6 2,3-3,0	3,1 1,4-4,8	5 4	5-7,7 5,1	1,5-2,7 3,3	1,5-4,0 3,5
<b>Ferkelaufzucht (530 g TZ, 8-30 kg LM; 6,89 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (8-28 kg LM; 6,5 Umtriebe)</b>			
<b>Gehalte pro m<sup>3</sup></b>	4,5 2,2-6,9	5,1 2,9-8,8	2,2 1,3-3,0	3,0 1,8-5,3	5 4	5-7,7 2,9	1,5-2,7 4,6	1,5-4,0 4,8
<b>Mastschweine (820 g TZ, 30-120 kg LM; 2,8 Umtriebe)</b>					<b>KTBL (800 g TZ; 28-118 LM ; 2,67 Umtriebe)</b>			
<b>Gehalte pro m<sup>3</sup></b>	5,4 3,4-13,4	5,8 2,7-8,4	2,7 2,2-3,3	3,2 2,4-4,3	5 7,5	5-7,7 3,5	1,5-2,7 2,1	1,5-4,0 2,5
<b>Mischgülle/Abfuhrgülle (plus Waschwasser)</b>								
<b>Mischgülle (plus Waschwasser)</b>	2,9 2,0-3,9	5,6 4,1-6,9	2,7 2,4-3,1	3,6 2,4-5,1	5 -	5-7,7 -	1,5-2,7 -	1,5-4,0 -

Tab. 42: Güllebilanzen – ein Wagnis! (Mengenerfassung???, Nährstoffgehalte???)

Güllebilanzen	m <sup>3</sup> pro GV	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	m <sup>3</sup> pro GV	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	LVFZ Schwarzenau – 26 Ferkel				KTBL (2013) – 22 Ferkel			
	m <sup>3</sup> /dt	kg	kg	kg	m <sup>3</sup> /dt	kg	kg	kg
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr), Ferkelaufzucht (530 g TZ), Mast (830 g TZ)</b>								
<b>Anfall pro GV</b>	15,5	87	42	56	21,1	83	72	76
<b>Anfall pro Sau (inkl. 26 aufgez. Ferkel)</b>	-	42	20	27	-	37	32	34
<b>Getreideabfuhr</b>	57	116	37,8	30,8	65	113	52	39
<b>Möglich Zuchtsauen (inkl. 26 aufgez. Ferkel) pro ha</b>	-	2,8	1,9	1,2	-	3,1	1,6	1,2
<b>Anfall pro Mastschwein</b>	-	4,3	2,1	2,8	-	4,6	3,8	4,1
<b>Getreideabfuhr</b>	57	116	37,8	30,8	65	113	52	39
<b>Möglich Mastschweine pro ha</b>	-	27	18	11	-	25	14	10

## Wasserverbrauch – Trinkwasser ohne und mit Waschwasseranteil

Tab. 43: Tränk-/Trink- und Gesamtwasserverbrauch

Wasserverbrauch pro	Tier und Tag	Jahr/ Platz	kg Futter	Tier und Tag	Jahr/ Platz	kg Futter	Tier und Tag	Jahr/ Platz	kg Futter
	<b>LVFZ Schwarzenau</b>						<b>KTBL 2013</b>		
	ohne Waschwasser			mit Waschwasser (15 %)			mit Waschwasser (10 %)		
	l	m <sup>3</sup>	l	l	m <sup>3</sup>	l	l	m <sup>3</sup>	l
<b>Sauen (26 aufgez. Ferkel/Sau/Jahr; 2,3 Umtriebe)</b>							<b>KTBL (22 aufg. Fe/S/J; 656 kg Zuwachs/S/J)</b>		
<b>Leere/ Tragende Sauen</b>	22	6,2	7	25	7,3	7,5	25 (22-28)	7,1	3,5 3-4
<b>Säugende Sauen</b>	29	2,7	7	34	3,1	7,5	37 35-40	3,0	6,5 5-8
<b>Sauen</b>	21,5	9	7	29	10,4	7,5	30	10,1	4,9
<b>Ferkelaufzucht (530 g TZ; 8-30 kg LM; 6,89 Umtriebe)</b>							<b>KTBL (8-28 kg LM; 6,5 Umtriebe)</b>		
<b>Aufzucht (8-32 kg LM)</b>	3,3	0,91	3,5	4	1,1	4,3	2 1-4	0,6	3 2,5-3,2
<b>Mastschweine (820 g TZ; 30-120 kg LM; 2,8 Umtriebe)</b>							<b>KTBL (800 g TZ; 28-118 kg LM; 2,67 Umtriebe)</b>		
	6,0	0,77	3,1	7	0,81	3,3	8 5-11	0,76	3,0 2,5-3,5

## 5 Schlusswort

Der Endbericht zum Projekt A/10/09 „Erfassung, Überprüfung und Steuerung der Nährstoff- und Gülleströme in der Schweinehaltung“ nach nur 28- monatiger Laufzeit ist kein „fertiges“ Ergebnis. Es wurden sehr viele Planungs- und Beratungsdaten zum Futtermittelverbrauch, Gülleanfall und Wasserverbrauch bei den Produktionseinheiten Zuchtsauen, Ferkelaufzucht und Schweinemast ermittelt, plausibilisiert und modellhaft für ganze Betriebseinheiten hochgerechnet (siehe Fazit). Zum Teil ergaben sich gute Übereinstimmungen mit den üblichen Faustzahlen der KTBL-Datensammlung (Futtermittelverbrauch Mast/Ferkel), zum Teil weichen die neuen Ergebnisse von Schwarzenau erheblich von den gebräuchlichen „Musterwerten“ ab (Futtermittelverbrauch Sauen, Gülleanfall Mast/Ferkel,  $P_2O_5/K_2O$ -Gehalte der Gülle, Wasserverbrauch Ferkel). Man bedenke, dass die Daten in Schwarzenau aus einem „Stall“ kamen und wiederholbar waren, während die üblichen „Datensammlungen“ aus vielen Versuchen/Projekten unterschiedlichster Rahmenbedingungen zusammengemittelt wurden.

Schwarzenau hat seine „Eigenheiten“, insbesondere als trockener Ackerbaustandort und wenn es um die Felderträge bzw. Nährstoffabfuhr geht:

Die Felderträge und damit die N/P-Abfuhr von der Schwarzenauer Fläche sind zwar standorttypisch, sie liegen aber im Vergleich zu den anderen schweinehaltenden Regionen in Bayern um ca. 20 dt/ha Ertrag bzw. 35 kg/ha N-Abfuhr bzw. 15 kg/ha  $P_2O_5$ -Abfuhr niedriger. Angenommen das Fachzentrum (nur die Fachzentrum - Tiere gehen in die Berechnung ein!) wäre bei aktuell gegebenem Tierbesatz Getreideeigenversorger und die anfallende Gülle würde nicht über eine Biogasanlage verwertet und an Ackerbaubetriebe abgegeben, dann wären bei gegebenen Verhältnissen (300 Zuchtsauen, 1000 Mastplätze) für

- den Futtermittelgetreidebedarf 215 ha,
- einen ausgeglichenen N-Güllehaushalt 159 ha,
- einen ausgeglichenen P-Güllehaushalt 215 ha Ackerfläche notwendig.

Dabei werden die Mastkapazitäten versuchsbedingt nicht voll ausgeschöpft.

Auch der Tierbesatz im Fachzentrum Schwarzenau ist nicht „typisch“, es wird nur die Hälfte der Ferkel aufgezogen und ausgemästet. Manchmal nicht einmal das, wenn staatliche „Einschränkungen“ greifen:

Bei scheinbar gleichem Tierbestand in den Jahren 2011 und 2012 – jeweils 281 GV – ist doch sehr viel Dynamik im zeitlichen Verlauf insbesondere in der Schweinemast erkennbar (Abb. 22). Während die Zuchtsauenplätze immer voll belegt sind bzw. an der Kapazitätsgrenze angelangt sind, bleiben die Ferkel bei vollem Markt ab und zu im Stall stehen oder müssen auf freierwerdende Mastabteile warten. Die großen Schwankungen im Masttierbesatz sind „hausgemacht“ – Planungsfehler, Versuchsanstellungen mit evtl. vermeidbaren Versuchsverzögerungen, wenig Haushaltsgeld für Zukaufsfutter – und sollten nicht sein. Bei positiven Deckungsbeiträgen rentiert die Vollbelegung immer. Die Entwicklung von 2011 zu 2012 ist positiv, die vorzeitig abgegangenen Tiere sind weit weniger geworden, die Herde stabilisiert sich. Parallel dazu sind auch die Leistungen angestiegen.

Werden wegen der niedrigen Getreideerträge in Schwarzenau 215 ha Futterfläche für die Schweine im Fachzentrum angesetzt, dann stehen auf jedem ha ca. 1,3 Durchschnitts-GV. Das klingt nach einem „vernünftigen“ Tierbesatz/ha, mehr geht aber bei ausgeglichener P-Bilanz nicht!

Die Futterverbräuche pro Jahr/pro GV/pro Tier usw. stabilisierten sich immer mehr. Damit konnte für die Futterplanung der Betriebe aber auch für die Planung notwendiger Lagerkapazitäten (Bauplanung, Förderung, ...) eine realistische Arbeitsgrundlage zusammengestellt werden:

**Futterverbrauch pro Sau/Jahr:** 11,6 dt gesamt, 8 dt Tragefutter, 3,6 dt Säugefutter, davon 5,9 dt Gerste, 2,3 dt Weizen, 0,4 dt Mais, 1,7 dt Fasermix, 0,8 dt Soja 48, 0,37 dt Mineralfutter, 0,13 dt Öl.

**Pauschal pro Zuchtsau 11,5 -12,5 dt Futter: 65 – 70 % Tragefutter + 30 – 35 % Säugefutter**

**Futterverbrauch pro Ferkel:** 0,40 dt gesamt, 0,08 dt FAF I, 0,32 dt FAF II, davon 17,4 kg Gerste, 8,8 kg Weizen, 3,6 kg Mais, 0,05 kg Fasermix, 8,2 kg Ferkelergänzer, 1,4 kg Soja 48, 0,3 kg Säure, 0,3 kg Öl, 0,2 kg Mineralfutter.

**Pauschal pro Ferkel 0,35-0,45 dt Futter: 30 % Ferkelaufzuchtfutter I + 70 % Ferkelaufzuchtfutter II**

**Futterverbrauch pro Sau inkl. 25 aufgezogene Ferkel:** 21,6 dt gesamt, 8 dt Tragefutter, 3,6 dt Säugefutter, 10 dt Ferkelfutter, davon 10,25 dt Gerste, 4,5 dt Weizen, 1,3 dt Mais, 1,7 dt Fasermix, 1,15 dt Soja 48, 2,05 dt Ferkelergänzer, 0,42 dt Mineralfutter, 0,2 dt Öl, 0,07 dt Säure.

**Pauschal pro Zuchtsau (inkl. Fe) 21-23 dt Futter: 35-40 % Trage- + 15-20 % Säuge- +45-50 % Ferkelfutter**

**Futterverbrauch pro Ferkel inkl. Sauenanteil:** 0,86 dt, davon 0,40 dt Gerste, 0,18 dt Weizen, 0,05 dt Mais, 0,07 dt Fasermix, 0,05 dt Soja, 0,08 dt Ferkelergänzer, 0,02 dt Mineralfutter, 0,08 dt Öl.

**Pauschal pro Ferkel (inkl. ZS) 0,8-1,2 dt Futter: 75-80 % Getreide + 12-15 % Eiweißfutter + 8-10 % Fasermix +3-3,5 % Mineralfutter**

**kel/S/J):** 6480 dt, davon 4815 dt Getreide (75 %) + 1665 dt Ergänzungsfutter (25 %) oder 4815 dt Getreide + 510 dt Fasermix + 955 dt Soja 48 + 200 dt Mineralfutter.

Getreide für 300 Zuchtsauen inkl. Ferkel (25 aufgez. Ferkel/S/J): Getreidebedarf 4815 dt/ca. 5000 dt, Lagerraumbedarf – netto 715 m<sup>3</sup>/ brutto 785 m<sup>3</sup>/mit Umlaufreserve 850 m<sup>3</sup>, Getreidefläche bei 60/70/80 dt/ha Ertrag – 85/75/65 ha.

**Futterverbrauch pro Mastschwein:** 2,50 dt gesamt, 130 kg Vormast, 29 kg Mittelmast, 91 kg Endmast, davon 99,1 kg Gerste, 89 kg Weizen, 17,6 kg Mais, 37,4 kg Soja 48, 6,6 kg Mineralfutter, 0,3 kg Öl.

**Pauschal pro Mastschwein 2,4-2,8 dt Futter: 25-30 % Anfangs- + 30-35 % Mittel- + 35-40 % Endmastfutter**

**Pauschal pro Mastschwein 2,4-2,8 dt Futter: 75-80 % Getreide + 15-20 % Eiweißfutter + 2-3,5 % Mineralfutter**

**Futterverbrauch pro verkauftes Mastschwein inkl. Sauenfutteranteil und Ferkelfutter:** 3,36 dt, davon 2,7 dt Getreide (80 %) + 0,66 dt Ergänzter (20 %) oder 2,7 dt Getreide (80 %) + 0,07 dt Fasermix/Öl (2 %) + 0,49 dt Eiweißfutter (15 %) + 0,1 dt Mineralfutter (3 %);

**Pauschal pro Mastschwein inkl. Sauen- und Ferkelfutter 3,3-3,8 dt : 25-30 % Anfangs-+ 30-35 % Mittel- + 35-40 % Endmastfutter**

**Pauschal pro Mastschwein inkl. Sauen- und Ferkelfutter 3,3-3,8 dt : 75-80 % Getreide + 15-25 % Ergnzer oder 75-85 % Getreide + 2-4 % Faser + 15-20 % Eiweißfutter + 2,5-3,5 % Mineralfutter**

**Gesamtschau für Kombibetrieb mit 300 Zuchtsauen und 7500 aufgezogenen Ferkel und 7500 erzeugten Mastschweinen:** 25.200 dt Futterbedarf, davon 20.640 dt Getreide + 5040 dt Ergnzer oder 20.640 dt Getreide + 525 dt Fasermix/l + 3.675 dt Soja 48 + 750 dt Mineralfutter, Lagerraumbedarf für Getreide – netto 2.950 m<sup>3</sup>/ brutto 3.245 m<sup>3</sup>/mit Umlaufreserve 3.690 m<sup>3</sup>, Getreidefläche bei 60/70/80 dt/ha Ertrag – 344/275/258 ha.

Die langwierigen Berechnungen der Futtermengen als Planungsgröße (Voranschlag) oder als Kontrollmanahme (Jahresrückblick) sind mit dem Fütterungsprogramm ZIFO – Arbeitsteil „Voranschlag“ - leicht und schnell möglich. Es sind praxisübliche Grunddaten/Faustzahlen hinterlegt, betriebsindividuelle Anpassungen wie Felderträge, Leistungen im Stall usw. sind jederzeit möglich. Die Ergebnisse werden zukünftig unter „Futterplanung“ mit Angaben der Futtermengen in dt und der Futterkosten in  gesamt und nach Komponenten sowie des Lagerraumbedarfs bei wählbaren Bevorratungszeiten (z.B. Getreide 12 Monate, Mineralfutter 2 Monate, Soja 4 Wochen, ...) ausgegeben.

überraschend waren die Futterverluste im Fachzentrum Schwarzenau von knapp 3 %, obwohl man hier mit mehr Personal „genau“ arbeitet:

Futterverluste werden in der Praxis meistens toleriert, - es geht halt mit der vorhandenen Aufstallung und Fütterungstechnik nicht anders. Beim genauen „Hinschauen“ im Fachzentrum Schwarzenau, was mit viel Zusatzaufwand verbunden ist, gingen im Wirtschaftsjahr 2012 hochgerechnet immerhin für 10.000  Futter ab – in den Güllekanal. Es haben sich große Unterschiede ergeben zwischen den Tiergruppen und den Fütterungstechniken. Es ist für jeden Betrieb wert, die Futterverluste zu beobachten bzw. zu verringern. Das läuft mit bei der täglichen Beobachtung der verzehrten Futtermengen/Trogreste bzw. der Einstellung der Futterzuteilmengen!

Insbesondere die Teilbereiche „Gülleanfall“ und „Wasserverbrauch“ wurden neu erarbeitet. Es galt sowohl technische als auch datenspezifische Hürden zu überwinden. Aus den Ergebnissen lassen sich wertvolle Planungshilfen (z. B. Gülleanfall pro Mastschwein 0,6 - 0,7 m<sup>3</sup> bzw. pro Mastplatz 1,8 – 2,2 m<sup>3</sup> und nicht 1,0 m<sup>3</sup>/Mastschwein bzw. 2,7 m<sup>3</sup>/Platz/Jahr oder 5-mal mehr Wasserverbrauch im Sommer gegenüber Winter) erkennen:

Die Erfassung der anfallenden Güllemengen und deren Trockenmassegehalte (T-Gehalte) ist nicht so einfach, schon gar nicht bei Auftrennung nach den Produktionsrichtungen. Die ermittelten Zahlen bei den Ferkeln und Mastschweinen sind nach vielen Durchgängen als sehr stabil und plausibel anzusehen und im Stall Schwarzenau typisch. Bei den Zuchtsauen macht die Trennung zwischen Deck-, Warte- und Abferkelbereich Probleme und auch der ständige Tierwechsel. Insgesamt muss für eine stabilere Datengrundlage die arbeitsaufwändige „Gullemesserei“ fortgesetzt werden, auch weil man nach langer Probiererei die Ausstattung und das Knowhow zur Gülleerfassung jetzt erst parat hat. Bundesweit wird es keine Schweineanlage mit allen Leistungsgruppen der Schweinehaltung und getrennter Güllelagerung dazu mehr geben.

Die Ermittlung der Wasserverbräuche getrennt nach Ställen/Produktionseinheiten/Abteilen/Buchten/Trankestellen/Fütterungssystemen/Wasch-, Futter-, Tränken-, Prozesswasser, ... ist

eine Sisyphusaufgabe- weit schwieriger als die wohnheitengerechte Wasserverbrauchsaufstellung in einem Hochhaus. Die Vorarbeiten und Rüstzeiten in der Anlage Schwarzenau waren enorm, automatische Wassererfassungssysteme für Schweineställe „von der Stange“ gibt es nicht. Hier wäre noch ein wichtiges Betätigungsfeld für die „Techniker“, denn der tägliche Wasserverbrauch bzw. Wasserverbrauchsabfall im Stall oder in einer Bucht könnte indirekt das Tierwohl beschreiben und als Warngröße für kommende Störungen (Futterverweigerung/Krankheiten-Fieber, Kannibalismus....) dienen. Die Anfangsjahre 2010 und 2011 des vorliegenden Projektes waren deshalb „Lernjahre“, nur wenige Daten daraus sind nutzbar. Der „Restwasserverbrauch“ in Schwarzenau (Waschwasser, Duschen, Küche, Toiletten...) ist wegen des Lehrgangs- und Besucherbetriebes gegenüber normalen landwirtschaftlichen Betrieben stark erhöht. Dies wirkt sich natürlich auf den Güllemengenanfall bzw. Gülle T-Gehalt aus.

Die begleitenden und kurz beschriebenen Exaktversuche (z.B. Anfütterung der Zuchtsauen, Ferkelaufzuchtleistungen bei suboptimaler Wasserversorgung, Stallklimagase bei N-reduzierter Mastschweinefütterung im Vergleich zu rohproteinreicher Standardmast) sind alle ausgewertet und veröffentlicht (<http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/>).

**Das Projekt sollte wegen der abweichenden Ergebnisse zu den üblichen „Standardzahlen“ mit ausreichender Personalausstattung fortgeführt werden. Die Messtechnik zur Erfassung der Futterverbräuche, des Gülleanfall und der Wasserverbräuche in den wichtigsten Produktionseinheiten der Schweinehaltung steht dazu im Fachzentrum Schwarzenau bereit!**

## 6 Literatur

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (2009): Wasserversorgung in der Schweinehaltung, KTBL-Heft 82

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (2012): Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13, KTBL-Datensammlung

LfL (2012): LfL-Information - Futterberechnung für Schweine, 19. Auflage, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft.

LfL (2012): LfL-Information - Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland - Gelbes Heft, 10. Unveränderte Auflage (mit aktualisiertem Anhang), Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Müller, C. (2006): Schwermetalle und Spurenelemente in Gülle, LfL-Schriftenreihe 12/2006, 29-36.

N.N. (2013); Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngerverordnung - DüV), [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_v/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf), Abruf 27.06.2013