

Sachbericht zum LFE-Kooperationsvorhaben

Gefördert durch:



**Projekt: Kofermentation zur Aufbereitung
von Schweinefutter –
FKZ 2016LFE0001**

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Kooperationspartner:

Uthlebener Qualitätsschweine GmbH & Co.KG Steinbrücker Weg 13 D-99765 Uthleben	Hans Heijligers	Tel.: 036333 70268 E-Mail: hansheijligers@vanastengroup.eu
van Asten Tierzucht Neumark GmbH & Co.KG Am langen Raine 1 D-99439 Neumark	Jan Derk Oosterveld	Tel.: 036452 7840 E-Mail: jan.oosterveld@vanasten.de
LEROSCH Kft Harmat utca 15 2365 Inárcs - Ungarn	Dr. Ronald Scholten	Tel.: 0036 704095392 E-Mail: Dr.ronaldscholten@gmail.com
BTN Biotechnologie Nordhausen GmbH Kommunikationsweg 11 D-99734 Nordhausen	Prof. Dr. Gerd- Rainer Vollmer	Tel.: 03631 656 961 E-Mail: BTN-GmbH@t-online.de

Assoziierter Partner:

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) Naumburger Straße 98 D-07743 Jena	Dr. Arnd Heinze	Tel.: 03641 683 477 E-Mail: arnd.heinze@tll.thueringen.de
---	-----------------	---

Nordhausen, 28.02.2019

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

1.	Zusammenfassung	6
1.1	Hintergrund und Ziele im Vorhaben.....	6
1.2	Zusammenfassung der Projektergebnisse	6
2.	Summery	8
2.1	Background and Goals of the Projekt.....	8
2.2	Summary of the Projekt Results	8
3.	Einführung und Zielstellung	9
4.	Stand der Wissenschaft und Technik	11
5.	Erzielte Ergebnisse	17
5.1	Untersuchungen in Laborfermentern mit Prüfung unterschiedlicher Futterpflanzen und Nebenprodukte	17
5.1.1	Aufgabenstellung.....	17
5.1.2	Ergebnisse.....	17
5.1.2.1	Material	17
5.1.2.2	Proteinträgerstatus der Einsatzstoffe	21
5.1.2.3	Prüfung unterschiedlicher Starterkulturen für die Fermentation	22
5.1.2.4	Optimierung mittels Enzymeinsatz	34
5.1.3	Schlussfolgerungen für den weiteren Projektverlauf	36
5.2	Großtechnische Fermentation unter Praxisbedingungen	37
5.2.1	Aufgabenstellung.....	37
5.2.2	Ergebnisse.....	37
5.2.2.1	Material und Methoden.....	37
5.2.2.2	Untersuchungsergebnisse	38
5.2.2.3	Schlussfolgerungen für den weiteren Projektverlauf	40
5.3	Applikationsversuche mit Fütterung von Sauen und saugenden Ferkeln	41
5.3.1	Material und Methoden.....	41
5.3.1.1	Tiermaterial.....	41
5.3.1.2	Haltungsform	41
5.3.1.3	Fütterung.....	41
5.3.1.4	Versuchszeitraum.....	42
5.3.1.5	Versuchsdurchführung	42
5.3.1.6	Fermentation	43
5.3.1.7	Analysen	44

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.2	Untersuchungsergebnisse	45
5.3.2.1	Gewicht der Sauen	45
5.3.2.2	Speck- und Fleischmaß.....	46
5.3.2.3	Futtermittelverbrauch der Sauen	48
5.3.2.4	Leistungsparameter der Sauen.....	49
5.3.2.5	Gewichte der Ferkel	50
5.3.2.6	Tiergesundheitsstatus.....	51
5.3.3	Diskussion.....	52
5.3.4	Schlussfolgerungen.....	54
5.3.4.1	ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG	55
5.3.4.2	ANHANG 2: ERGEBNISSE VON LABORANALYSEN	57
5.4	Applikationsversuche mit Fütterung von abgesetzten Ferkeln	59
5.4.1	Material und Methoden.....	59
5.4.1.1	Tiermaterial.....	59
5.4.1.2	Haltungsform	59
5.4.1.3	Fütterung.....	60
5.4.1.4	Versuchszeitraum.....	60
5.4.1.5	Versuchsdurchführung	61
5.4.1.6	Fermentation	61
5.4.1.7	Analysen	62
5.4.2	Untersuchungsergebnisse.....	62
5.4.2.1	Technische Leistungen.....	62
5.4.2.2	Gesundheitsstatus	64
5.4.3	Diskussion.....	64
5.4.4	Schlussfolgerungen.....	66
5.4.4.1	ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG	67
5.4.4.2	ANHANG 2: Ergebnisse der Laboranalysen.....	69
5.5	Applikationsversuche mit Fütterung von Mastschweinen.....	72
5.5.1	Material und Methoden.....	72
5.5.1.1	Tiermaterial.....	72
5.5.1.2	Haltungsform	72
5.5.1.3	Fütterung.....	73
5.5.1.4	Versuchszeitraum.....	73
5.5.1.5	Versuchsdurchführung	73

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.1.6	Fermentation	73
5.5.1.7	Analysen	74
5.5.2	Untersuchungsergebnisse	75
5.5.2.1	Technische Leistungen	75
5.5.2.2	Schlachtqualität	77
5.5.3	Diskussion	77
5.5.4	Schlussfolgerungen	79
5.5.4.1	ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG	80
5.5.4.2	ANHANG 2: Laboranalysenergebnisse	82
6.	Verwertung	84
6.1	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten	84
6.2	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit im Hinblick auf die Verwertung	84

Anhang: Literatur study

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

1. Zusammenfassung

1.1 Hintergrund und Ziele im Vorhaben

In der Bundesrepublik Deutschland wird ein Großteil des Proteinbedarfs in der Schweinefütterung durch den Einsatz von importiertem Sojaextraktionsschrot gedeckt.

Der Import von Sojaprodukten aus Übersee zu Fütterungszwecken ist aber stark umstritten, auch weil Diskussionen um gentechnisch veränderte Pflanzen befördert werden.

Heimische Eiweißpflanzen werden bisher wegen geringer Verfügbarkeit und insbesondere ihrer zum Teil ungünstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften nur in geringem Umfang in der Schweinefütterung eingesetzt.

Ziel des Vorhabens ist, Fütterungsstrategien für Schweine so zu gestalten, dass der Anteil an einheimischen proteinreichen Futtermitteln in der Fütteration erhöht und damit verbunden importiertes Soja in der Fütterung substituiert wird, ohne dass dieses zu Leistungseinbußen oder Beeinträchtigung der Tiergesundheit führt.

Dazu sollen die Vorteilswirkungen der Fermentation von flüssigem Schweinefutter genutzt werden.

1.2 Zusammenfassung der Projektergebnisse

Im Vorhaben wurden zunächst 7 Futterpflanzen sowie 3 Koppelprodukte in Laborfermentern bezüglich ihrer Eignung für die Futterfermentation geprüft und dazu unterschiedliche Starterkulturen getestet. Durch Einsatz von Enzymen konnten keine weiteren Optimierungspotentiale generiert werden.

Die untersuchten Futterkomponenten waren grundsätzlich für die Futterfermentation geeignet.

Die Laborergebnisse wurden in den großtechnischen Maßstab mit Fermentation von Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller erfolgreich umgesetzt.

Auch wegen der regionalen Verfügbarkeit wurden für die Fütterungsversuche Erbsen eingesetzt.

Die Applikationsversuche mit Fütterung von Sauen und saugenden Ferkeln zeigten ein sehr hohes Potential der fermentierten Futtermischungen auf die Leistung der Sauen. Gegenüber der Kontrollgruppe war der Futtereinsatz um 8 % reduziert.

Damit ist die Substitution von Soja durch Futtererbsen in der Ration von tragenden und laktierenden Sauen problemlos möglich.

Pro 1 % Futtererbsen können 0,4 % Soja ersetzt werden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Es wurden aber bei Fütterung mit fermentiertem Futter 86,5 % der geborenen Ferkel abgesetzt, in der Kontrollgruppe 85,4 %.

Bezogen auf 150.000 geborene Ferkel können 1.650 Ferkel mehr abgesetzt werden.

Die Verfütterung an abgesetzte Ferkel zeigte, dass für die Rationen noch Optimierungen notwendig sind.

Die Applikationsversuche an Mastschweinen deuten darauf hin, dass der Futterwert von fermentiertem Futter höher ist, aber auch mehr Speck und weniger Fleisch nach der Schlachtung analysiert wurden.

Die Ergebnisse des innovativen Vorhabens sind äußerst relevant für die Nutzung in der Praxis. Sie werden über die Interessengemeinschaft der Schweinehalter Thüringen (IGS) entsprechend vermittelt.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

2. Summery

2.1 Background and Goals of the Projekt

In Germany a large part of protein requirements will be delivered as imported soybean meal for pig feeding.

The import of soy-bean products from overseas is controversial because of the discussion to genetically modified plants.

Native protein plants be used in small amounts because of low availability and particulary because unfavorable nutrionally properties.

Goal of the project is to shape the feeding, that the amount of native protein plants increased and so the imported soybean meal will be substituted without loss of performance and problems with animal health.

To that the beneficial effects of the feed fermentation should be used.

2.2 Summary of the Projekt Results

In the project first 7 forage crops and 3 coproducts are investigated concerning her applicability for feed fermentation and different starter bacterial cultures are tested.

The use of enzymes was not beneficial.

The investigated feed components are basically suitable for the feed fermentation.

The results of laboratory investigations were successfully transfered to the large – scale fermentation of peas, field beans and rapeseed expeller.

For the feeding experiments peas were used for reason of availability in the region.

The application with feeding of sows und suckling piglets demonstrate a very high potential of fermented feed mixture on the animal performance.

Compared to the control group the feed use was reduced by 8 %.

So the substitution of soybean meal by feed peas is possible without any problems. Per 1 % feed peas can be replaced 0.4 % soybean meal.

In feeding to remote piglets further optimisations are necessary.

When feeding with fermented feed 86.5 % of the born piglets were remoted, in the control group 84.4 %. Based on 150.000 born piglets 1.650 piglets more can be remoted.

The application tests on fattening pigs give hints, that the feed value of fermented feed is higher, but there were more bacon and less meat.

The results of the innovative project are extremely relevant for use in practice.

They are being spread in the community interest of pig holder (ISG) in Thuringia.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

3. Einführung und Zielstellung

In der Bundesrepublik Deutschland wird ein Großteil des Proteinbedarfes in der Schweinefütterung durch den Einsatz von importiertem Sojaextraktionsschrot gedeckt.

Der Import von Sojaprodukten aus Übersee zu Fütterungszwecken ist aber aus ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten stark umstritten. Zusätzlich werden Diskussionen um gentechnische veränderte Pflanzen befördert.

In diesem Zusammenhang besteht auch in Thüringen ein agrarpolitisches Ziel darin, den Anteil einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen zu erhöhen (TMLFUN, 2014).

Mit der Thüringer Eiweißstrategie soll der Einsatz heimischer Futterpflanzen (Leguminosen wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen), aber auch Raps mit entsprechenden Koppelprodukten erhöht, Forschungslücken geschlossen und erforderliche Maßnahmen in der Praxis erprobt und umgesetzt werden.

Heimische Eiweißpflanzen werden bisher wegen geringer Verfügbarkeit sowie ihrer zum Teil ungünstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften nur in geringem Umfang in der Schweinefütterung eingesetzt.

Beschränkt sind die Einsatzmengen an Körnerleguminosen bzw. Raps aufgrund der enthaltenen antinutritiven Stoffe. Dies sind Inhaltsstoffe, die sich negativ auf den Geschmack (Alkaloide, Tannine, Glucosinolate) oder die Verdaulichkeit des Eiweißes (Trypsininhibitoren) auswirken.

Auch der hohe Gehalt an Nicht-Stärke-Polysacchariden, insbesondere bei Lupinen, ist zu beachten. Dies sind Kohlenhydrate, die vom Schwein im Dünndarm nicht enzymatisch verdaut werden, im Dickdarm aber mikrobiell abgebaut werden und zu Blähungen führen (Weber, 2011).

Die Fermentation von Futter wird durch Schweinehalter zunehmend praktiziert, denn das Verfahren verspricht neben einer Senkung der Futterkosten auch eine verbesserte Tiergesundheit.

Die Fermentation von flüssigem Schweinefutter hat zahlreiche Vorteilswirkungen (Weber, 2017):

- Das Futter wird von den Tieren besser verwertet, da die Nährstoffe bereits vor der Futteraufnahme aufgeschlossen werden. Vor allem die im Futter enthaltenen Eiweiß- und Phosphoranteile können vom Schwein besser genutzt werden.
- Der Nährstoffeinsatz geht zurück, das entlastet die Umwelt und wirkt sich positiv auf den Stoffwechsel der Schweine aus. So wird die Phosphorverdaulichkeit deutlich erhöht und gleichzeitig sinkt die Ausscheidung von nicht genutztem Stickstoff (N).

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

- Die Futterraufnahme der Schweine erhöht sich, da das fermentierte Futter schmackhafter ist.
- Das schnelle Absinken des pH-Wertes verbessert die Futterhygiene durch Hemmung unerwünschter Mikroorganismen wie Salmonellen, Coli-Bakterien und Hefen.
- Die Darmgesundheit der Tiere wird positiv beeinflusst.
- Fermentiertes Futter ist besser fließfähig und wesentlich homogener, es verteilt sich gleichmäßiger im Trog.

Ziel des Kooperationsvorhabens ist, Fütterungsstrategien für Schweine so zu gestalten, dass der Anteil an einheimischen proteinreichen Futtermitteln in Futterrationen erhöht und damit verbunden importiertes Soja in der Fütterung substituiert wird, ohne dass dieses zu Leistungseinbußen oder Beeinträchtigung der Tiergesundheit führt.

Neben der Zielstellung, heimische Eiweißpflanzen (Leguminosen) in der Schweinefütterung einzusetzen, sollen auch die Potentiale zur Nutzung weiterer Proteinträger wie Rapsprodukte einbezogen werden.

Forschungsansatz ist, die Vorteilswirkungen der Futterfermentation für den Einsatz heimischer Proteinträger an Schweinen zu nutzen bzw. zu involvieren.

So sollen die positiven Wirkungen der Fermentation auf den Futtergeschmack die entsprechenden negativen Wirkungen von Inhaltsstoffen z.B. der Körnerleguminosen und Raps wie Tanninen u.a. kompensieren und so die Wirkungen antinutritiver Inhaltsstoffe inhibieren. Diese Wirkungen sollen in Fütterungsversuchen geprüft werden unter Einbeziehung der Applikation an Sauen und Ferkeln untersucht werden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

4. Stand der Wissenschaft und Technik

Wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse zum mikrobiellen Aufschluss von Futtermitteln wurden Ende der 90er Jahre erstmals in Holland und Dänemark publiziert (Mikkelsen u. Jensen, 1998; Scholten et al., 1999).

Die Vorteilswirkungen wie eine Verbesserung der Futterhygiene und damit Stabilisierung der Darmgesundheit wurden schnell erkannt (van Winsen et al., 2001; Scholten, 2001, Scholten et al., 2002).

Den Kenntnisstand der Fermentation von Futtermitteln für die Schweineproduktion bis 2011 haben Heinze und Rau zusammengefasst (Heinze u. Rau, 2011).

Festzustellen ist, dass die Flüssigfutterfermentation einen komplexen Prozess darstellt, der von Einflussfaktoren wie Verweilzeit, Temperatur, dem Substrat und der Menge und dem Typ der Mikroorganismen abhängig ist (Scholten, 2001; Lyberg et al., 2008; zit. bei Heinze u. Rau, 2011).

Ein negativer Einflussfaktor auf die Fermentation sind Hefen. Erhöhte Hefekonzentrationen im Flüssigfutter steigern die Gasbildung, was die Futterraufnahme reduziert, die Nervosität und Aggressivität steigert und zum Tode führen kann (Nagel, 2004; zit. bei Heinze u. Rau, 2011).

Sie stellen somit für den Fermentationsprozess eine Risikoquelle in der Futterqualität dar. Über die Vorteile der Futterfermentation für die Futterhygiene und Verdaulichkeit berichtet Heinze (Heinze, 2015).

Als Fermentationseffekte werden die Stabilisierung der Darmgesundheit und Reduzierung von unerwünschten Keimen im Futterbrei bzw. Darm sowie die höhere Verdaulichkeit von Futterinhaltsstoffen hervorgehoben.

Durch die Fermentation werden auch unerwünschte Eiweißabbauwege wie beispielsweise die Lysindecaboxylierung zu 1,5 Diaminopentan (Cadaverin) inhibiert (Canibe et al., 2007).

Bezüglich der Mikroorganismenauswahl hat sich nach gegenwärtigem Stand der Technik eine kontrollierte Fermentation (Pecher, 2015) mit gleichzeitigem Einsatz verschiedener Milchsäurebakterienstämme durchgesetzt.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Übergreifend werden die Vorteilswirkungen der Fermentation wie folgt beschrieben (Stalljohann, 2012, Weber, 2017):

- effektivere Futtermittelverwertung
- bessere Verdaulichkeit
- höhere Tageszunahmen
- verringerter Medikamenteneinsatz
- geringere Verluste

Auch die Mikroflora im Darmtrakt wird gestärkt.

Durch Fermentation werden positive Wirkungen gegen Darmerkrankungen erzielt (Canibe u. Jensen, 2012). Dies wird u.a. auf die Wachstumshemmung von Enterobacteriaceae (mit Salmonellen als pathogener Gattung) im Gastrointestinaltrakt bei Verabreichung von fermentierten Futter zurückgeführt (van Winsen et al., 2001).

Auch auf die P-Verdauung hat die Fermentation positive Wirkungen (Blaabjerg u. Poulsen, 2010). So wird die P-Verfügbarkeit aus Sojabohnenmehl erhöht (Blaabjerg, et al., 2007), was die P-Reduzierung in der Futterration ermöglicht und so auch die P-Ausscheidung über die Gülle verringert.

Im Zusammenhang mit Diskussionen, zur Proteinversorgung in der Schweinefütterung heimische Eiweißträger einzusetzen, liegt der Fokus zunächst auf Raps. Raps ist im Anbau in Deutschland lange breit eingeführt. Im Rahmen der Ölgewinnung wird Rapsextraktionsschrot gewonnen, das sich gegenwärtig als Eiweißquelle etabliert. Den Einsatz als Futtermittel stehen aber u.a. antinutritive Inhaltsstoffe entgegen. Inwieweit sich Sojaschrot durch fermentiertes Rapsextraktionsschrot in Ferkel- und Mastschweinefutter ersetzen lässt, wurde am Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp untersucht.

Während der Einsatz von fermentiertem Rapsextraktionsschrot als Substitut in Ferkelfutter Grenzen hat, kann in der Mast Soja komplett ersetzt werden (Müller, 2013).

Angaben zur Fermentation des Rapsextraktionsschrotes werden in der Publikation aber nicht gemacht, da ein fertiges Firmenprodukt eingesetzt wurde.

Von Boroojeni et al. (2017) wurden Ergebnisse zum Einsatz von fermentierten bzw. enzymatisch aufgeschlossenen Futtererbsen für den Einsatz in der Broilerfütterung vorgelegt, die als Teilbefunde wichtige Aspekte zur gerichteten Fermentation von Futtererbsen als Beispiel für einen regionalen Proteinträger bzw. zum Einfluss einer Enzymzulage bei befeuchteten Erbsen ausweisen.

Versuchsmethodisch erfolgte die Fermentation unter Zusatz von Bacillus-/Subtilissporen (GalliPro®) als anerkanntes Probiotika für die Broilerfütterung bei 48 h Fermentationsdauer mit 30° C und einem Trockenmassegehalt (TM) von 92%. Der enzymatische Aufschluss fand mit einem kombinierten Enzym (α -Galactosidase,

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Protease, Pectinase) und organischen Säurezulage (Vermeidung eines unkontrollierten Fermentationsablaufes) für 24 h bei 30° C statt.

Sowohl Fermentation als auch Enzymaufschluss führten außer der Reduzierung von Rohfett, zu keinen nachweisbaren Veränderungen im Rohnährstoff- inklusive essentiellen Aminosäuregehalt.

Wesentlich waren die vorgelegten Ergebnisse zum Einfluss auf die analysierten Antinutritiven Faktoren (ANF), zu denen die bisherige Fachliteratur kaum Ergebnisse vermittelte. So ließ sich durch den Fermentationsprozess die native Trypsin-Inhibitor-Aktivität (TIU) von 0,67 mg/g TM um 66 % auf 0,23 mg/g TM reduzieren, nach Enzymbehandlung auch Abnahme aber nur um 25 %. Beim α -Galaktosegehalt, hier bewertet über Raffinoseäquivalente, führte die Fermentation ebenfalls zu einem stärkeren Abbau als die Enzymbehandlung (69 % vs. 50 %).

Im Einfluss auf den Phytinsäuregehalt, als den vom Monogaster nicht verdaulichen anorganischen Phosphoranteil, ergaben sich demgegenüber Vorteile für den enzymatischen Aufschluss, dabei bereits ohne eine zusätzliche Phytasezulage. So war der Gehalt von 0,92 g/100g TM der nativen Erbsen durch Fermentation um 16 %, aber durch Enzymeinsatz um 49 % reduziert und damit ein entsprechend höherer Anteil in verdaulichen Phosphor (P) überführt. Der Anteil resistenter und vom Monogaster enzymatisch nicht verdaulicher Stärke wird durch beide Aufschlussmethoden einheitlich um ca. 75 % reduziert, so dass mehr Stärke für die Dünndarmverdauung verfügbar wird.

Den Einfluss der Fermentation auf Rapssaatschrot für einen Zulageversuch zur Broilerfütterung wurde von Xu et al. (2012) in China geprüft. Beim Einsatz von *Lactobacillus fermentum* und *Bacillus subtilis* als Bakterienstämme erfolgte die Fermentation bei 30° C, aber versuchsspezifisch mit 30 Tage sehr lange.

Im Vergleich der unfermentierten vs. fermentierten Rapsschrotmischung (95% Rapssaat) ergab sich infolge des bakteriellen Stoffumsatzes ein reduzierter TM-Gehalt von 3,5 %, was analyseseitig zum Anstieg des Rohprotein- sowie des Lysingehaltes um 2,5 bzw. 1,14 % führte.

Hervorgehoben wird aber auch die veränderte Proteinfractionierung, da nach Fermentation der Anteil kleiner Peptide und damit die Proteinverdaulichkeit anstieg.

Der Einfluss auf den für Raps als ANF charakteristische Glucosinolatgehalt wurde analytisch durch den Isothiocyanatanteil (Abbauprodukte der Glucosinolate) ermittelt, wobei durch Fermentation eine entscheidende Reduzierung von 108,7 mmol/kg auf 13,1 mmol/kg eintrat.

Ob für die in Mitteleuropa verfügbaren glucosinolatarmen Rapsheerhünfte ebenfalls noch derartige reduzierende Effekte durch Fermentation auftreten und damit die Verzehrseignung dieser Futtermittel in Verbindung mit dem Einfluss auf die Proteinverfügbarkeit zu verbessern sind, wäre auch weiterhin zu prüfen.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Auch im Beitrag von Lau et al. (2017) werden Ergebnisse zur Fermentation von Futtermischungen mit hohem Rapsanteil als Proteinträger, aber ausgeführt als Laborversuche mit mehreren Wiederholungen, dargelegt. Dabei kam Rapsextraktionsschrot bei einem hohen Mischungsanteil von 50 % zu einer Gerste/Weizenmischung in drei Versuchsreihen zum Einsatz. Die Fermentation erfolgte über 24 h bei 37° C unter Zugabe von drei homofermentativen Milchsäurebakterienstämmen (MSB/ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactococcus lactis*).

Bei dem im ersten Abschnitt geprüften Verlauf des pH-Wertes konnte nachgewiesen werden, dass mittels dieser Fermentationsvariante auch für solche sehr proteinreiche Mischungen (23 % Rohprotein) eine schnelle pH-Absenkung erfolgte, so dass bereits 12 h nach Fermentationsbeginn die kritische Schwelle von pH = 4 unterschritten wurde und nach 24 h bei pH = 3,8 lag.

Der neben den Gärsäuren und unerwünschten Gärprodukten auch verfolgte Einfluss auf den Phytat-P-gehalt ergab eine Reduzierung um 33 %, so dass ein Drittel des anorganischen vom Schwein nicht verwertbaren P in Verbindung mit dem Fermentationsprozess durch Pflanzenenzymwirkung abgebaut und nutzbar gemacht wird.

In einem dritten Versuchsansatz wurde der Fermentationseinfluss auf die bakterielle Metabolisierung einer zusätzlichen Lysinulage geprüft, was für die Fermentationspraxis von großer Bedeutung ist, da der bisherige Kenntnisstand von einem Abbau dieses sogenannten freien Lysins im Fermentationsprozess ausgeht und zugleich damit das Risiko der Bildung biogener Amine ansteigt. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Fermentation mit den eingesetzten MSB-Stämmen nur zu einer geringen Abbaurate des zugesetzten Lysins führte, wogegen bei der unkontrollierten Fermentation (ohne MSB-Zulage) kein freies Lysin nach 24 h mehr nachweisbar war. Zugleich traten hier auch höhere Gehalte an biogenen Aminen als Ergebnis der Aminosäureumwandlung auf.

Ableitend aus den aufgezeigten Ergebnissen lassen sich mit der Fermentation proteinreicher Futtermittel neben positiven Effekten auf die Nährstoffverfügbarkeit mindestens anteilig auch die für heimische Leguminosen charakteristischen nachteiligen Einflüsse der ANF offensichtlich reduzieren und bei gezielter Auswahl der Bakterienstämme der bisher aufgetretene mikrobielle Lysinabbau deutlich vermindern.

Literatur:

Blaabjerg, K.; Carlson, D.; Hansen-Moller, J.; Touson, A.-H.; Poulsen, H.D. (2007): In vitro degradation of phytate and lower inositol phosphates in soaked diets and feed-stuffs.- *Livestock science* 109, S. 240 – 243

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Blaabjerg, H.D.; Poulsen, H.D. (2010): Microbial phytase and liquid feeding increase phytate degradation in the gastrointestinal tract of growing pigs, - *Livestock science* 134, S. 88 – 90

Boroojeni, F. G., Senz, M., Kozlowski, K., Boros, D., Wisniewska, M., Rose, D., Männer, K., and Zentek, J. (2017): The effects of fermentation and enzymatic treatment of pea on nutrient digestibility and growth performance of broilers. *Animal* 11:10, S. 1698-1707

Canibe, N.; Jensen, B.B. (2012): Fermented liquid feed – Microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. – *Animal Feed Science and Technology* 173, S. 17 – 40

Heinze, A.; Rau, K. (2011): Kenntnisstand zur Fermentation von Futtermitteln für die Schweineproduktion. – Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 24 Seiten

Heinze, A. (2015): Futterfermentation zur Verbesserung der Futterhygiene und Verdaulichkeit – Vortrag Landwirtschaftszentrum Eichhof v. 21.01.2015, www.thueringen.de/de/tll

Lau, N., Kramer, E. und Hummel, J. (2017): Fermentation von Flüssigfutter mit homofermentativen Milchsäurebakterien- Welcher Beitrag kann zur Steigerung des Futterwertes geleistet werden? Tagungsbericht 14. Tagung Schweine- und Geflügelernährung 21.- 23. November 2017 Lutherstadt Wittenberg, S. 147-150

Mikkelsen, L.L.; Jensen, B.B. (1998): Performance and mikrobiela activity in the gastrointestinal tract of piglets fed fermented liquied feed at weaning. – *J. Anim. Feed Sci.* 7, S. 211 – 215

Müller, K. (2013): Fermentierter Raps satt Soja füttern? – *top agrar* 8, S. 20 -22

Pecher, H.-P. (2015): Praxis der Futterfermentierung auf verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben. – Vortrag Landwirtschaftszentrum Eichhof 21.01.2015, www.alb-hessen.de/downloads/Pecher_21012015

Scholten, R.H.J.; van der Peet- Schwering, C.M.C.; Verstegen, M.W.A.; den Hartog, L.A.; Schrama, J.W.; Vesseur, P.C. (1999): Fermented co-products and fermented compounds diets for pigs: a review.- *Animal Feed Science and Technology* 82, S. 1- 19

Scholten, R.H.J. (2001): Fermentation of liquid diets for pigs. – Diss. University Wageningen/Netherlands, ISBN 90-5808-524-4

Scholten, R.H.J.; van der Peet-Schwering, C.M.C; den Hartog, L.A.; Balk, M.; Schrama, J.W.; Verstegen, M.W.A (2002): Fermented wheat in liquid diets: effects an gastrointestinal characteristics in weanling piglets.- *J. Anim. Sci* 80, S. 1179 – 1186

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Stalljohann, G. (2012): Futter-Fermentation: Jetzt investieren? top agrar 12/2012, S. 4 – 6

TMLFUN (2014): Strategien zur Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißträger in der Tierfütterung in Thüringen – Thüringer Eiweißstrategie – www.thueringen.de/tmlufun

van Winsen, R.L.; Urlings, B.A.P.; Lipmann, L.J.A.; Snijders, J.M.A.; Kreuzenkamp, D.; Verheijden, J.H.M.; van Knapen, F. (2001): Effect of Fermented Feed on the Microbial Population of the Gastrointestinal Tracts of Pigs. – Applied and Environmental Microbiology, 67(7), S. 3071 – 3076

Weber, M. (2011): Körnerleguminosen als Futtermittel in der Schweineernährung. – BFL Magazin für Bauen, Technik, Tierhaltung „Stallinvest“ 08/2011, S. 6- 7

Weber, M. (2017): So gelingt die Futter-Fermentation. – top agrar, messemagazin agra 2017, S. 24 - 27

Xu, F. Z., Zeng, X., G. and Ding, X. L. (2012): Effects of Replacing Soybean Meal with Fermented Rapeseed Meal on Performance, Serum Biochemical Variables and Intestinal Morphology of Broilers. Asian-Aust. J. Anim. Sci.25, Nr. 12, S. 1734-1741

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5. Erzielte Ergebnisse

5.1 Untersuchungen in Laborfermentern mit Prüfung unterschiedlicher Futterpflanzen und Nebenprodukte

5.1.1 Aufgabenstellung

Die Prüfung der Futterpflanzen und weiterer Eiweißträger für den Aufschluss zur Milchsäuregärung erfolgte zunächst in Laborfermentern.

Über die Konzentration von Milchsäure lässt sich die Stoffwechselaktivität der entsprechenden Bakterien beurteilen. Auch unerwünschte Hefebildung ist über die Ethanolbildung bewertbar.

Geschmacklich nachteiliges Fermentationsprodukt ist Essigsäure. Die prinzipielle Eignung der Einsatzstoffe wurde zunächst über den jeweiligen Eiweißgehalt ermittelt.

5.1.2 Ergebnisse

5.1.2.1 Material

Folgende Futterpflanzen bzw. deren Körner und Nebenprodukte wurden untersucht:

- Erbsen
- Ackerbohnen
- Sojabohnen
- Lupinen
- Luzerne – Grünpflanze oder Samenkörner oder Trockengrün
- Grünmehlpellets
- Rapssaat oder -extraktionsschrot
- Rapsexpeller
- Palmkernextraktionsschrot
- Erbsenschalen

Als Eingangsanalytik wurden die Trockensubstanz (TS) sowie Kjeldahlstickstoff (N_k zur Rohproteinbestimmung) ermittelt.

Zunächst wurden zur Basisfuttermischung Weizen/Gerste je 40 Masse% (50/50 Verhältnis) 20 Masse% Eiweißträger zugegeben.

Weiter wurde eine Mischung mit 40 % Rapsschrot sowie 40 % Sojabohnen und 80 % Rapsschrot 80 % Sojabohnen untersucht.

Antragsgemäß wurden 2 Starterkulturen getestet:

Starterkultur I

37,5 g Flüssigkultur For Farmers Basis-Ferment – 940

(Monokultur *Lactobacillus plantarum*)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Starterkultur II

10 g Flüssigkultur For Farmers

(Mischkultur *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lacti* 50/50)

Zusätzlich wurde die Kultur „Schaumalac Feed Protect x P Plus untersucht

(4 g Trockendosierung).

Mit den Einsatzstoffen Erbse, Ackerbohne, Rapsexpeller und Luzerne wurden Optimierungsversuche mit Enzymen durchgeführt (vergleichende Bewertung mit Starterkultur I).

Dosiert wurden 2,1 g Enzyme (Endo-1,4-beta-xylanase, Endo – 1,3 – beta-glucanase) auf 2,1 kg Futtermittel (Feststoff - Lieferant: Dupont).

Die Futteraufbereitung wurde wie folgt vorgenommen:

1. Vorlagen von 2,4 l heißem Wasser (65 °C) im Becherglas (siehe Abbildung 1)
2. Zugabe der Futtermischung (2,1 kg)
3. 20 Minuten rühren
4. In Fermenter unter Zugabe von 3 l kalten Wasser einfüllen, Fermentationstemperatur 37 °C
5. Starterkultur dosieren und 1 Stunde rühren

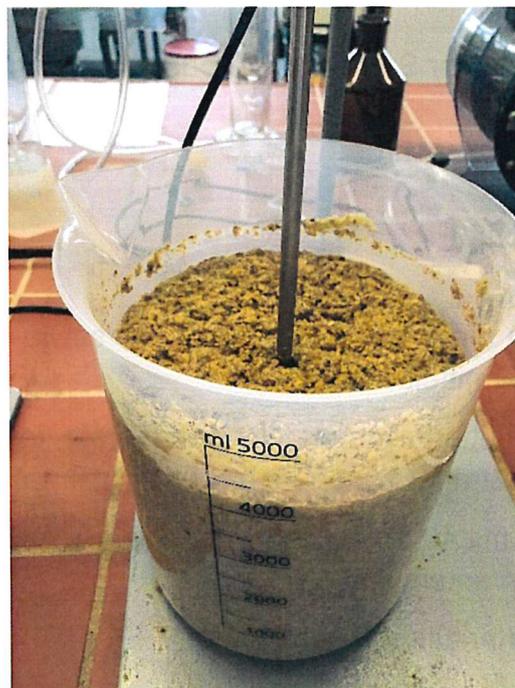


Abbildung 1: Futteraufbereitung

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Der Fermentationszeitraum betrug 48 Stunden nach Dosierung der Starterkultur. Die Fermentation wurde im Doppelansatz durchgeführt.

Die Temperierung auf 37 ± 1 °C erfolgte über thermostatbeheizte Wassermäntel.

Die Durchmischung der Fermenter von 8 Liter Nettovolumen (Edelstahlbehälter) wurde über zeitschaltuhrgesteuerte Rührwerke OST basic der Firma IKA Staufen mit Stahl-Rührstäben gewährleistet. Die Rührstäbe drehten sich frei in einer in den Fermenterinhalt eintauchenden Rührerhülse. In jeweils zwei unterschiedlichen Höhen sind doppelte Plexiglas-Rührblätter angebracht.

Die Rührzeit wurde auf 30 Minuten je Stunde über eine Zeitschaltuhr eingestellt bei einer Drehzahl von 50 Umdrehungen/min.



Abbildung 2: Laborfermenter

Zum Start (0-Probe) wurde auf folgende Parameter analysiert:

Trockensubstanz	TS	DIN EN 12880
pH-Wert		DIN EN 12176-S5

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Nach 6 Stunden wurde der pH-Wert gemessen.

Nach 24 Stunden und zum Versuchsende nach 48 Stunden erfolgte die Analyse auf folgende Parameter:

pH-Wert	DIN EN 12176-S5
Milchsäure	Food-PA 758 enzymatisch
Essigsäure	GEISSLER et al., Arch. Tierer. (1978) 26 : 123 -129
Ethanol	enzymatisch, v-biopharm (N)

In den Untersuchungen mit Starterkultur I wurden die 0-Probe sowie gegebenenfalls die 24-Stundenprobe auf relevante antinutritive Faktoren (ANF) analysiert (spektrophotometrisch).

Die Analysenergebnisse sind der Mittelwert aus 2 Proben, bei den ANF wurde aus Kostengründen nur 1 Probe untersucht.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.1.2.2 Proteinträgerstatus der Einsatzstoffe

Für die Charakteristik der gewählten Einsatzstoffe wurde der Rohproteingehalt ermittelt:

Einsatzstoff	TS in %	Rohprotein in % OS
Ackerbohnen	86,9	26,0
Erbsen	85,2	19,4
Luzerne	93,7	10,1
Sojabohnen	87,3	35,0
Lupinen	88,4	31,1
Grünmehlpellets	92,5	14,1
Rapsschrot	87,3	32,2
Rapsexpeller	87,1	32,7
Palmkernextraktionsschrot	95,1	17,1
Erbsenschalen	89,0	7,60
Grundfuttermischung Gerste/Weizen 50/50	87,7	11,6

Tabelle 1: Trockensubstanz und Proteingehalt der Einsatzstoffe

Mit Ausnahme von Luzerne und Erbsenschalen erfolgt durch die Zugabe von 20 % zur Grundfuttermischung eine Aufwertung des Eiweißgehaltes der Futtermischung.

Neben Sojabohnen haben die Rapsprodukte und Lupinen diesbezüglich die höchsten Konzentrationen. Ackerbohnen und Erbsen können aber auch als Eiweißträger eingesetzt werden.

Für die Beurteilung als Futtermittel für Schweine ist natürlich die Proteinqualität ausschlaggebend, hier sind die verdaulichen Aminosäuren der maßgebende Faktor. Entsprechend notwendige Verdauungsversuche sind im Vorhaben aus Kostengründen nicht möglich.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.1.2.3 Prüfung unterschiedlicher Starterkulturen für die Fermentation

Die Körner der Feldfrüchte inklusive Grünmehlpellets wurden gemahlen, um die Voraussetzungen für die Fermentation zu begünstigen.

Die Korngrößenverteilung im Vergleich zum Grundfutter Weizen/Gerste zeigt Abbildung 3.

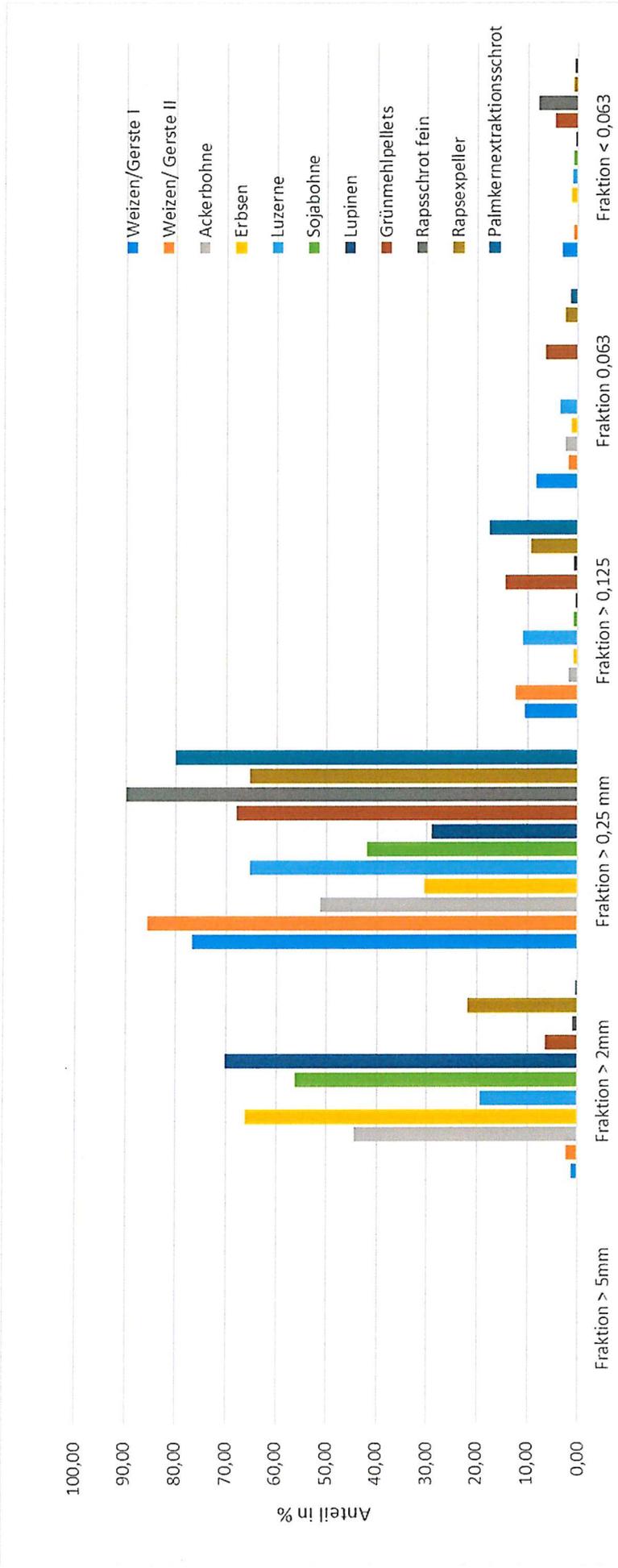


Abbildung 3: Korngrößenverteilung der Einsatzstoffe

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Das Basisfutter (40 % Gerste, 40 % Weizen) wurde mit 20 Masseprozent der Proteinträger zur Futterration wie beschrieben aufbereitet. Die Trockensubstanzgehalte (TS in %) waren folgende:

Einsatzstoff	TS in %
Erbsen	23,3
Ackerbohnen	22,8
Sojabohnen	24,6
Lupinen	24,7
Luzerne	22,6
Grünmehlpellets	20,4
Rapsschrot	24,2
Palmkernextraktionsschrot	24,3
Rapsexpeller	23,4
Erbsenschalen	24,4

Tabelle 2

TS-Gehalte der Futtermischungen

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Starterkultur I – 20 % Proteinträger

Ein erster wichtiger Indikator für den Fermentationsverlauf ist der pH-Wert. Abbildung 4 zeigt, wie der pH-Wert durch entsprechende mikrobielle Stoffwechselaktivität mit Säureproduktion sinkt.

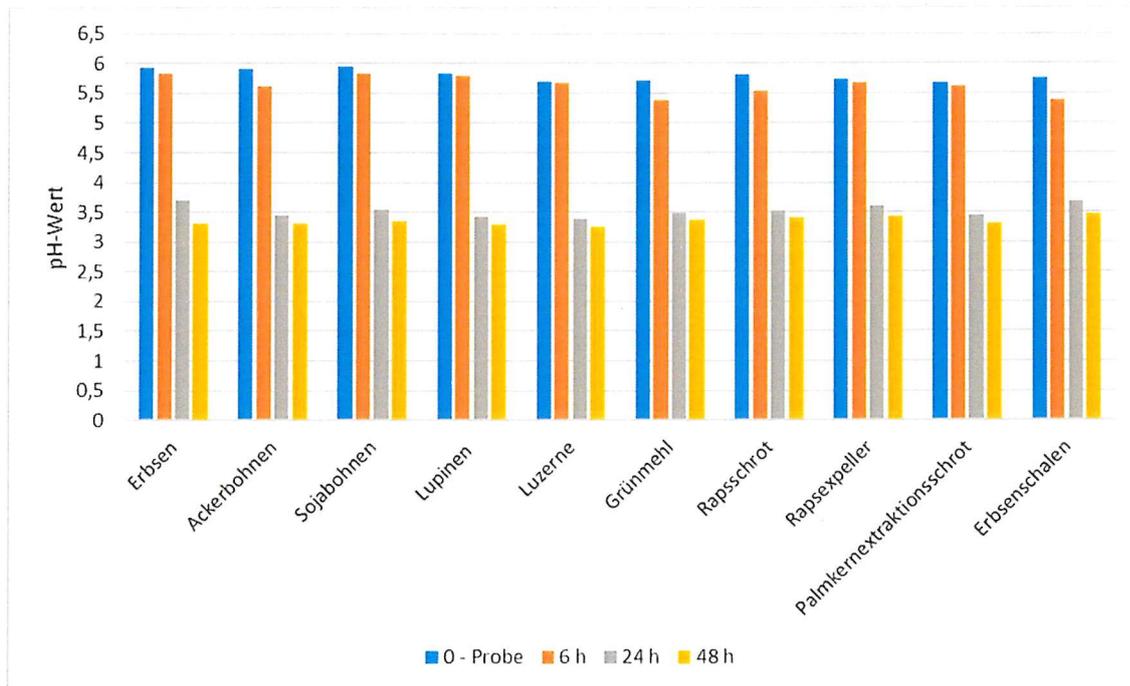


Abbildung 4: pH-Wert über den Fermentationsverlauf Starterkultur I mit 20 % Proteinträger

Die Absenkung des pH-Wertes auf < 4 innerhalb von 24 Stunden als entscheidende Kenngröße ist unabhängig von den eingesetzten Futtermischungen für alle Produkte sinkt der pH-Wert schon nach 6 Stunden.

Die Bestätigung des Fermentationserfolges erfolgt über die Milchsäurekonzentration (Abbildung 5 und Abbildung 6 (Angaben in g/l Originalsubstanz OS)).

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

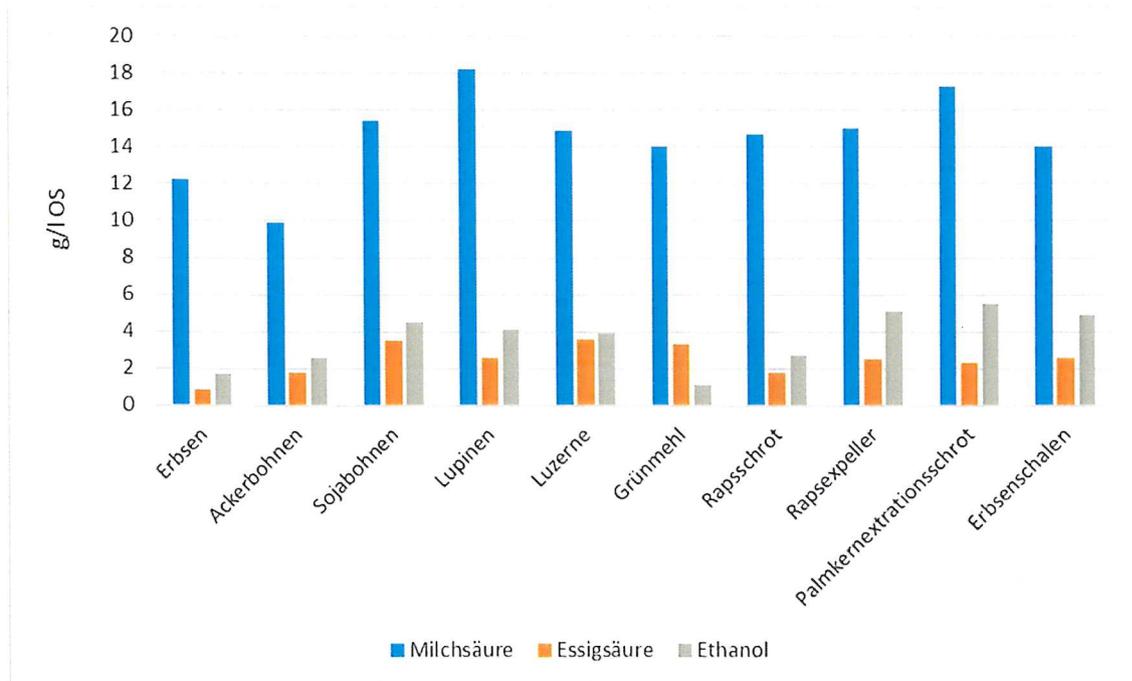


Abbildung 5: Fermentationsprodukte nach 24 h – Starterkultur I

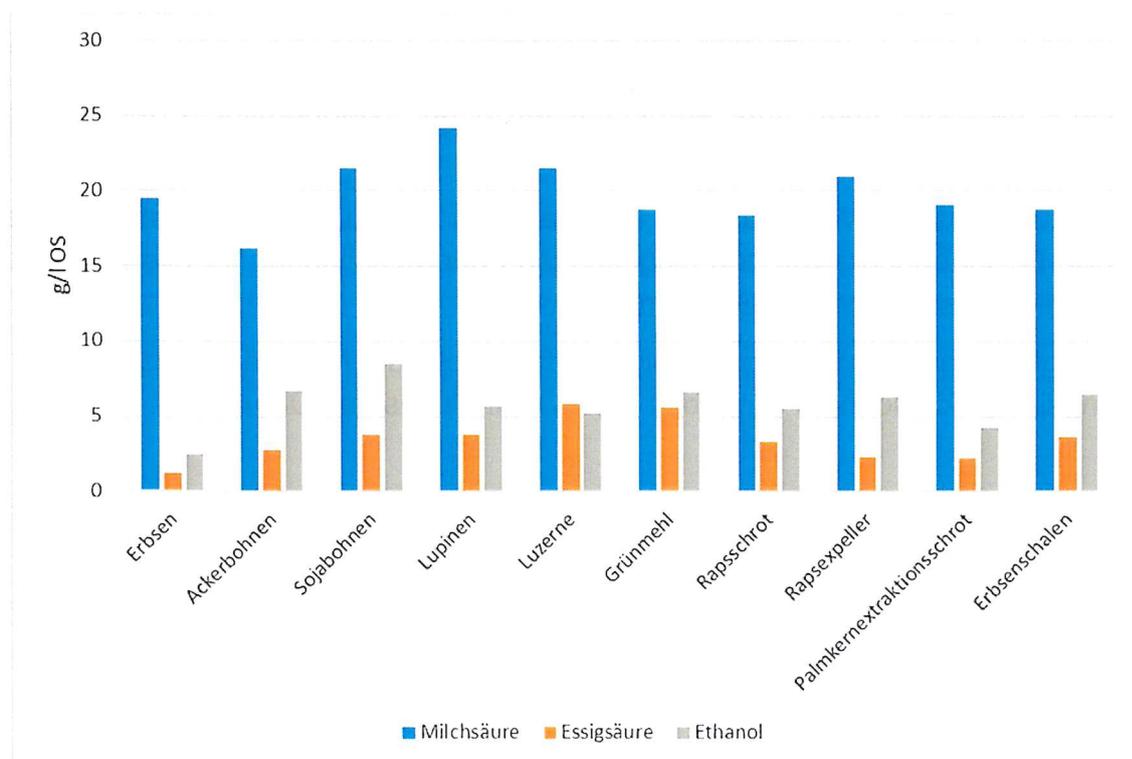


Abbildung 6: Fermentationsprodukte nach 48 h Starterkultur I

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Nach 24 Stunden Fermentation zeigen Lupinen die höchste Milchsäurebildung, aber auch die anderen geprüften Einsatzstoffe liefern entsprechend hohe Konzentrationen.

Abstriche sind lediglich für Erbsen und Ackerbohnen zu registrieren, diese werden aber nach 48 Stunden Fermentation zumindest für Erbsen nivelliert.

Die Konzentration von sowohl Essigsäure als auch Ethanol bewegen sich im unbedenklichen Bereich (< 3 g/l Essigsäure, < 6 g/l Ethanol) (Ausnahme Essigsäure für Luzerne und Grünmehl), letzteres attestiert eine geringe Hefebesiedlung.

Nach 48 Stunden haben Erbsen, Ackerbohnen, Rapsschrot und Rapsexpeller die niedrigste Essigsäurekonzentration (Abbildung 6).

Starterkultur I – 40 % Proteinträger

Zur Anhebung des Eiweißgehaltes der Futtermischungen wurde in 2 Versuchsreihen die Konzentration der Proteinträger erhöht.

Einsatzstoff	TS in %
Rapsschrot 80 %	18,2
Sojabohnen 80 %	20,7
Rapsschrot 40 %	24,7
Sojabohnen 40 %	22,7

Tabelle 3: TS-Gehalte Futtermischungen – 2. Versuchsreihe

Ein erster Versuch mit einem Anteil von 80 Masse% Sojabohnen und Rapsschrot war trotz der Milchsäurekonzentration von 13,6 g/l OS bzw. 16,5 g/l OS nach 24 Stunden nicht praktikabel, da unter den Versuchsbedingungen die Mischbarkeit stark eingeschränkt war. Möglicherweise ist dies unter Praxisbedingungen günstiger.

Eine Verminderung auf 40 % ließ sowohl für Sojabohnen als auch für Rapsschrot eine reproduzierbare Versuchsdurchführung zu.

Die Ergebnisse waren folgende (40 % Proteinträgeranteil):

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

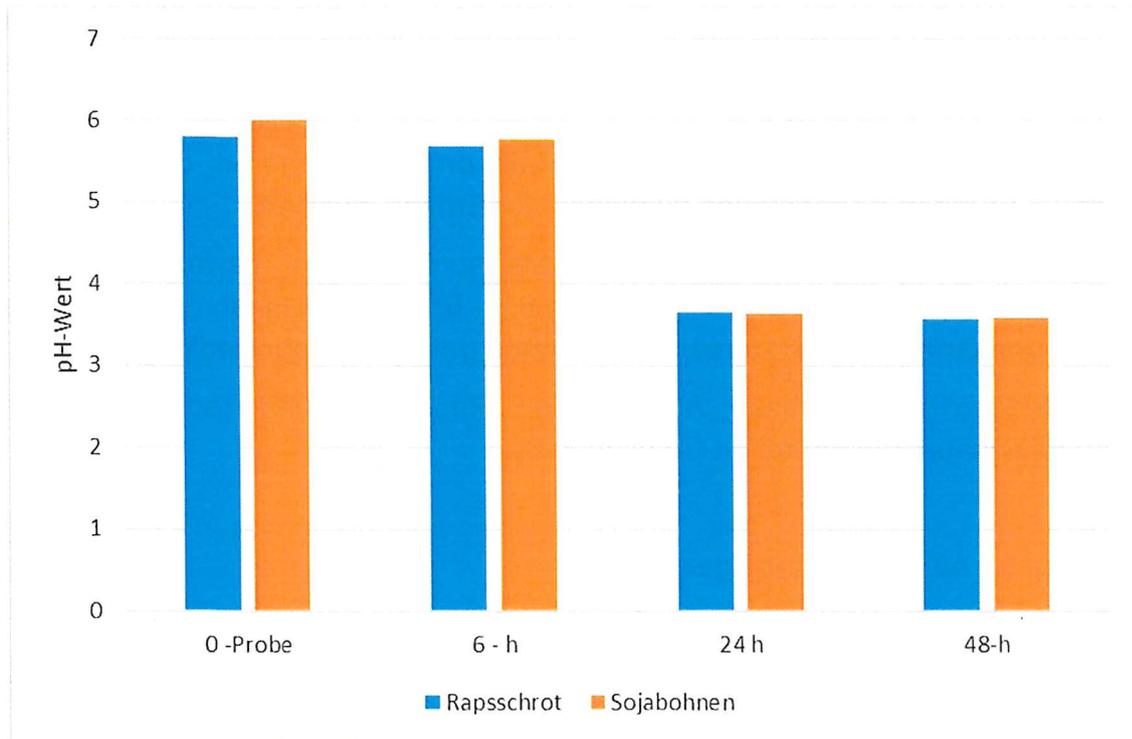


Abbildung 7: pH-Wert mit 40 % Eiweißträger in der Futtermischung

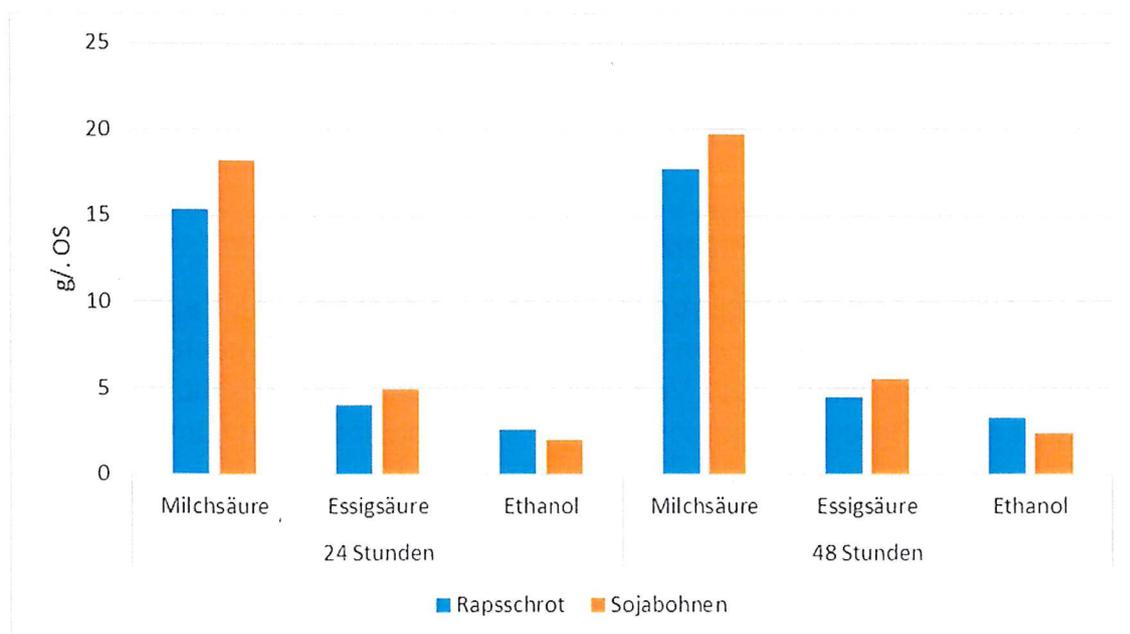


Abbildung 8: Fermentationsprodukte mit 40 % Eiweißträger in der Futtermischung nach 24 Stunden und 48 Stunden

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Starterkultur II – 20 % Proteinträger

Potente Milchsäureproduzenten sind die Grundvoraussetzung für einen optimal verlaufenden Fermentationsprozess. So ist es naheliegend, weitere Milchsäurebakterienstämme zu untersuchen. Zunächst wurde wieder der pH-Wert Verlauf ermittelt, denn je schneller die pH-Wert-Absenkung, umso geringer ist der Besatz von unerwünschten Keimen und deren Vermehrung.

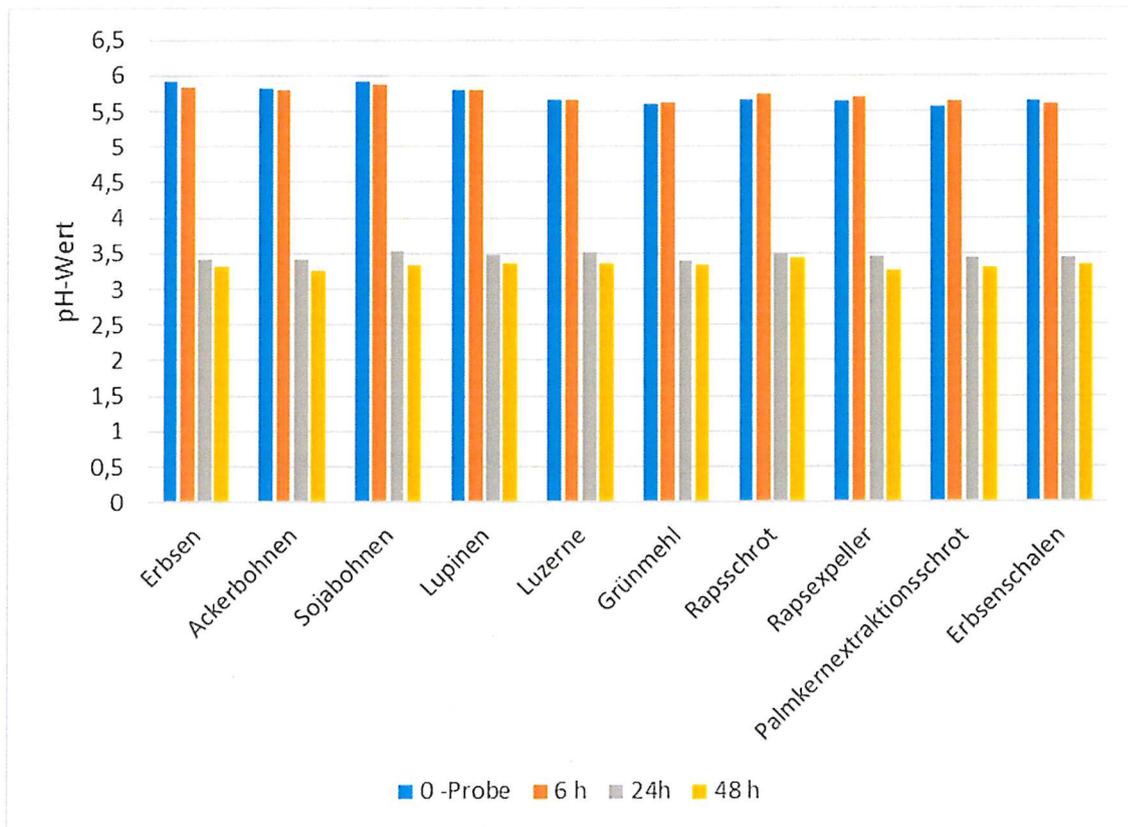


Abbildung 9: pH-Wert Starterkultur II mit 20 % Proteinträger

Auch hier erfolgt eine Bestätigung der Fermentierbarkeit unabhängig von der eingesetzten Futtermischung, mit teilweise geringfügig geringeren pH-Werten im Vergleich zu Starterkultur I.

Ein Anstieg der Milchsäurekonzentration zeigen Abbildung 10 und 11 auf:

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

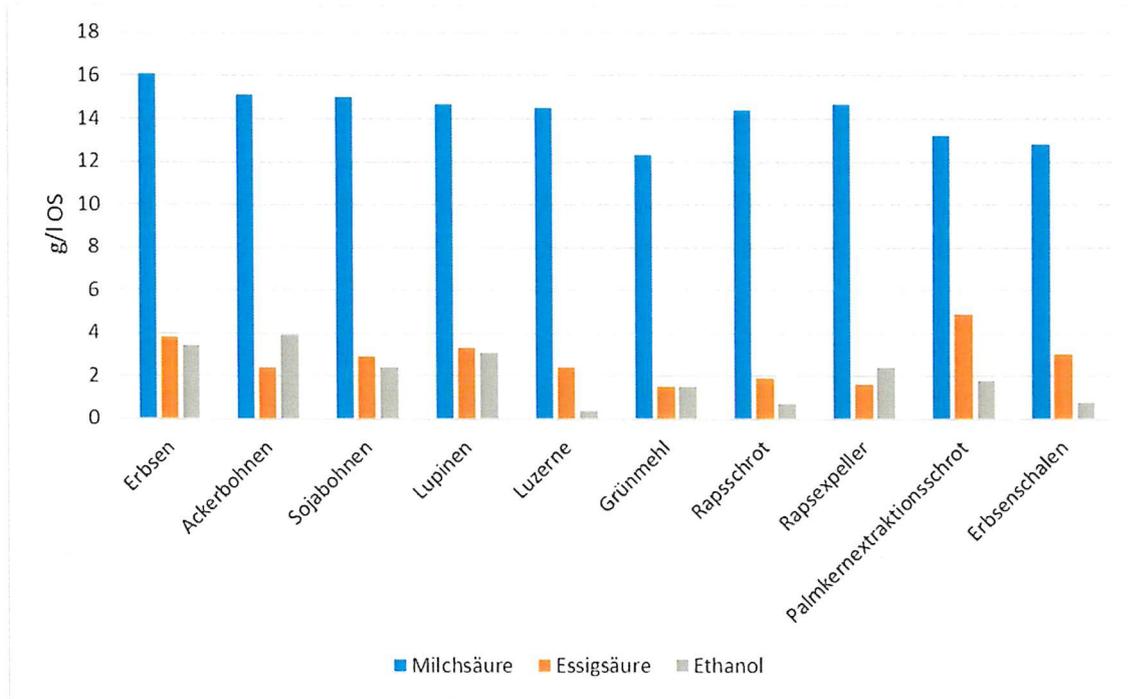


Abbildung 10: Fermentationsprodukte nach 24 h – Starterkultur II

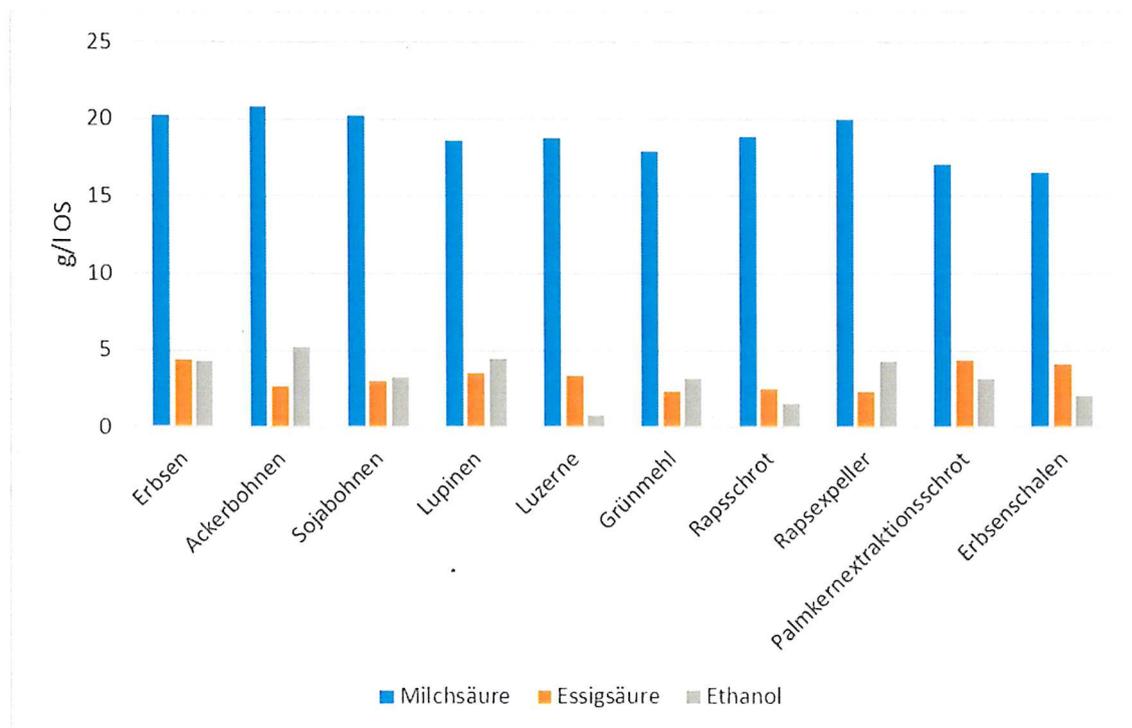


Abbildung 11: Fermentationsprodukte nach 48 h – Starterkultur II

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die vergleichende Bewertung mit Starterkultur I nach 24 Stunden (Abbildung 5) detektiert für Starterkultur II höhere Milchsäurekonzentrationen insbesondere für Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller.

Nach 48 Stunden sind die Milchsäurekonzentrationen aber wieder gleich bzw. etwas niedriger im Vergleich zu Starterkultur I.

Die Ethanolbildung ist für Ackerbohnen, Sojabohnen und Rapsexpeller geringer.

Die Prüfung der Marktrelevanz von Starterkultur II (For Farmers) erfolgte durch Parallelansätze mit Schaumannpräparat Schaumalac Feed Protect XP-Plus.

Es wurden Futtermischungen mit 40 % Proteinträger (Sojabohnen, Rapsschrot) eingesetzt.

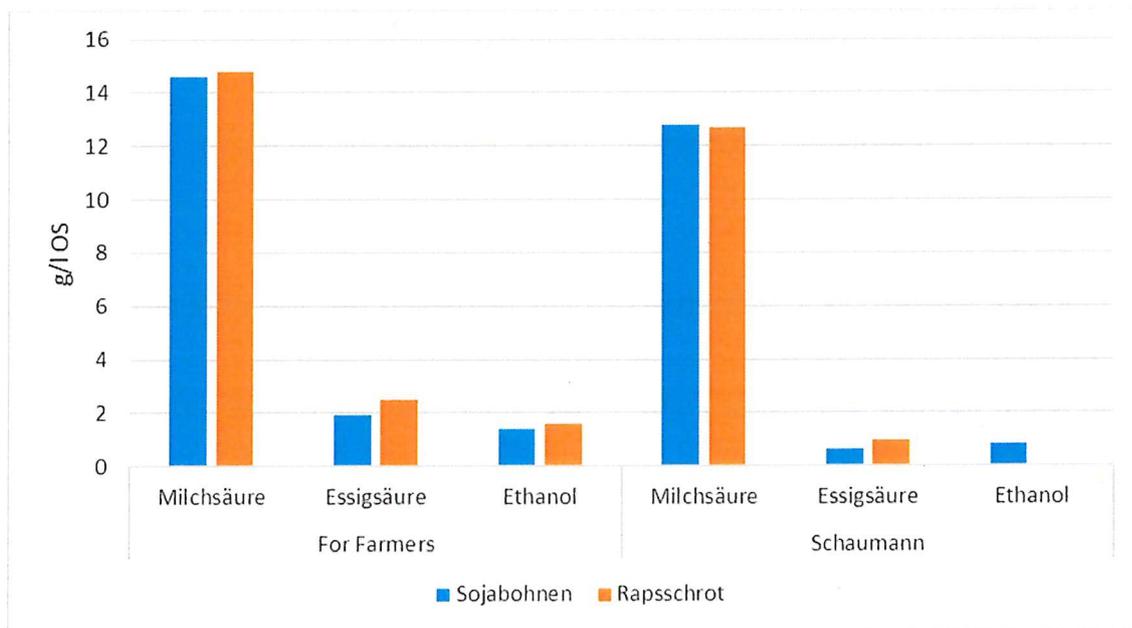


Abbildung 12: Vergleich Starterkultur For Farmers/ Schaumann nach 24 h Fermentation

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

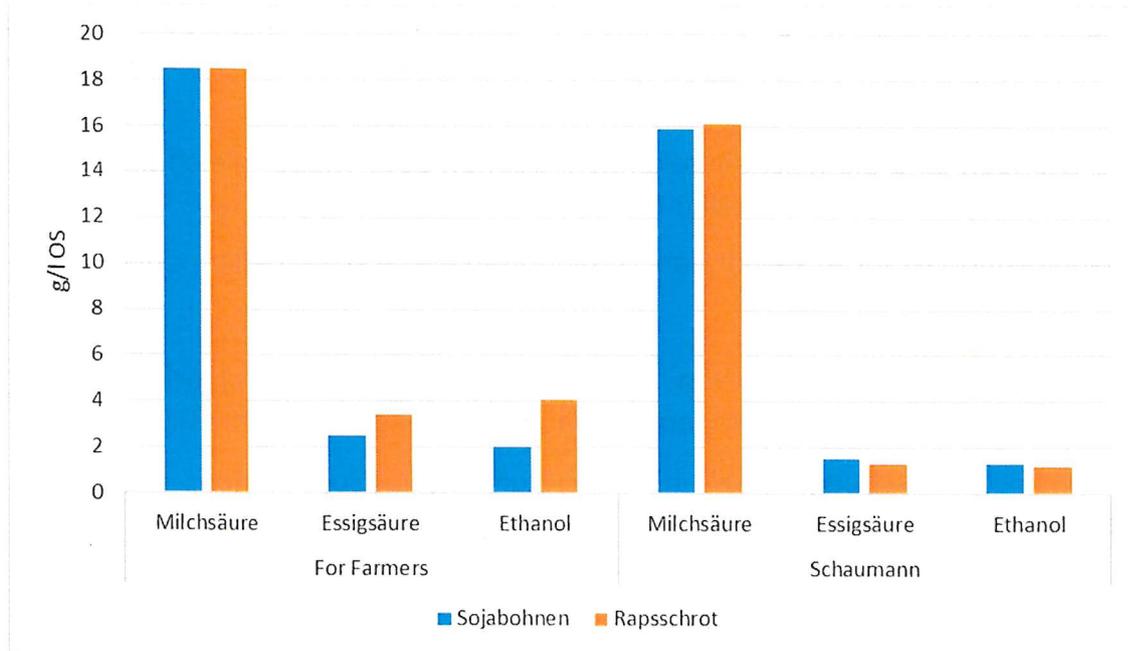


Abbildung 13: Vergleich Starterkultur For Farmers/Schaumann nach 48 h Fermentation

Die Ergebnisse weisen die For Farmers-Kultur bezüglich der Milchsäureproduktion als aktiver aus.

Dagegen sind sowohl die Essigsäure – als auch die Ethanolkonzentration bei Schaumann geringer. Beide Kulturen liegen aber unter der kritischen Grenze von 3 g/l Essigsäure.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Antinutritive Substanzen

Insbesondere Leguminosen enthalten antinutritive Substanzen (ANF), also Inhaltsstoffe, die sich beispielsweise auf den Geschmack (Tannine) oder die Verdaulichkeit des Eiweißes (Trypsininhibitoren) auswirken.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über relevante in den untersuchten Futtermischungen analysierte ANF (20 Masseprozent der aufgeführten Proteinträger in der Mischung):

Einsatzstoff	Tannine	Trypsininhibitor	Glucosinolate	Vicin	Convicin
Ackerbohne	X	X		X	X
Erbsen	X	X			
Luzerne					
Sojabohnen	X	X			
Lupinen		X			
Grünmehlpellets					
Rapsschrot			X		
Rapsexpeller			X		
Palmkernextraktionsschrot					
Erbsenschalen	X	X			

Tabelle 4: Untersuchungsumfang ANF

Die entsprechend analysierten Proben lagen in den betreffenden ANF-Gehalten nach Auskunft des beauftragten Labors Masterlab unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze. Allerdings muss in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, dass der Proteinträgeranteil in der Futtermischung nur 20 % beträgt.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Diese wurden von Masterlab wie folgt angegeben:

Tannine	5 mg/l Flüssigprobe
Trypsinhibitor	30 mg/g OS
Glucosinolate	0,07 µmol/g
Convicin, Vicin	Keine Angaben

Tabelle 5: Nachweisgrenzen – ANF (Antinutritive Faktoren) bei erfolgter Analytik

5.1.2.4 Optimierung mittels Enzymeinsatz

Bei der Futterfermentation werden Monosaccharide bakteriell zur Milchsäure umgesetzt.

Die eingesetzten Enzyme sollen die Aufspaltung der Kohlenhydrate der Futtermittel unterstützen. Neben den ohnehin leicht verdaulichen Kohlenhydraten (Stärke, Saccarose) sollen auch Nichtstärke – Polysaccharide (NSP) wie Cellulosen, Pentosane oder Pektine aufgeschlossen zu Monosacchariden aufgeschlossen und können so von den Milchsäurebakterien verwertet werden.

Die Wirksamkeit der Enzymzugabe wurde im Vergleich ohne Enzymdosierung mit Starterkultur I untersucht (Abbildung 14 und 15).

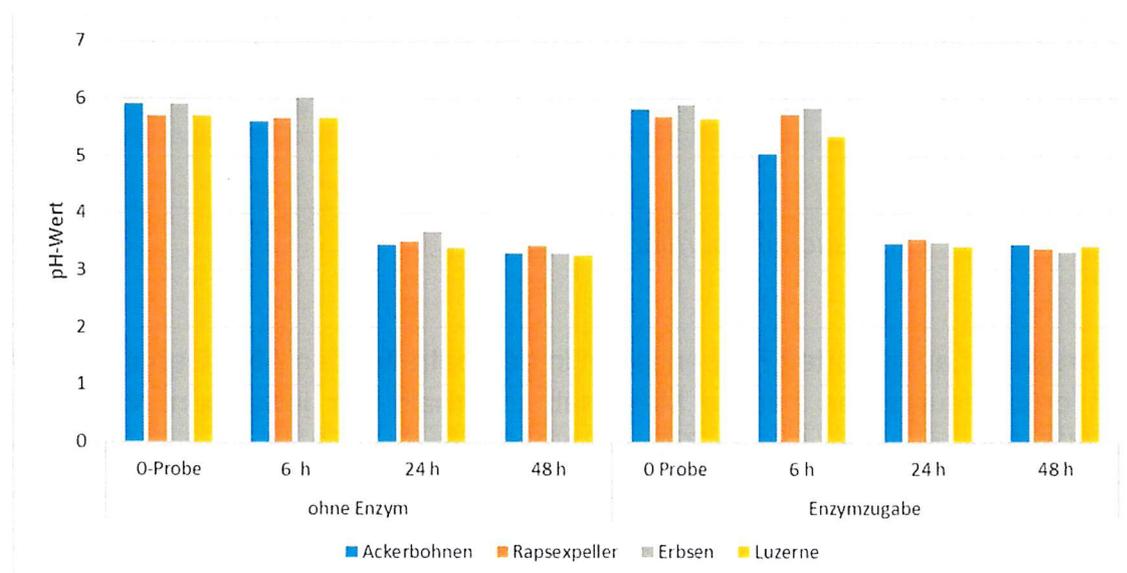


Abbildung 14: Vergleichende Bewertung pH-Wert mit und ohne Enzymeinsatz

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

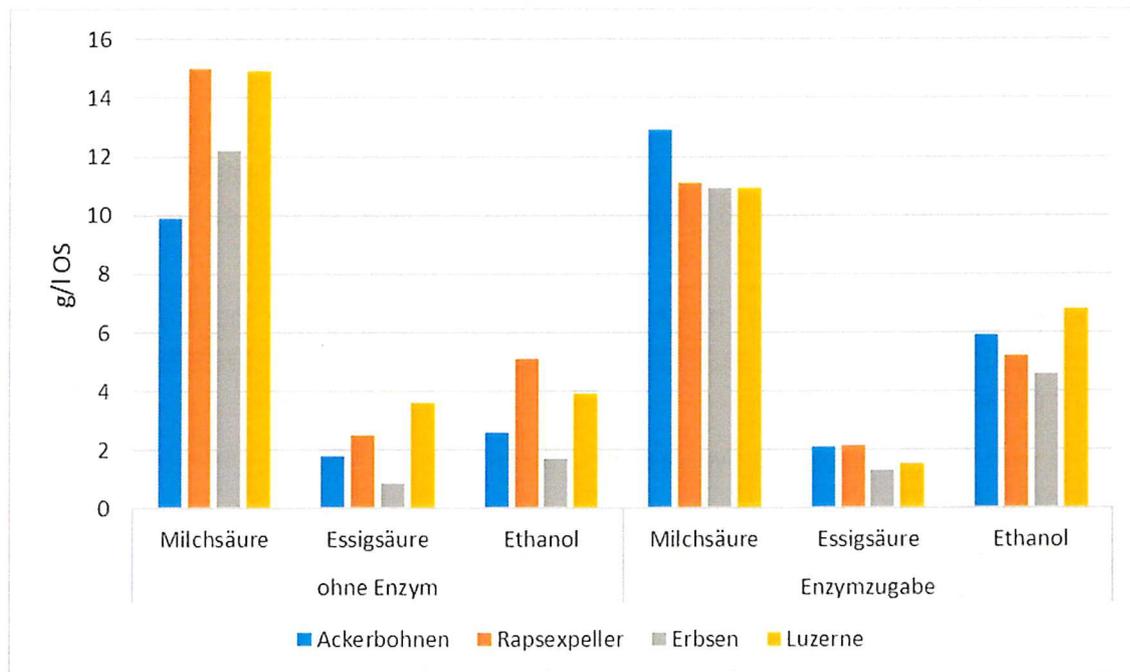


Abbildung 15: Vergleichende Bewertung des Fermentationsverlaufes mit und ohne Enzymeinsatz 24 h

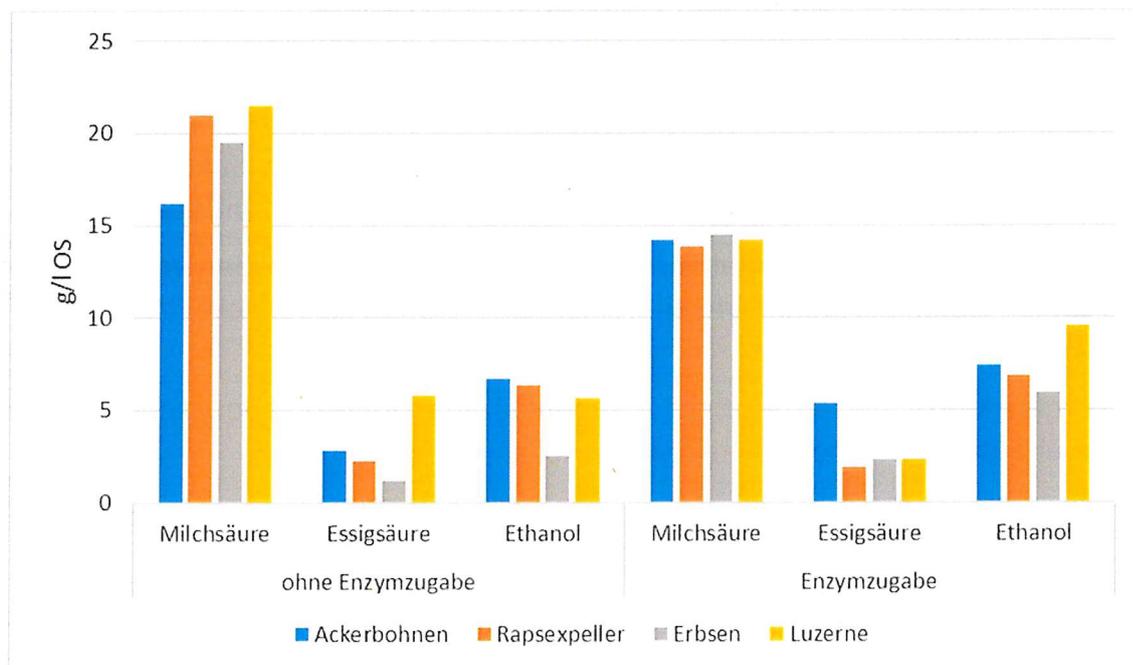


Abbildung 16: Vergleichende Bewertung des Fermentationsverlaufes mit und ohne Enzymeinsatz 48 h

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Ziel der Enzymdosierung war, für die Milchsäurebakterien sonst nicht zugänglichen Kohlenhydrate der Futtermischungen durch deren Aufspaltung zu Monosacchariden für eine Milchsäurebildung zu mobilisieren.

Die pH-Wert-Absenkung (Abbildung 14) erfolgte anfangs im Vergleich zur Probe ohne Enzymdosierung schneller (6 Stunden-Probe), nivelliert sich aber im Verlauf der Fermentation.

Die Milchsäurekonzentration wird mit Ausnahme von Ackerbohnen nach 24 Stunden Fermentation und Enzymzugabe nicht erhöht (Abbildung 15), insbesondere für Luzerne ist diese geringer.

Essigsäure wird für Rapsexpeller wesentlich, aber auch für die anderen Mischungen weniger produziert.

Dagegen ist die Ethanolbildung mehrheitlich höher als in den Versuchsansätzen ohne Enzymdosierung.

Noch weniger wirksam sind die Enzyme nach 48 Stunden, offensichtlich geht die Enzymaktivität über den Fermentationszeitraum zurück durch den sinkenden pH-Wert.

5.1.3 Schlussfolgerungen für den weiteren Projektverlauf

Die untersuchten Feldfrüchte bzw. deren Körner und Nebenprodukte sind grundsätzlich für die Futterfermentation geeignet.

Auch eine Erhöhung des Anteils in der Getreidemischung führt zu keiner Beeinträchtigung der Stoffwechselaktivitäten der relevanten Milchsäurebakterien.

Für die großtechnische Fermentation stehen auch aus Gründen der Verfügbarkeit aus regionalen Stoffkreisläufen Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller zunächst im Fokus.

Somit werden Möglichkeiten eröffnet, den Anteil von Sojaextraktionsschrot in der Schweinefütterung durch heimische Eiweißquellen zu ersetzen.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.2 Großtechnische Fermentation unter Praxisbedingungen

5.2.1 Aufgabenstellung

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sollten im Rahmen des „scale-up“ im größeren Maßstab bestätigt werden.

Dazu wurde am Standort Uthleben ein Konzept für die Durchführung der großtechnischen Fermentation im Hinblick auf die Umsetzung in Fütterungsversuche entwickelt.

Um den Aufwand in Grenzen zu halten und auch aus Gründen der Verfügbarkeit aus regionalen Stoffkreisläufen wurden Futtermischungen mit Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller fermentiert.

5.2.2 Ergebnisse

5.2.2.1 Material und Methoden

Die Futtermischungen mit 20 % Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller wurden in der am Standort genutzten Fütterungsanlage aufbereitet.



Abbildung 17: Futteraufbereitungsanlage Uthleben

Konkret wurden 3,2 t Erbsen, Ackerbohnen und Rapsexpeller mit 6,4 t Weizen und 6,4 t Gerste im warmen Wasser eingemaischt.

Das verflüssigte Futter wurde in die vorhandenen Fermenter (60 m³ – Behälter) gepumpt und mit einer aktiven Milchsäurebakterienkultur (L. Plantarium) beimpft. Die Fermentationsdauer war 24 Stunden bei 37° C.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die fermentierten Futtermischungen wurden anschließend direkt verfüttert und so eine erste Prüfung der Futteraufnahme vorgenommen.

5.2.2.2 Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt:

Probebezeichnung	TM %	pH- Wert	Milchsäure g/kg OS	Essigsäure g/kg OS	Ethanol g/kg OS
Rapsexpeller	23,3	6,04	6,1	1,26	1,5
Erbsen	21,8	6,14	0,3	0,815	6,4
Ackerbohnen	18,0	6,08	8,4	1,12	4,3

Tabelle 6: Stoffkennwerte vor Fermentation

Probebezeichnung	TM %	pH- Wert	Milchsäure g/kg OS	Essigsäure g/kg OS	Ethanol g/kg OS
Rapsexpeller	24,0	3,28	19,4	2,42	5,6
Erbsen	24,3	3,71	10,7	2,37	0,2
Ackerbohnen	24,7	3,16	21,0	1,78	5,9

Tabelle 7: Stoffkennwerte nach Fermentation

Die Ergebnisse der großtechnischen Versuche bestätigen die im Labormaßstab ermittelten. Lediglich bei der Erbsenmischung war eine geringere Milchsäurebildung zu verzeichnen.

Die in den Fütterungsversuchen eingesetzten Mischungen liegen bezüglich der Milchsäurekonzentrationen aber dann in der Größenordnung der Laboruntersuchungen mit über 20g/kg Milchsäure (vgl. Anhang 2 zu Pkt.5.5)

Die Essigsäurebildung liegt unter der kritischen Grenze von 3g/kg.

Die mikrobiologische Befundauswertung führte zu folgenden Ergebnissen (Tabelle 8 und 9):

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Probebezeichnung	KBE Milchsäurebakterien Keime/g	KBE Hefen Keime/g	KBE Enterobakterien Keime/g
Rapsexpeller	$3,1 \times 10^5$	$6,1 \times 10^3$	$5,2 \times 10^4$
Erbsen	$5,6 \times 10^6$	$8,7 \times 10^3$	$3,8 \times 10^4$
Ackerbohnen	$3,6 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$	$4,0 \times 10^2$

Tabelle 8: Mikrobiologische Befundauswertung vor Fermentation

Probebezeichnung	KBE Milchsäurebakterien Keime/g	KBE Hefen Keime/g	KBE Enterobakterien Keime/g
Rapsexpeller	$2,8 \times 10^7$	$1,4 \times 10^3$	< 100
Erbsen	$1,9 \times 10^8$	$4,3 \times 10^6$	< 100
Ackerbohnen	$3,6 \times 10^5$	$3,2 \times 10^3$	< 100

Tabelle 9: Mikrobiologische Befundauswertung nach Fermentation

Äußerst positiv muss die drastische Reduzierung der Enterobakterien gesehen werden, da diese als Darmkeime (E. coli, Salmonellen) nachteilig einzustufen sind.

Für die kritische Keimgruppe Hefen werden Gehalte von unter 10^7 KBE/g Flüssigfutter gefordert, somit sind diese nicht als gefährdend einzustufen.

Die Fütterung der Mastschweine mit den fermentierten Mischungen zeigte für Erbsen und Ackerbohnen eine gute Aufnahme, hingegen war diese für Rapsexpeller vermindert.

Offensichtlich beeinträchtigen die in Rapsexpeller enthaltenen Glucosinolate (Bitterstoffe) das Futteraufnahmevermögen.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.2.2.3 Schlussfolgerungen für den weiteren Projektverlauf

Im Ergebnis der großtechnischen Fermentationsuntersuchungen und im Zusammenhang mit der regionalen Verfügbarkeit hatten Erbsen für die Fütterungsversuche die höchste Priorität.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3 Applikationsversuche mit Fütterung von Sauen und saugenden Ferkeln

5.3.1 Material und Methoden

5.3.1.1 Tiermaterial

Die o.g. Fütterungsversuche wurden in der Schweinezuchtanlage Neumark durchgeführt, d. h. es waren Sauen und Ferkeln verfügbar.

Die Sauen, die in diesen Untersuchungen eingesetzt wurden, waren von der Genetik „Topigs20“ (**T20**) und „Topigs TN70“ (**TN70**). Sauen mit Wurfnummer 5 und höher waren von T20, die Sauen mit Wurfnummer 1 bis 5 waren von TN70. Alle Sauen waren besamt mit „Pietrain Eber“ Sperma.

Zuchtsauen und Jungsauen wurden in diesem Versuch nicht untersucht

Das Versuchskonzept beinhaltete die Unterteilung in eine Versuchs- und Kontrollgruppe.

Insgesamt **208 Sauen** (105 Kontrolle; 103 Ferment) wurden in dem Versuch untersucht (siehe Pkt.5.3.1.5). Bei der Einteilung der abgesetzten Sauen wurde so gut wie möglich versucht, die Genetik und Parität in beiden Gruppen gleich zu halten.

Die Sauen waren in 4 folgenden Wochen für das Projekt eingestallt: 17. Mai, 24. Mai, 31. Mai, und 7. Juni 2018 (Datum Absetzen). Bis zur Besamung erfolgte kein Unterschied in der Haltung, ab Tag 7 wurden die Sauen gefüttert entsprechend Pkt.5.3.1.5. Die Sauen wurden entsprechend eines Produktionszyklus geprüft: Absetzen bis zum nächsten Absetzzyklus.

5.3.1.2 Haltungsform

Vom Absetzen bis zur Besamung lagen die Sauen in Einzelboxen. Ab Tag 7 nach dem Absetzen bis Tag 112 wurden die Sauen in Gruppen gehalten (Boxen mit Auslauf) in Gruppen von 16 Tieren. Zirka 5 Tagen vor dem Abwerfen wurden die Sauen in die Abferkelabteilungen eingestallt.

5.3.1.3 Fütterung

Alle Tiere wurden flüssig gefüttert (WEDA 4PX): im Deckstall und Trachtstall 1x am Tag; im Abferkelbereich 2x am Tag (Tag 1 bis 5) oder 3x am Tag (ab Tag 5).

Im Deck- und Trachtstall standen 4 Sauen an einem Ventil, im Abferkelstall 1 Sau pro Ventil.

Im Deckstall (zirka 7 Tage) haben alle Sauen die gleiche Ration bekommen (mit Ferment), danach wurde das Kontrollfutter (K) oder das Ferment (F) Ration verabreicht.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Trachtfutterrationen hatten 19% TS, die Laktofutterrationen hatten 21,5% TS.



Abbildung 18: Abferkelabteilung mit 56 Boxen

5.3.1.4 Versuchszeitraum

Der Versuch hat vom 17. Mai bis 29. Oktober 2018 stattgefunden.

5.3.1.5 Versuchsdurchführung

Es gab zwei Fütterungsvarianten im Versuch:

- 1) Kontrolle (**K**) : Ration mit 30% nicht-fermentierter Futtermischung
- 2) Ferment (**F**) : Ration mit 30% fermentierter Futtermischung

Die Rationen waren exakt identisch zwischen beiden Versuchsgruppen. Die 30% ige Futtermischung bestand aus: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, und 20% Futtererbsen. Das bedeutet, dass in der Endrationen 6% Futtererbsen enthalten waren.

Die übrigen 70% der Futtermischung bestanden aus flüssigen Nebenprodukten, Trockenfutter und Ergänzern von den Firma Havens (Maashees, Niederlande). Die Zusammensetzung der Rationen ist Anhang 1 zu entnehmen und war gleich für beide Versuchsgruppen.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.1.6 Fermentation

Der 30 %ige Anteil der Futtermischung (Anhang 1) wurde 24 Stunden fermentiert. Die Anfangstemperatur war zwischen 36 und 37 °C. Zu Beginn der Fermentation wurde mit einer flüssigen, aktivierten Milchsäurekultur beimpft (*L. Plantarum*).



Abbildung 19: Fermentationsanlage Neumark

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.1.7 Analysen

- Gewicht Sauen (pro Einzeltier)
 - Beim Einstellen im Deckstall (sofort nach Absetzen zu Versuchsbeginn)
 - Beim Umstallen zum Abferkelstall
 - Beim Absetzen
- Speck / Fleisch (pro Einzeltier)
 - Beim Einstellen im Deckstall (Versuchsbeginn)
 - Beim Umstellen zum Abferkelstall
 - Beim Absetzen
- # Lebend Geboren (LGB), # Tot Geboren (TGB), # Mumien (MUM)
- Gewicht Ferkel
 - Geburt (in max. 12 Stunden); individuell gewogen = Tag 1
 - Dienstag = Tag 5 (Ferkel haben noch kein Futter bekommen); pro Wurf gewogen
 - Mittwoch = Tag 13; pro Wurf gewogen
 - 1 Tag für Absetzen; pro Wurf gewogen
- Futteraufnahme (Stand Durchfluss der Ventile WEDA Futter Computer)
 - Beim Einstellen im Deckstall
 - Beim Einstellen im Wartestall
 - Beim Einstellen im Trachtstall
 - Beim Einstellen im Abferkelstall
 - Beim Absetzen
- Veterinärmedizinische Betreuung der Sauen und Ferkel
- Verluste Sauen und Ferkel

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.2 Untersuchungsergebnisse

Insgesamt wurden 208 Sauen in dem Versuch geprüft: 105 in der Kontrollgruppe und 103 in der Fermentgruppe. Die Sauen waren verteilt über 4 Wochengruppen. Während des Versuchs sind insgesamt 5 Sauen verendet (3x Kontrolle – 2x Ferment).

Die Ergebnisse beziehen sich daher auf 102 Sauen Kontrolle und 101 Fermentsauen.

Die Sauen wurden zu Beginn des Experiments wie folgt verteilt: (Tabelle 10):

	#	Parität ¹	% T20 ³	%T70 ²	Abg.Ferkel ⁴
Kontrolle	102	3,3	25	75	13,2
Ferment	101	3,2	22	78	13,3

Tabelle 10: Daten der Sauen zu Versuchsbeginn

¹ Parität: bei Versuchsbeginn; ² TN70 = Topigs TN70; ³ T20 = Topigs T20; ⁴ Abgesetzte Ferkel letzte Wurf (zu Versuchsbeginn)

5.3.2.1 Gewicht der Sauen

Das Gewicht der Sauen wurde zu 3 Zeitpunkten bestimmt: zu Untersuchungsbeginn (sofort nach Absetzen), beim Einstellen in Abferkelbereich (AFB), und beim Absetzen (Tabellen 11 und 12).

kg	Absetzen	std	Einstellen AFB	std	Änderung
Kontrolle	232,5	22,9	294,0	21,9	+61,5
Ferment	232,2	28,2	302,6	26,4	+70,4

Tabelle 11: Gewichtsentwicklung der Sauen während der Tracht

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

kg	Einstallen AFB	std	Absetzen	std	Änderung
Kontrolle	294,0	21,9	245,4	21,4	-48,6
Ferment	302,6	26,4	237,5	24,9	-65,1

Tabelle 12: Gewichtsentwicklung der Sauen während der Laktation

Die Gewichtszunahme während der Tracht war bei der Ferment Gruppe höher im Vergleich zur Kontrollgruppe (+70,4 kg versus +61,5 kg; Tabelle 11). Während der Laktation war die Gewichtsabnahme bei der Ferment Gruppe höher im Vergleich zur Kontrollgruppe (-65,1 kg versus -48,6 kg; Tabelle 12).

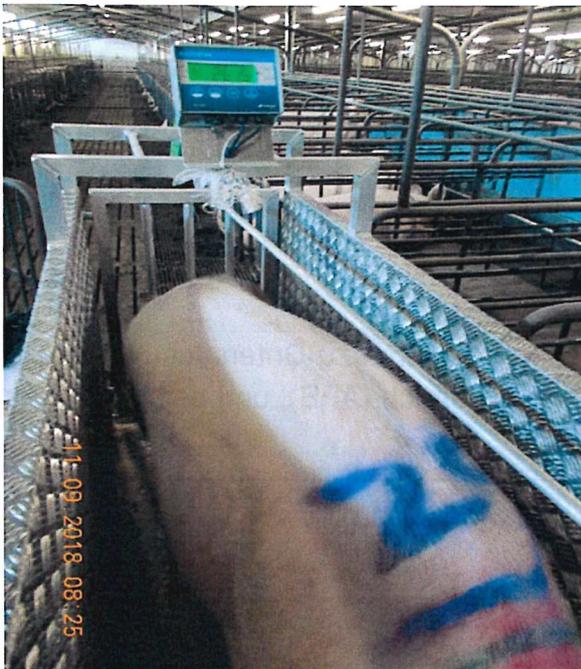


Abbildung 20: Sau in der Waage. Jede Sau wurde dreimal individuell gewogen (beim Absetzen, beim Einstellen in die Abferkelbucht und beim erneuten Absetzen).

5.3.2.2 Speck- und Fleischmaß

Das Speck- und Fleischmaß wurde zu 3 Zeitpunkten gemessen: beim Absetzen, beim Einstellen in Abferkelbereich (AFB), und beim Absetzen (Tabellen 13 und 14).

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

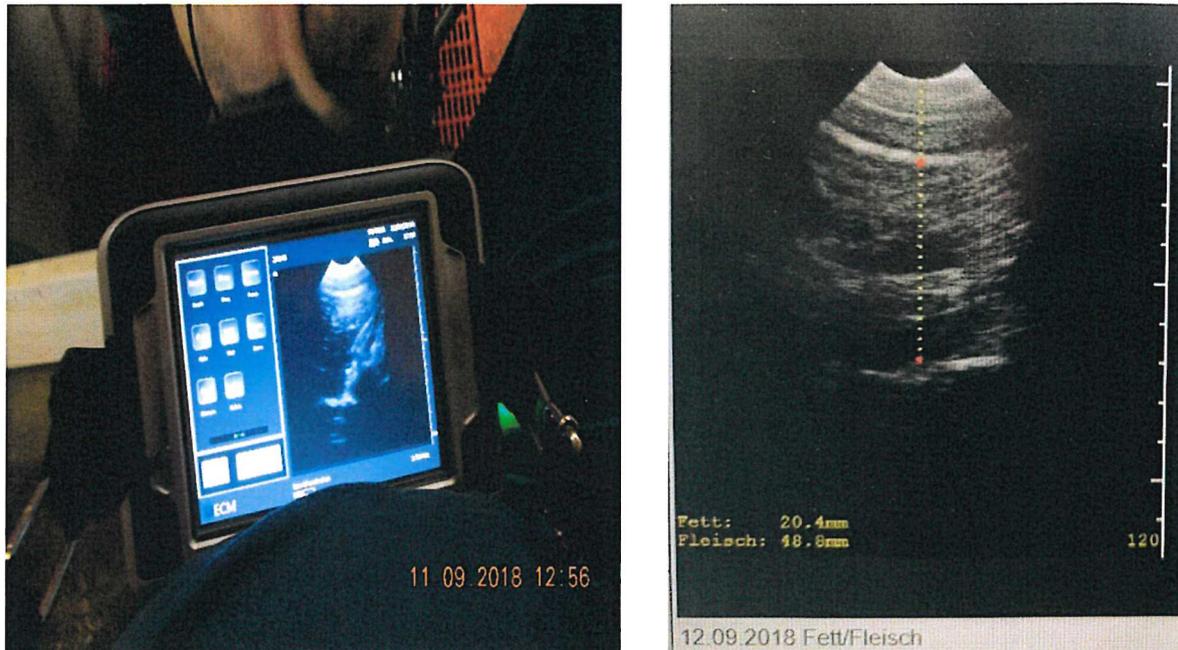


Abbildung 21 links: MoniScan von GFS; scannen im Stall; rechts Auswertung Speck und Fleisch am Computer

mm	Absetzen		Einstellen AFB		Differenz	
	Speck	Fleisch	Speck	Fleisch	Speck	Fleisch
Kontrolle	15,7	51,9	16,7	56,3	+1,0	+4,4
Ferment	16,0	51,4	17,5	58,7	+1,5	+7,3

Tabelle 13: Entwicklung von Speck- und Fleischmaß (mm) der Sauen während der Tracht

mm	Einstellen AFB		Absetzen		Differenz	
	Speck	Fleisch	Speck	Fleisch	Speck	Fleisch
Kontrolle	16,7	56,3	14,2	53,3	-2,5	-3,0
Ferment	17,5	58,7	14,3	53,6	-3,2	-5,1

Tabelle 14: Entwicklung von Speck- und Fleischmaß (mm) der Sauen während der Laktation

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Zunahme von Speck und Fleisch während der Tracht war bei der Ferment Gruppe (+1,5 mm Speck und +7,3 mm Spier) höher im Vergleich zur Kontrollgruppe (+1,0 mm Speck und +4,4 mm Fleisch Tabelle 13).

Während der Laktation war die Abnahme von Speck und Fleisch bei der Ferment Gruppe (-3,2 mm Speck und -5,1 mm Spier) höher im Vergleich zur Kontrollgruppe (-2,5 mm Speck und -3,0 mm Fleisch; Tabelle 14).

5.3.2.3 Futterverbrauch der Sauen

Für die Untersuchungen war klar, dass die Sauen in der Kontrollgruppe eine höhere Futtermenge benötigten, um die angestrebte Kondition zu erreichen. Deshalb waren die Futtermengen in der Kontrollgruppe deutlich erhöht (bis 10%). Umso auffälliger war, dass trotzdem die Ferment Sauen deutlich höhere Gewichtszunahmen aufwiesen, und auch Zunahmen in Speck und Fleisch gegenüber den Kontrollsauen.

kg	Kontrolle	Ferment	Differenz
Tracht	350,9	323,1	27,8 (7,9%)
Laktation	140,0	131,2	8,8 (6,3%)
Insgesamt	490,9	454,3	36,6 (7,5%)

Tabelle 15: Futterverbrauch (kg)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.2.4 Leistungsparameter der Sauen

Die Sauen der Ferment Gruppe hatten mehr lebend geborene Ferkel im Vergleich zur Kontrollgruppe: 15,1 versus 14,8 (Tabelle 16), Zusätzlich mit einer geringeren Standardabweichung (3,17 versus 4,03). Die Anzahl tot geborener Ferkeln + Mumien war fast identisch zwischen beiden Versuchsgruppen (1,7 versus 1,8).

Stück	LGB ¹	std ²	TGB ³	std ²	MUM ⁴	std ²
Kontrolle	14,8	4,03	1,1	1,43	0,6	0,92
Ferment	15,1	3,17	1,3	1,77	0,5	0,99

Tabelle 16: Anzahl Ferkel bei der Geburt (Lebend Geboren, Tot Geboren, Mumien)

¹ LGB = Lebend Geboren; ² std = Standardabweichung; ³ TGB = Tot Geboren; ⁴ MUM = Mumien

Neben der Zahl von lebend geborenen Ferkeln war es auch wichtig, dass die Sau die Ferkel aufziehen kann (Tabelle 17). Während die Laktationszeit wurden die Ferkel viermal gewogen: Tag 1, 5, 13, und 24 (Absetzen). Die Ferment Gruppe hat 0,4 Ferkel mehr am Tag 1 (14,8 versus 14,4), und beim Absetzen waren es 0,5 Ferkel mehr (12,8 versus 12,4; Tabelle 17).

Stück	Tag1	Std ¹	Tag5	Std ¹	Tag13	Std ¹	Tag24	Std ¹
Kontrolle	14,4	3,88	12,9	1,63	12,4	1,60	12,3	1,49
Ferment	14,8	3,13	13,2	1,16	13,0	1,21	12,8	1,23

Tabelle 17: Anzahl der gewogene Ferkeln während der Laktation

¹ std = Standardabweichung

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.2.5 Gewichte der Ferkel

Während der Laktation (24 Tagen) wurden die Ferkeln 4x gewogen: tzt Geburt (Tag 1), Tag 5, Tag 13, und Tag 24 (1 Tag vor Absetzen). Die Ergebnisse sind aus den Tabellen 18 und 19 ersichtlich.

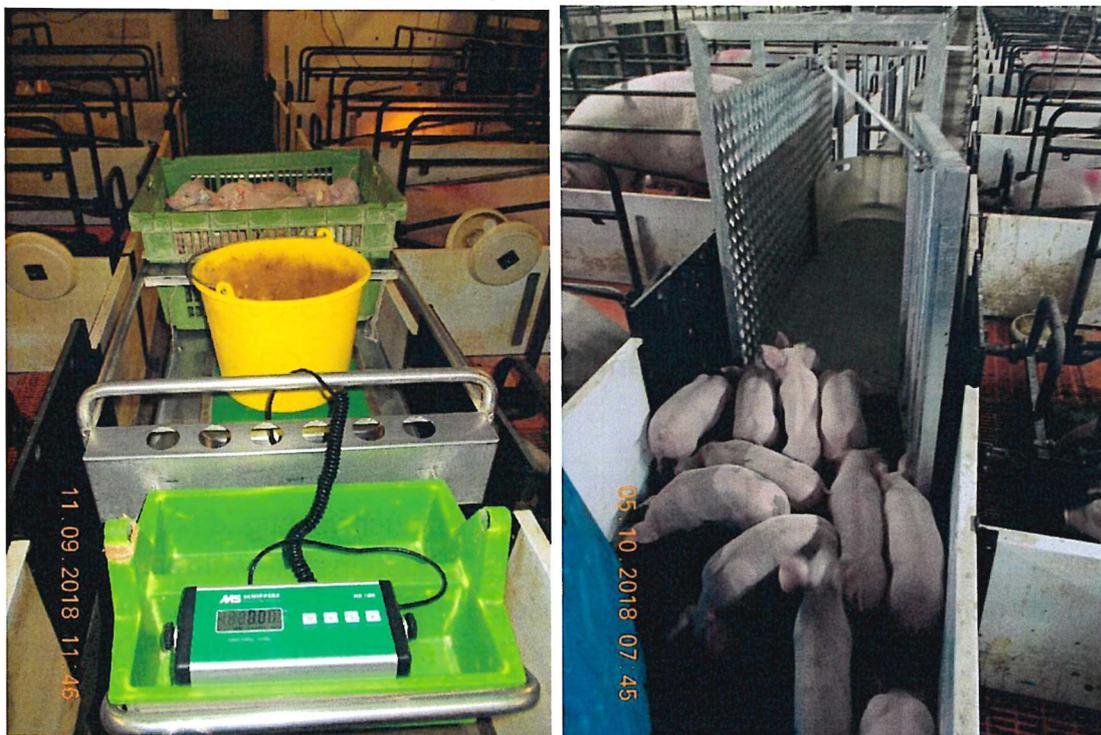


Abbildung 22: links: Wägung von Ferkeln am Tag 1 (individuell im Eimer); rechts: Wägung beim Absetzen

	Gewicht pro Ferkel (kg)							
kg	Geburt¹	std²	Tag 5³	std²	Tag 13⁴	std²	Tag 24⁵	std²
Kontrolle	1,53	0,29	2,17	0,34	3,70	0,81	6,64	1,07
Ferment	1,49	0,27	2,21	0,33	3,70	0,58	6,40	0,86

Tabelle 18: Gewichtsentwicklung der saugenden Ferkel (kg)

¹ Lebend Geboren Ferkeln wurden max. 12 Stunden nach Geburt individuell gewogen; ² std = Standardabweichung; ³ Tag 5: Ferkeln haben noch kein Futter bekommen; ⁴ Ferkeln in Durchschnitt 13 Tagen nach Geburt gewogen; ⁵ Ferkeln wurden im Durchschnitt 24 Tagen nach Geburt gewogen (1 Tag vor Absetzen)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Gewichtsentwicklung der Ferkel (Tabelle 18) war fast identisch während der Laktation; nur am Tag 24 war das Gewicht pro Ferkel in der Ferment Gruppe niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe (6,40 versus 6,64 kg). Wenn aber eine Korrektur zur Anzahl der Ferkel (Gesamtgewicht; Tabelle 19) vollzogen wird, dann ist insgesamt das Gewicht von der Ferment Gruppe ein wenig höher (81,8 versus 81,3 kg).

Die Standardabweichung auf die Ferkelgewichte war in der Ferment Gruppe am Tag 13 und Tag 24 deutlich geringer im Vergleich zur die Kontrollgruppe (Tabellen 18 und 19).

	Gewicht pro Wurf (kg)							
kg	Geburt¹	std²	Tag 5³	std²	Tag 13⁴	std²	Tag 24⁵	std²
Kontrolle	21,2	4,77	28,1	5,71	46,1	11,70	81,3	15,82
Ferment	21,6	4,23	29,2	5,64	48,2	8,91	81,8	12,33

Tabelle 19: Wurfgewicht Ferkel bei Geburt, Tag 5, Tag 13 und Absetzen (kg)

¹ Lebend Geborene Ferkeln wurden max. 12 Stunden nach Geburt individuell gewogen, hieraus wurde insgesamt das Geburtsgewicht lebend geborener Ferkel berechnet; ² Tag 5: Ferkel haben noch kein Futter bekommen; ³ Ferkel im Durchschnitt 13 Tage nach Geburt gewogen; ⁴ Ferkel wurden in Durchschnitt 24 Tage nach Geburt gewogen (1 Tag vor Absetzen)

5.3.2.6 Tiergesundheitsstatus

In der Kontrollgruppe sind 3 Sauen verendet; umgerechnet 2,86%. In der Ferment Gruppe sind 2 Sauen verendet, umgerechnet 1,95%. Das heißt, dass pro Wurf-Zyklus fast 1% weniger Sauenverluste auftreten; auf Jahrbasis sind es 2.47 Würfe, das bedeutet, dass 2,47% weniger Sauen verenden, wenn diese die fermentierte Futtermischung verabreicht bekommen.

Pro 5.000 Sauen sind das 124 Sauen pro Jahr.

In der Kontrollgruppe sind 85,4% der geborenen Ferkel abgesetzt worden; in der Ferment Gruppe waren es 86,5%.

Pro 150.000 geborene Ferkel werden so 1.650 Ferkeln mehr abgesetzt, wenn die Sauen fermentiertes Futter verabreicht bekommen haben.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.3 Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen sind unseren Wissens die ersten weltweit in dieser Größenordnung unter Praxisbedingungen durchgeführten, d.h. den Effekt von fermentierter Futtermischung (inklusive Futtererbsen) auf die Leistungen, Kondition und Gesundheit von Sauen und saugenden Ferkeln zu prüfen.

Damit ist es schwer möglich, die Ergebnisse von diesen Untersuchungen mit anderen relevanten Studien zu vergleichen.

In der Literatur sind nur wenige Publikationen zur Fermentierung von Futtererbsen veröffentlicht.

Kürzlich sind von der Universität Berlin einige Studien publiziert worden (Goodarzi et al., 2017, Goodarzi et al., 2018). Der Vorteil der Fermentierung von Erbsen ist nachgewiesen:

<u>ANF</u>	Native Erbsen	Fermentierte Erbsen	<i>Alteration by fermentation¹</i>
Soluble-NSP (g/100 g DM) ²	0.91	1.06	+15.4%
Resistant Starch (g/100 g DM) ²	3.25	0.73	-77.5%
Total dietary fibre (g/100 g DM) ²	18.1	16.2	-10.8%
Trypsin Inhibitor Activity (TIA) (mg/g DM) ²	0.67	0.23	-65.7%
Raffinose equivalents (mol/g DM) ²	97.9	30.7	-68.6%
Phytic Acid (g/100 g DM) ²	0.92	0.77	-16.4%

Tabelle 20: Anti-Nutritionelle Faktoren (ANF) von Erbsen (Quelle: Goodarzi et al., 2017)

¹ Compared with native pea; ² DM = Dry Matter, Results of duplicate measurement

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zeigen eindeutig das hohe Potential von fermentierten Futtermischungen auf die Kondition der Sauen. In allen 4 Wochengruppen war festzustellen, dass die Sauen, die Ferment gefüttert bekommen haben, eine gleiche bis höhere Gewichtszunahme haben mit im Durchschnitt 8% weniger Futter.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Auch ist es deutlich, dass die Zunahme von Speck und Fleisch während der Tracht höher war, wenn die Sauen fermentierte Futtermischungen verabreicht bekommen haben. Diese Befunde werden auch in der Praxis bestätigt: mit 30 bis 50% Ferment in die Rationen brauchen die Sauen zwischen 5 bis 10% weniger Futter. Sonst wachsen diese zu schnell und kommen zu schwer in die Laktation (pers. Mitteilung Scholten). Diese Praxiserfahrung aus allen Zuchtbetrieben, wo fermentiertes Futter eingesetzt wird, ist mit vorliegender Studie bestätigt.

Der ideal-verdauliche Lysingehalt von Soja beträgt 25.3 g/kg; Futtererbsen haben einen Wert von 10.5 g/kg. Jede Prozent Erbsen im Futter ist damit 0.4% Soja gleichzusetzen.

In der Praxis wird immer mit einem maximalen Gehalt an Futtererbsen in den Schweinefuttermischungen gerechnet, aber vielleicht kann mit fermentierten Erbsen ein höherer Anteil Futtererbsen in den Rationen eingesetzt werden. Im oben beschriebenen Versuch war der Anteil Futtererbsen 6% in den tragenden sowie laktierenden Rationen. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe waren auch nicht schlecht, aber die von der Ferment Gruppe waren deutlich besser.

Damit ist erwiesen, dass mit der Fermentierung von Futtererbsen die Verfütterung von Futtererbsen statt Soja in den Rationen von tragenden und laktierenden Sauen ermöglicht wird.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.4 Schlussfolgerungen

Innerhalb des Forschungsvorhabens ist der Effekt von 30% fermentierter Futtermischung (mit 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie und 20% Futtererbsen) im Vergleich zu 30% Nicht-Fermentierte Futtermischung untersucht worden. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Die Futtermischung mit 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie und 20% Futtererbsen lässt sich gut fermentieren. Im Durchschnitt waren 22,6 g Milchsäure/kg Ferment sowie 2,3 g Essigsäure/kg Ferment enthalten, bei einem pH von zirka 3,3.
- Durch die Zugabe von 30% fermentierter Futtermischung (auf TS), sinkt der pH in den Rationen deutlich ab: 4,4 versus 3,8 in der Trachtrationen, und 4,9 versus 4,4 in die Laktationsrationen.
- Sauen, die 30% fermentierte Futtermischung in der Trachtration verabreicht bekommen, brauchten fast 8% weniger Futter im Vergleich zur Kontrolle. Trotzdem ist die Gewichtszunahme mit 8,9 kg höher als bei den Sauen, die kein fermentiertes Futter bekommen haben. Auch war der Ansatz von Speck (+0,5 mm) und Fleisch (+2,9 mm) deutlich größer.
- Pro Wurf-Zyklus brauchten die Ferment Sauen 36,6 kg weniger Futter; mit einer Wurf Index von 2,47 ist das auf Jahresbasis **eine Einsparung von zirka 90 kg Futter pro Sau pro Jahr**.
- Die Untersuchungen zeigen eindeutig, dass 6% fermentierte Futtererbsen in die Rationen von tragenden und laktierenden Sauen kein Problem darstellen. Es wäre interessant zu testen, wo die maximale Menge an fermentierten Futtererbsen in den Rationen von tragenden und laktierenden Sauen liegt. **Pro 1% Futtererbsen in der Rationen kann 0,4% Sojabohnen ersetzt werden** (auf Basis von darmverdaulichem Lysin).

Fermentierte Futtermischungen in den Rationen von Sauen zeigen eine überraschende Verbesserung der Tierleistungen und eine deutliche Reduzierung von Futterkosten (8% weniger Futter). Die Frage, warum Sauen mit „nur“ 30% fermentiertem Futter in die Endrationen so deutlich effizienter das Futter ausnutzen, ist hochinteressant und sollte in weiteren Untersuchungen vertieft werden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.4.1 ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG

Die Futterzusammensetzung bezieht sich auf 100% TS.

Auf Basis 100% TS	TRACHT		LAKTO	
	Kontrolle	Ferment	Kontrolle	Ferment
Trockene RWM ¹	30%	--	30%	--
Fermentierte RWM ¹	--	30%	--	30%
Weizen	2,5%		11,5%	
Gerste	15,0%		0%	
Soja-48	0%		5,5%	
Fasermischung ²	16,5%		6,5%	
Fasermischung ²	6,5%		3,5%	
Molke	9,0%		5,5%	
Kartoffeldampfschalen	20,5%		37,5%	
Übriges				

Tabelle 21: FUTTERZUSAMMENSETZUNG

¹ RWM = Rohwaren Mischung: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, 20% Futtererbsen. Diese wurde gemischt mit den übrigen Komponenten und sofort gefüttert (Kontrollgruppe) oder die RWM wurde erst 24 Stunden fermentiert (Ferment Gruppe), dann gemischt mit den übrigen Komponenten im Futtertank und sofort gefüttert.

² Fasermischung: 70% Weizenkleie, 25% Zuckerrübenpülpe, 5% Leinsaat extr.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Konzentrationen beziehen sich auf 88% TS.

Auf Basis 88% TS	TRACHT	LAKTO
Roh Protein (g/kg)	128	160
Roh Fett (g/kg)	38	54
Roh Faser (g/kg)	68	58
Asche (g/kg)	58	71
Stärke (g/kg)	325	316
Zucker (g/kg)	76	65
Ca (g/kg)	6,5	9,8
P (g/kg)	5,0	5,7
Na (g/kg)	2,3	2,8
EW	1,01	1,06
Ileal lysine (g/kg)	5,0	8,3
Vit A (IE/kg)	15.000	15.000
Vit D3 (IE/kg)	0	0
Vit E (IE/kg)	75	120

Tabelle 22: Futterinhaltsstoffe (Bezug 88% TS)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.3.4.2 ANHANG 2: ERGEBNISSE VON LABORANALYSEN

Auf Basis 88% TS	TRACHT	TRACHT Kontrolle	TRACHT Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	128	142	139
Roh Fett (g/kg)	38	42	44
Roh Faser (g/kg)	68	76	72
Asche (g/kg)	58	55	55
Stärke (g/kg)	325	280	270
Zucker (g/kg)	76	70	57

Tabelle 23: Ergebnisse von Laboranalysen

Auf Basis 88% TS	LAKTO	LAKTO Kontrolle	LAKTO Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	160	180	174
Roh Fett (g/kg)	54	59	60
Roh Faser (g/kg)	58	58	55
Asche (g/kg)	71	67	66
Stärke (g/kg)	316	280	245
Zucker (g/kg)	65	59	68

Tabelle 24: Ergebnisse von Laboranalysen

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Produkt Basis	Ferment	Ferment	Ferment
<i>Datum</i>	<i>4.jul</i>	<i>9.aug</i>	<i>19.sep</i>
pH	3,27	3,22	3,29
Milchsäure (g/kg)	22,5	22,2	23,0
Essigsäure (g/kg)	2,3	2,2	2,3
Ethanol (g/kg)	4,2	4,1	4,9
Trocken Substanz (%)	22,0	21,8	22,3

Tabelle 25: Ergebnisse von Laboranalysen

pH	TRACHT	TRACHT	LAKTO	LAKTO
	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>
05.jul.2018	4,4	3,7	-	-
16.jul.2018	4,4	3,8	-	-
08.aug.2018	4,5	3,8	-	-
12.sep.2018	4,4	3,7	-	-
14.sep.2018	-	-	4,9	4,4
28.sep.2018	-	-	4,8	4,4
22.okt.2018	-	-	4,8	4,3

Tabelle 26: Ergebnisse von Laboranalysen

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.4 Applikationsversuche mit Fütterung von abgesetzten Ferkeln

5.4.1 Material und Methoden

5.4.1.1 Tiermaterial

Die Ferkel, die in diesen Untersuchungen eingesetzt wurden, waren von Sauen der Genetik „Topigs20“ (T20) und „Topigs TN70“ (TN70).

Insgesamt waren 1902 Ferkel in diesen Versuch einbezogen, verteilt über die Versuchs- und Kontrollgruppe (siehe 5.4.1.5). Bei der Verteilung der Ferkel ist wurde so gut wie möglich versucht, die gleichen Gewichte, Genetik und Geschlechter in den Gruppen einzusetzen.

Die Ferkel wurden am Montag, den 12. November und am Donnerstag, den 15. November für die Versuche bereitgestellt.

5.4.1.2 Haltungsform



Abbildung 23: Ferkelabteilung mit 24 Buchten

Kooperation „Innovative Futterfermentation“



Abbildung 24: Bucht mit Ferkeln

5.4.1.3 Fütterung

Im Ferkelbereich wird mittels „WEDA Pipe Pigs“ flüssig gefüttert: ein Verfahren, das für kleine Portionen (Ferkel) sehr geeignet ist und die Vermischung von Futter fast unmöglich macht (da das Futter durch Leitungen transportiert wird).

Pro Bucht wurden 25 Ferkel eingestallt und pro 2 Buchten war 1 Breifutterventil installiert.

Die Ferkel wurden gefüttert über einen Lang-Trog, wo jedem Ferkel ein Fressplatz zu Verfügung stand. Pro Tag wurde 6x Futter dosiert. In der 1. Woche wurde nicht mit dem Futtersensor gearbeitet, ab Tag 8 wurde über den Futtersensor (2 pro Trog) die Futterbereitstellung dahingehend gesteuert, dass die Ferkel mehr oder weniger Futter bekommen auf Basis der Fresszeitsteuerung.

Die Rationen hatten 24,3% TS, 24,3% TS und 24,3% TS.

5.4.1.4 Versuchszeitraum

Der Versuch hat von 12. November bis 21. Dezember 2018 stattgefunden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.4.1.5 Versuchsdurchführung

Es gab zwei Versuchsgruppen:

- 1) Kontrolle (K) : Ration mit 10-20-30% nicht-fermentierter Futtermischung
- 2) Ferment (F) : Ration mit 10-20-30% fermentierter Futtermischung

Die Erbsenverfütterung erfolgte wie ersichtlich in Adaptionsphasen.

%	Tag 1-14		Tag 15-28		Tag 29-42	
	NFRW ¹	FRW ²	NFRW ¹	FRW ²	NFRW ¹	FRW ²
Kontrolle (K)	10	0	20	0	30	0
Ferment (F)	0	10	0	20	0	30

Tabelle 27: Anteile der nicht-Fermentierten (NFRW) und fermentierten (FRW) Futtermischung in den Flüssigationen der Ferkel

¹ NFRW = NICHT fermentierte Futtermischung; ² Fermentierte Futtermischung; Sowohl die nicht-fermentierte wie die fermentierte Mischung bestand aus 35% Weizen, 35% Gerste, 20% Futtererbsen, 5% Weizenkleie und 5% Zuckerrübenpülpe

Die Rationen waren exakt identisch in beiden Versuchsgruppen; die 10-20-30% Futtermischung wurde frisch verfüttert (K Gruppe) bzw. zuvor fermentiert (F Gruppe). Die 30%-ige Futtermischung bestand aus: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, und 20% Futtererbsen. Das bedeutet, dass in der Endrationen 6% Futtererbsen enthalten waren.

Die weiteren 90/80/70% der Rationen bestanden aus Ergänzern von der Firma Una-Hakra (Zusammensetzung der Rationen siehe Anhang 1) und waren gleich für beide Versuchsgruppen.

5.4.1.6 Fermentation

Der 30%ige Anteil der Futtermischung (Anhang 1) wurde 24 Stunden fermentiert. Die Anfangstemperatur war zwischen 36 und 37 °C. Zu Beginn der Fermentation wurde mit einem flüssigen aktivierten Milchsäurebakterium (*L. Plantarum*) beimpft.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.4.1.7 Analysen

- Wägungen
 - Beim Einstellen
 - Tag 8
 - Tag 16
 - Tag 39 (alle Ferkeln waren noch vorhanden)
- Futter Aufnahme (Stand der Ventile WEDA Futter Computer)
 - Beim Einstellen
 - Tag 8
 - Tag 16
 - Tag 39 (alle Ferkeln waren noch vorhanden)
- Veterinärmedizinische Betreuung der Ferkeln täglich
- Ferkelverluste wurden täglich registriert. Ursache + Gewicht.

5.4.2 Untersuchungsergebnisse

Insgesamt waren 1.902 Ferkel in den Versuch einbezogen: 1.100 in der Ferment Gruppe und 1.100 in der Kontrollgruppe.

5.4.2.1 Technische Leistungen

Das Gewicht der Ferkel wurde zu 4 Zeitpunkten bestimmt: beim Einstellen, am Tag 8, Tag 16, und am Tag 39.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

	Kontrolle	Ferment
# Tieren im Versuch	952	950
# Buchten	38	38
Periode Tag 1 bis 8		
Anfangsgewicht (kg)	6,75	6,92
Gewicht Tag 8 (kg)	7,23	7,53
Wachstum Tage 1-T8 (g/Tag)	69	87
Futtermittelverwertung Tage 1-8 (kg/kg)	4,58	2,51
Periode Tag 8 bis 16		
Gewicht Tag 16 (kg)	9,55	9,89
Wachstum Tage 8-16 (g/Tag)	290	296
Futtermittelverwertung Tage 8-16 (kg/kg)	1,37	1,39
Periode Tag 16 bis 39		
Gewicht Tag 39 (kg)	22,66	23,24
Wachstum Tage16-39 (g/Tag)	570	580
Futtermittelverwertung Tage16-39 (kg/kg)	1,67	1,67
Ganzen Periode		
Wachstum (g/Tag)	408	419
Futtermittelverwertung (kg/kg)	1,66	1,65

Tabelle 28: Technische Leistungen

Kooperation „Innovative Futterfermentation“



Abbildung 25: Komplette Bucht Ferkel in der Waage

5.4.2.2 Gesundheitsstatus

Die Verluste waren in die Fermentgruppe ein wenig höher als in der Kontrolle: 25 Stück (2,6%) zu Stück (2,2%).

5.4.3 Diskussion

Der Anteil Futtererbsen mit 2-4-6% musste so niedrig angesetzt werden, da die Kontrollgruppe mit nicht-fermentierten Erbsen gefüttert wurde. Wir konnten nicht höher gehen, um nicht zum Start des Versuches schon sehr schlechte Ergebnisse mit der Kontrollgruppe zu bekommen. Trotzdem war die Beobachtung, dass die Kontrollgruppe in der erste Woche nicht so gut gestartet ist im Vergleich zur Fermentgruppe.

Der erwartete Unterschied in der Effizienz der Futterausnutzung war nicht zu verzeichnen: über die gesamten 40 Tage waren es nur 0.01 zu Gunsten von Fermentgruppe. Dies ist weniger als vorher erwartet. Das Gleiche haben wir in dem Mastschweine-Versuch gesehen: dort war die Futterverwertung nur 0.04 besser,

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

aber mit schlechterer Schlachtqualität Pkt.5.3.5.4) .Möglicherweise ist das eine Auswirkung des unterschätzten Futterwert von der fermentierten Futtermischung.

In der Literatur sind nur wenige Verdauungsversuche beschrieben (Jorgensen et al., 2010, Lyberg et al., 2006): fermentierter Weizen oder Gerste haben danach eine 4 bis 7% höhere Energieverdauung und Eiweißverdauung. Nachteil dieser Verdauungsversuchen ist, dass sehr wenig Tiere untersucht wurden (4 bis 5), es sich immer um Borgen gehandelt hat mit einer sehr restriktiven Gewichtsspanne (50 bis 60 kg) und nur an 2 bis 3 Tagen Proben entnommen wurden.

Es sind aber auch Untersuchungen bekannt, in denen 80% der Futtermenge aus fermentiertem Futter besteht. Es ist sehr fraglich, ob diese hohen Mengen keinen negativen Effekt auf die Verdaulichkeit, haben und diese Rationen mit 80% Ferment viel zu schnell den Magen/Darmtrakt durchlaufen (pers.Mitt. Ronald Scholten). Trotzdem ist es klar, dass fermentiertes Futter einen höheren Futterwert hat.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Rationen berechnet auf der Basis von gleichem Futterwert der fermentierten Futtermischung und nicht-fermentierte Futtermischung. Wenn der genaue Futterwert von fermentiertem Futter bekannt ist, können die Rationen genau berechnet werden (z.B. optimales Energie/Protein-Verhältnis) mit dem Ergebnis, dass die Futterverwertung noch positiver beeinflusst wird und die Schlacht Qualität fast gleich gut ist.

Im durchgeführten Versuch war das optimierte Futter reichhaltig: sehr hochverdauliches Futter. Aus der Praxis kommen mehr und mehr Informationen, dass Ferkelrationen mit Ferment ganz neu optimiert werden sollen: deutlich niedrigere Gehalte an hochverdaulichem Futterkomponenten und mehr Faser/Struktur. Nur dann können die Ferkel alle Nährstoffe gut aufnehmen, und das Risiko auf Durchfall und Verluste ist viel niedriger.

Die Kontrollgruppe hat während des gesamten Versuches zusätzlich Säure in das Endfutter bekommen: 0.6% in Ferkel 1, und 1% in Ferkel 2 und 3. Die Ferment Gruppe hat dies nicht verabreicht bekommen. Die Kosten der Säure sind zirka € 1,50 pro kg. Die Ferkeln haben im Durchschnitt 4 kg Ferkel 1 und 22 kg Ferkel2+3 bekommen: die Extrakosten für die Säure sind dann € 0,37 pro Ferkel.

Der ideal-verdauliche Lysingehalt von Soja beträgt 25.3 g/kg; Futtererbsen haben einen Wert von 10.5 g/kg. Jedes Prozent Erbsen entspricht so 0.4% Soja.

In der Praxis wird immer mit einem maximalem Gehalt Futtererbsen in Schweinerationen gerechnet, aber vielleicht kann mit fermentierten Erbsen ein höherer Anteil Futtererbsen in die Rationen gegeben werden. Im durchgeführten Ferkelversuch war der Anteil Futtererbsen 2-4-6% in den Rationen Ferkel1, Ferkel2 und Ferkel3.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Es wäre interessant, in Zukunft die Kombination von „Rationen ohne viel hoch verdaulichem Futter + hohem Anteil fermentierte Erbsen“ zu testen.

5.4.4 Schlussfolgerungen

- Bei Ferkeln in der Ferment Gruppe war ein Wachstum von 419 g/Tag mit einer Futtermittelverwertung von 1.65; Ferkeln in der Kontrollgruppe ein Wachstum von 408 g/Tag mit einer Futtermittelverwertung von 1.66
- Die Ferkelverluste waren 2,6% in der Ferment Gruppe, und 2,2% in der Kontrollgruppe.
- Im Ergebnis dieser Versuch wird deutlich, dass Rationen mit fermentiertem Futter eine ganz andere Optimierung benötigen. Im Versuch waren die Rationen deutlich viel zu hochwertig. In einem nächsten Versuch soll das geändert werden.
- Erbsen in die Rationen von Ferkeln (2%, 4%, 6% in resp. Ferkel 1, 2, 3) haben nicht zu schlechten Ergebnissen geführt. Damit ist es möglich, Futtererbsen in kleinen Mengen in Ferkelrationen zu verfüttern. Mit 6% Futtererbsen kann zirka 2,4% Soja substituiert werden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.4.4.1 ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG

Die Futterzusammensetzung ist auf 100% TS bezogen.

Auf Basis 100% TS	Futter 1		Futter 2		Futter 3	
	Kontrolle	Ferment	Kontrolle	Ferment	Kontrolle	Ferment
Trockene RWM ¹	10%	--	20%	--	30%	--
Fermentierte RWM ¹	--	10%	--	20%	--	30%
Weizen	23,4		27,8		23,1	
Gerste	14,4		20,8		19,6	
Sojabohnen vollfett get.	11,3		2,0		0	
	8,1		0		0	
Haferflocken	7,5		0		0	
	3,9		0		0	
Sauermolken- pulver	0		12,6		12,0	
	0		0		6,8	
Sojakonz. SPC- 60	21,4		16,8		8,5	
Sojaschrot HP						
Weizenkleie Pellets						
Übriges						

Tabelle 29: Futterzusammensetzung

¹ RWM = Rohwaren Mischung: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, 20% Futtererbsen. Diese waren gemischt mit den übrigen Komponenten + Wasser und sofort gefüttert (Kontrolle Gruppe) oder die RWM war erst 24 Stunden fermentiert, und wurde dann gemischt mit den übrigen Komponenten im Futtertank und sofort gefüttert.

Im Kontrollfutter waren 0.6% Säure (Ferkel1) bis 1.0% (Ferkel2+3).

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Konzentrationen sind auf 88% TS bezogen.

Auf Basis 88% TS	Ferkel 1	Ferkel 2	Ferkel 3
Roh Protein (g/kg)	177	167	161
Roh Fett (g/kg)	85	44	34
Roh Faser (g/kg)	37	42	48
Asche (g/kg)	49	53	48
Ca (g/kg)	6,3	7,0	7,0
P (g/kg)	5,3	5,4	5,1
Na (g/kg)	2,3	2,4	2,3
MJ ME Schwein	14,3	13,2	13,1
Lysine (g/kg)	14,2	12,6	11,0
Vit A (IE/kg)	15798	15662	15226
Vit D3 (IE/kg)	1953	1898	1910
Vit E (IE/kg)	151	142	104

Tabelle 30: Futterinhaltsstoffe (Bezug 88% TS)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.4.4.2 ANHANG 2: Ergebnisse der Laboranalysen

Auf Basis 88% TS		Kontrolle	Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	177	170	168
Roh Fett (g/kg)	85	78	79
Roh Faser (g/kg)	37	39	35
Asche (g/kg)	49	53	50
Stärke (g/kg)		320	324
Zucker (g/kg)		88	77

Tabelle 31: Ergebnisse der Laboranalysen auf Basis 88% TS

Auf Basis 88% TS		Kontrolle	Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	167	175	165
Roh Fett (g/kg)	44	48	44
Roh Faser (g/kg)	42	44	41
Asche (g/kg)	53	56	52
Stärke (g/kg)		345	360
Zucker (g/kg)		63	48

Tabelle 32: Ergebnisse der Laboranalysen auf Basis 88% TS

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Auf Basis 88% TS		Kontrolle	Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	161	165	163
Roh Fett (g/kg)	34	36	34
Roh Faser (g/kg)	48	49	43
Asche (g/kg)	48	47	47
Stärke (g/kg)		340	335
Zucker (g/kg)		66	60

Tabelle 33: Ergebnisse der Laboranalysen auf Basis 88% TS

Produkt Basis	Ferment	Ferment
<i>Datum</i>	9.nov	05.dec
pH	3,25	3,34
Milchsäure (g/kg)	22,8	21,9
Essigsäure (g/kg)	2,2	2,0
Ethanol (g/kg)	3,7	4,1

Tabelle 34: Ergebnisse der Laboranalysen auf Basis 88% TS

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

<i>pH</i>	Ferkel 1		Ferkel 2		Ferkel 3	
	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>
24-11-2018	5,05	4,76	-	-	-	-
04-12-2018	-	-	4,80	4,65	-	-
18-12-2018	-	-	-	-	4,7	4,5

Tabelle 35: Ergebnisse der Laboranalysen auf Basis 88% TS

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5 Applikationsversuche mit Fütterung von Mastschweinen

5.5.1 Material und Methoden

5.5.1.1 Tiermaterial

Die Uthlebener Qualitätsschweine ist ein Mastbetrieb mit Absetzferkeln und Mastschweinen. Für die Versuche wurden die Ferkel aus dem Zuchtbetrieb Neumark geliefert. Die Ferkel waren von der Genetik „Topigs20“ (T20) und „Topigs TN70“ (TN70), und „Pietrain Eber“.

Insgesamt wurden 611 Ferkel in diesen Untersuchungen eingesetzt, verteilt über die 2 Versuchsgruppen (siehe 5.5.1.5): 306 Ferkel (19 Buchten) wurden mit fermentiertem Futter gefüttert und 305 Ferkel (19 Buchten) als Kontrolle.

Die Ferkel wurden am 18. Mai 2018 eingestallt.

5.5.1.2 Haltungsform

16 Tiere wurden in einer Bucht gehalten. Pro Bucht war ein Langtrog mit 2 Breifutterventilen vorhanden.

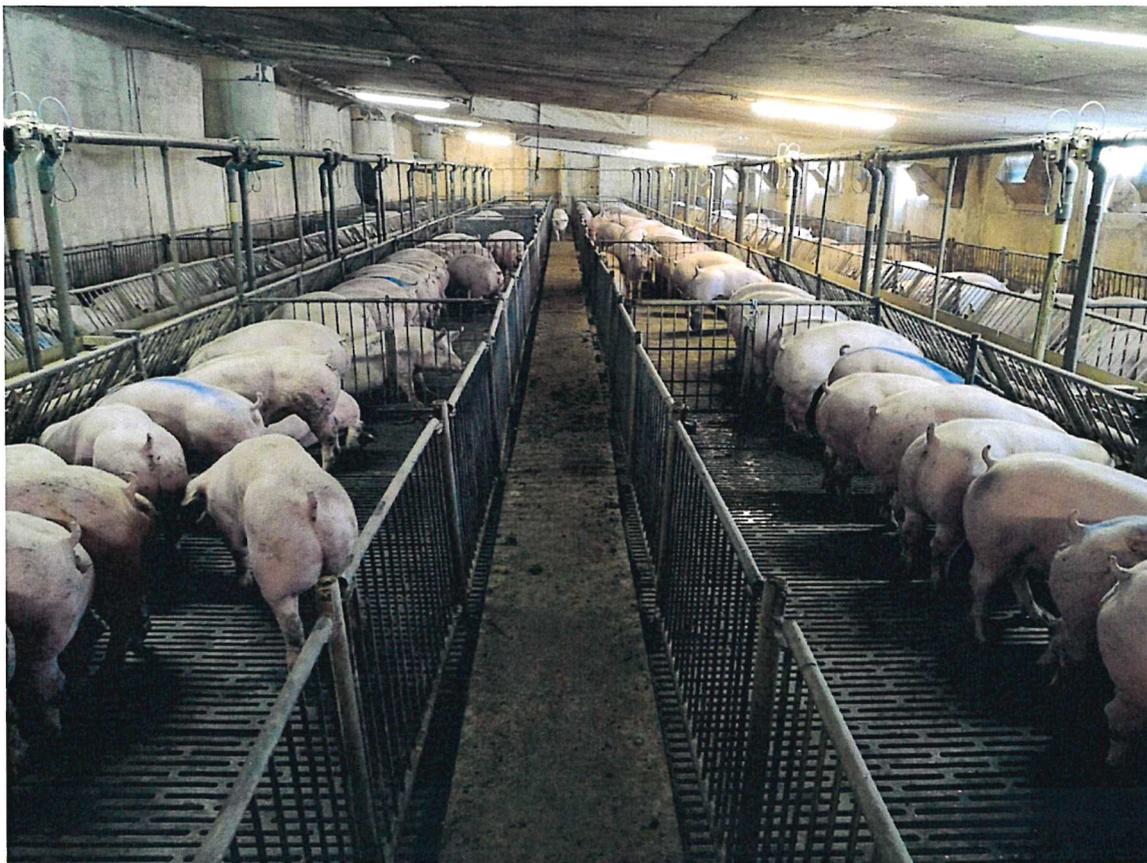


Abbildung 26: Abteilung mit Mastschweinen; 4 Reihen pro Abteilung.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.1.3 Fütterung

Alle Tiere wurden 3 x am Tag flüssig gefüttert (WEDA M16). Es gab 3 unterschiedliche Rationen: Vormast, Mittelmast und Endmast; die TS-Gehalte in den Rationen waren 23, 24 und 24%

5.5.1.4 Versuchszeitraum

Der Versuch wurde vom 18. Mai bis 16. August 2018 durchgeführt.

5.5.1.5 Versuchsdurchführung

Es gab zwei Versuchsgruppen im Versuch:

- 1) Kontrolle (K) : Ration mit 30% nicht-fermentierter Futtermischung
- 2) Ferment (F) : Ration mit 30% fermentierter Futtermischung

Die Rationen waren exakt identisch zwischen beide Versuchsgruppen, die 30% Futtermischung wurde frisch verfüttert (K Gruppe) bzw. vorher fermentiert (F Gruppe). Die 30% ige Futtermischung bestand aus: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, und 20% Futtererbsen.

Das bedeutet, dass in der Endrationen 6% Futtererbsen enthalten waren.

Die übrigen 70% der Rationen bestand aus flüssigen Nebenprodukten und Ergänzern (Zusammensetzung der Rationen ist Anhang 1 zu entnehmen) und waren gleich für beide Versuchsgruppen.

5.5.1.6 Fermentation

Die Futtermischung (Anhang 1) wurde 24 Stunden fermentiert . Die Anfangstemperatur war zwischen 36 und 37 °C. Als Starterkultur wurde ein flüssiges, aktiviertes Milchsäurebakterium zugegeben (*L. Plantarum*).

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.1.7 Analysen

- Gewicht der Tiere (pro Bucht)
 - Beim Einstallen (18. Mai)
 - Am Tag 47 (5. Juli)
 - AmTag 89 (16. August)
- Schlachtqualität (Gewicht, Magerfleisch, Speck, Fleisch)
- Futteraufnahme (Stand der Ventile am WEDA Futter Computer)
 - Beim Einstallen (18. Mai)
 - Am Tag 47 (5. Juli)
 - Tag 89 (16. August)
- Tägliche veterinärmedizinische Kontrolle
- Verluste wurden täglich registriert.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.2 Untersuchungsergebnisse

Insgesamt wurden 611 Ferkel in dem Versuch geprüft, 306 in der Ferment Gruppe, und 305 in der Kontrollgruppe. Die Ferkel wurden in Abteilungen eingestallt, 19 Buchten pro Versuchsgruppe.

5.5.2.1 Technische Leistungen

Das Gewicht den Mastschweinen wurde zu 3 Zeitpunkten bestimmt: beim Einstallen, am Tag 47 und am Tag 89.

	Kontrolle	Ferment
# Tiere im Versuch	305	306
# Buchten	19	
Periode Tag 1 bis 47		29,5
Anfangsgewicht (kg)	30,4	69,6
Gewicht Tag 47 (kg)	69,3	855
Wachstum T1-T47 (g/Tag)	828	2,50
Futterverwertung T1-47 (kg/kg)	2,56	
Periode Tag 48 bis 89		103,5
Gewicht Tag 89 (kg)	104,0	826
Wachstum T48-89 (g/Tag)	845	3,37
Futterverwertung T48-89 (kg/kg)	3,38	
Gesamtzeitraum		832
Wachstum (g/Tag)	827	2,93
Futterverwertung (kg/kg)	2,97	

Tabelle 36: Technische Leistungen

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Die Verluste waren in beide Versuchsgruppen gleich: 3,3% (10 Tiere in der Kontrolle und 10 Tieren in der Ferment Gruppe).

Die veterinärmedizinische Betreuung war fast identisch zwischen beiden Versuchsgruppen; es gab keine Behandlungen gegen Magen/Darmkrankheiten (zB. Durchfall).

Das Betrieb Uthleben hat insgesamt auch keine Probleme mit Durchfall oder Magen/Darmkrankheiten.



Abbildung 27: Wägung der Mastschweine

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.2.2 Schlachtqualität

Die Schlachtqualität war deutlich unterschiedlich zwischen beiden Versuchsgruppen (Tabelle 37): die Ferment Gruppe hatte weniger Muskelfleisch (-1,5%), mehr Speck (+1,0 mm) und weniger Fleisch (-2,5 mm).

	Kontrolle	Ferment
Anzahl Tiere	295	296
Schlacht Gewicht (kg)	97,2	97,2
Muskelfleisch (%)	62,2	60,7
Speckmaß (mm)	12,6	13,6
Fleischmaß (mm)	66,5	64,0

Tabelle 37: Schlachtqualität

5.5.3 Diskussion

In den Untersuchungen ist der Anteil Futtererbsen mit 6% sicher nicht hoch, aber durch die Fütterung der Kontrollgruppe mit nicht-fermentierten Erbsen durften wir nicht höher gehen, um nicht schon zu Versuchsbeginn sehr schlechte Ergebnisse in der Kontrollgruppe zu bekommen. Angestrebt für die Zukunft wird ein Versuch mit z.B. 7,5% oder 15% fermentierter Erbsen in der Endrationen.

Die Schlachtqualität der Schweine der Ferment-Gruppe war bedeutend schlechter im Vergleich zur Kontrollgruppe: weniger Muskelfleisch (-1,5%), eine Messung von mehr Speck (+1,0 mm) und weniger Fleisch (-2,5 mm). Dies war so nicht zu erwarten. Möglicherweise ist das eine Konsequenz aus dem höheren Futterwert der fermentierten Futtermischung.

Indirekt geht auch aus diesem Versuch hervor: die Schweine aus der Ferment Gruppe hatten eine effizientere Futterverwertung (2.93 versus 2.97), das heißt sie brauchen weniger Kg Futter für die Zunahmen.

In der Literatur sind nur wenige Verdauungsversuche beschrieben (Jorgensen et al., 2010, Lyberg et al., 2006): fermentierter Weizen oder Gerste haben eine 4 bis 7% höhere Energieverdauung und Eiweißverdauung. Nachteil dieser Verdauungsversuche ist die sehr geringe Tieranzahl (4 bis 5), (vgl. Pkt. 3.4.39). Es waren immer Borgen und es war immer ein sehr restriktiver Gewichtsrahmen (50 bis 60 kg), die Beprobung erfolgte nur an 2 bzw. 3 Tagen.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Es wurden auch Versuche durchgeführt, bei denen 80% der Futtermenge fermentiert waren. Sehr fraglich ist, ob diese hohen Mengen keinen negativen Effekt auf die Verdaulichkeit haben, da diese Rationen mit 80% Ferment einen sehr hohen Futterwert haben (pers. Mitt. Ronald Scholten). Trotzdem ist klar, dass fermentiertes Futter einen höheren Futterwert hat.

In den Versuchen waren die Rationen berechnet auf der Basis von gleichem Futterwert der fermentierten Futtermischung und der nicht-fermentierten Futtermischung. Wenn der genaue Futterwert von fermentiertem Futter bekannt ist, können die Rationen genau berechnet werden (z. B. optimal Energie / Protein) und in der Konsequenz die Futterverwertung noch positiver beeinflusst werden, und die Schlachtqualität war fast gleich gut .

Der ideal-verdauliche Lysingehalt von Soja beträgt 25.3 g/kg; Futtererbsen haben einen Wert von 10.5 g/kg. Jede Prozent Erbsen entspricht damit 0.4% Soja. In der Praxis wird immer mit einem maximalem Gehalt Futtererbsen in Schweinerationen gerechnet, aber vielleicht kann mit fermentierten Erbsen eine höherer maximaler Anteil Futtererbsen in die Rationen eingebracht werden. Im durchgeführten Versuch war der Anteil Futtererbsen 6% in den Rationen. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe waren auch nicht schlecht, aber die von der Ferment Gruppe waren deutlich besser. Damit ist es klar, dass mit der Fermentierung von Futtererbsen der Anteil an Futtererbsen statt Soja in die Rationen von Mastschweinen günstiger gestaltet werden kann.

Trotzdem ist es sehr wichtig zu erklären, warum die Schlachtergebnissen schlechter waren in der Ferment Gruppe: ist der Energiewert der fermentierten Erbsen viel höher als erwartet?

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.4 Schlussfolgerungen

- Die Futterverwertung war mit 0.04 verbessert, wenn die Schweine eine Ration mit 30% fermentierter Futtermischung (inklusive Erbsen) verabreicht bekommen haben.
- Der Versuchsverlauf war durch einen hohen Gesundheitsstatus geprägt, es wurde kein Unterschied in den Verlusten und Magen/Darmerkrankungen festgestellt.
- Die Schlachtqualität war schlechter, wenn die Schweine eine Ration mit 30% fermentiertem Futter bekommen haben: weniger Muskelfleisch (-1,5%), mehr Speck (+1,0 mm) und weniger Fleisch (-2,5 mm).

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Futterwert von fermentiertem Futter höher ist: bessere Futterverwertung, aber mehr Speck / weniger Fleisch beim Schlachten. Es ist sehr wichtig, konkrete Daten über den genauen Futterwert von fermentiertem Futter bei Mastschweinen zu erarbeiten, um damit die Potenzial der Fermentierung auf die Tierleistungen zu kennen und so die Kapazität für den Einsatz einheimischer Proteinträger optimal zu gestalten.

Literatur:

Goodarzi B.F. et al., 2017. *Animal* 2017, 11 (10), p. 1698-1707

Goodarzi B.F. et al., 2018. *Animal Feed Sci & Technology*. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.01.008

Jorgensen et al., 2010. *Livestock Science* 134, p. 56-58.

Lyberg et al., 2006. *Animal Science* 2006, 82, p. 853-858.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.4.1 ANHANG 1: FUTTERZUSAMMENSETZUNG

Die Futterzusammensetzung ist auf 100% TS bezogen.

Auf Basis 100% TS	VORMAST		ENDMAST	
	Kontrolle	Ferment	Kontrolle	Ferment
Trockene RWM ¹	30%	--	30%	--
Fermentierte RWM ¹	--	30%	--	30%
Weizen	23,5		3,0	
Gerste	14,5		13,5	
Soja-48	10,5		3,0	
Schlempe Brennerei	1,5		4,0	
Schlempe Brennerei	2,5		4,5	
Weizenstärke Zeitz	1,0		7,0	
Protiflow	4,0		6,0	
Schokocreame Dieckmann	12,5		29,0	
Übriges				

Tabelle 38: Futterzusammensetzung ist auf 100% TS bezogen

¹ RWM = RohWaren Mischung: 35% Weizen, 35% Gerste, 5% Zuckerrübenpülpe, 5% Weizenkleie, 20% Futtererbsen. Diese wurde gemischt mit den übrigen Komponenten und sofort gefüttert (Kontrolle Gruppe) oder die RWM war erst 24 Stunden fermentiert und dann gemischt mit den übrigen Komponenten im Futtertank und sofort gefüttert.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

In der Mittelmast wurde eine Mischung aus Vormast- und Endmast-Rationen gefüttert. Die Gehalte sind auf 88% TS bezogen.

Auf Basis 88% TS	Vormast	Endmast
Rohprotein (g/kg)	165	150
Rohfett (g/kg)	41	61
Rohfaser (g/kg)	45	58
Asche (g/kg)	50	51
Stärke (g/kg)	399	319
Zucker (g/kg)	47	55
Ca (g/kg)	6,2	7,2
P (g/kg)	4,5	4,6
Na (g/kg)	2,3	1,9
EW	1,10	1,11
Ileal lysine (g/kg)	9,8	8,1
Vit A (IE/kg)	12.000	6.500
Vit D3 (IE/kg)	2.000	2.000
Vit E (IE/kg)	125	125

Tabelle 39: Futterinhaltsstoffe (Bezug 88% TS)

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

5.5.4.2 ANHANG 2: Laboranalysenergebnisse

Auf Basis 88% TS	Vormast	Vormast Kontrolle	Vormast Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	165	170	166
Roh Fett (g/kg)	41	41	41
Roh Faser (g/kg)	45	55	51
Asche (g/kg)	50	48	50
Stärke (g/kg)	399	331	337
Zucker (g/kg)	47	62	52

Tabelle 40: Laboranalysenergebnisse auf 88% TS

Auf Basis 88% TS	Endmast	Endmast Kontrolle	Endmast Ferment
	<i>Berechnet</i>	<i>Analyse</i>	<i>Analyse</i>
Roh Protein (g/kg)	150	161	159
Roh Fett (g/kg)	61	55	56
Roh Faser (g/kg)	58	50	49
Asche (g/kg)	51	41	42
Stärke (g/kg)	319	322	320
Zucker (g/kg)	55	66	60

Tabelle 41: Laboranalysenergebnisse auf 88% TS

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Produkt Basis	Ferment	Ferment
<i>Datum</i>	<i>5.jul</i>	<i>9.aug</i>
pH	3,4	3,3
Milchsäure (g/kg)	21,7	22,2
Essigsäure (g/kg)	1,9	2,2
Ethanol (g/kg)	3,5	4,1

Tabelle 42: Laboranalysenergebnisse auf 88% TS

pH	Vormast	Vormast	Endmast	Endmast
	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>	<i>Kontrolle</i>	<i>Ferment</i>
20.mai.2018	4,9	4,6	4,6	4,3
5.juli.2018	4,8	4,6	4,5	4,2
9.aug.2018	4,8	4,5	4,5	4,3

Tabelle 43: Laboranalysenergebnisse auf 88% TS

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

6. Verwertung

6.1 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Die Futterkosten sind der exponierte Wirtschaftlichkeitsfaktor in der Schweinehaltung.

Der wirtschaftliche Erfolg des Projektes ist wesentlich mit den Ergebnissen der Fütterungsversuche an Sauen begründet.

Pro Wurfzyklus benötigen die Sauen bei Fütterung mit fermentierter Futtermischung 36,6 kg weniger Futter als die Kontrollgruppe. Mit einem Wurfindex von 2,47 pro Jahr bedeutet dies eine Einsparung von ca. 90 kg Futter pro Sau und Jahr. Bei einer verbesserten Leistung beträgt somit die Futterkosteneinsparung 8 % .

Die Begründung, warum Sauen mit lediglich 30 % fermentiertem Futteranteil in der Ration so deutlich effizienter das Futter verwerten, ist von höchstem Interesse und soll durch weiterführende Untersuchungen geklärt werden.

Auch in der Ferkelleistung zeigt die fermentierte Futtermischung Vorteilswirkungen.

Bei Fütterung mit fermentiertem Futter wurden 86,5 % der geborenen Ferkel abgesetzt, in der Kontrollgruppe 85,4 %. Das bedeutet, dass pro 150.000 geborener Ferkel bei Fütterung mit fermentierter Mischung 1.650 Ferkel mehr abgesetzt werden.

Auch in der Tiergesundheit zeigt die Futterfermentation positive Effekte. In der Kontrollgruppe sind 2,66 % der Sauen verendet, bei Fütterung mit fermentiertem Futter waren dies 1,95 %. Bei 5.000 Sauen sind dies 124 Sauen pro Jahr.

6.2 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit im Hinblick auf die Verwertung

Die innerhalb des Projektes geprüften Feldfrüchte bzw. deren Körner sowie die Koppelprodukte sind grundsätzlich für die Futterfermentation geeignet, Damit werden Möglichkeiten eröffnet, den Anteil von Sojaextraktionsschrot in der Schweinefütterung durch heimische Eiweißquellen zu ersetzen. In Fütterungsversuchen wurde nachgewiesen, dass Erbsen den Sojaanteil der Futtermischung ersetzen können.

So zeigen die Untersuchungen eindeutig, dass 6 % fermentierte Futtererbsen in den Rationen von tragenden bzw. laktierenden Sauen problemlos verabreicht werden können.

In diesem Zusammenhang wäre von hohem Interesse, wie hoch der maximale Anteil liegen könnte. Pro 1 % Futtererbsen in der Ration können 0,4 % Sojabohnen ersetzt werden.

Kooperation „Innovative Futterfermentation“

Auch für die Ferkelversuche wären diese Versuchsanstellungen sehr interessant.

In der Mastschweinfütterung ist der Futterwert der fermentierten Futtermischungen ebenfalls höher, aber mit einem höhern Speckanteil bei weniger Fleisch bei der Schlachtung. Dazu müssen weitere Daten zum Futterwert der fermentierten Mischungen erarbeitet werden, um das Potential der Fermentation in der Mastschweinfütterung zu optimieren.

Die Ergebnisse des Projektes sind äußerst relevant für die Nutzung in der Praxis.

Über die Interessengemeinschaft der Schweinehalter Thüringen (IGS) werden die Vorteilswirkungen der Futterfermentation mit Substitutionsmöglichkeiten von Sojaextraktionsschrot direkt den Betrieben vermittelt