

Fachinformationen Landwirtschaft

Untersuchungen zum Einsatz von Wühlerde als organisches Beschäftigungsmaterial in der Ferkelaufzucht

Wildtiere sind aufgrund des Nahrungsspektrums und dessen Verteilung in der Natur auf ein ausgeprägtes Erkundungsverhalten angewiesen. Dieses ist artspezifisch, genetisch veranlagt und bei den verschiedenen Nutztieren ganz unterschiedlich erhalten geblieben. Hausschweine sind im Rahmen ihrer langen Haltungsgeschichte züchterisch stark an eine vom Menschen geschaffene Haltungsumwelt angepasst worden. Trotzdem trägt das Futteraufnahmeverhalten der Hausschweine auch nach vielen Jahrhunderten der Domestikation noch Züge des Verhaltens der Wildschweine, weil direkt und teilweise auch indirekt auf das Merkmal Futteraufnahme selektiert worden ist.

1 Literatur und Fragestellung

Als wesentliches Element des Futtersuchverhaltens haben die Hausschweine insbesondere das Wühlverhalten von ihren wilden Artgenossen ererbt (BARTUSSEK, 2001). Diese Aktivität ist über den gesamten Tag verteilt, wobei Wildschweine hauptsächlich in den Morgen- und Vormittagsstunden sowie in den Nachmittags- und Abendstunden Nahrung suchen und fressen. Dem Tierverhalten liegt eine Verhaltenssteuerung zugrunde, die im Laufe der Evolution durch den Lebensraum der Tierart geformt wurde. Während das Wühlen mit dem Rüssel bei Verteilung der Nahrung im Waldboden unbedingt erforderlich ist, ersetzt bei intensiven Haltungsbedingungen im Stall die Technik dieses genetisch veranlagte Verhaltensmuster (WECHSLER et al., 1991). Auch Bewegung und Aktivität sind kein Selbstzweck, sondern werden nur in dem Maße ausgeübt, wie es zum Auffinden von Futter notwendig ist. In der restlichen Zeit ruhen die Tiere oder führen Sozialverhalten aus. Unter intensiven Haltungsbedingungen sind Hausschweine nach eigenen Untersuchungen (unveröffentlicht) weniger als 5 h (20 %) aktiv und ruhen bis zu 19 h (80 %). Die Ursache dafür ist darin zu sehen, dass im Stall der notwendige Aufwand für die Futtersuche und das damit verbundene Erkundungsverhalten (FLEGLER et al., 2005) entfällt. Werden Hausschweine unter seminaturalen Bedingungen gehalten, dann nähern sich die Aktivitätszeiten denen von Wildschweinen wieder an.

Das Auslösen von Erkundungsverhalten erfordert keine natürlichen Bedingungen. So haben Untersuchungen mit technischen Beschäftigungsgeräten gezeigt, dass diese immer dann besonders gut angenommen wurden, wenn sie eine gemeinsame Beschäftigung am Boden und bereits eine Art Wühlverhalten ermöglichen (MEYER et al., 2015). Dieses angeborene Verhalten diene ursprünglich dem Auffinden von im Boden befindlichen Wurzeln, Knollen, Käfern,

Larven u. ä. (BOGNER und GRAUVOGEL, 1984). So wird auch bei konventioneller Stallhaltung ein Bedürfnis des mit der Futtersuche verbundenen Wühlens deutlich. Dieses ist für Schweine besonders typisch und tritt nicht nur bei der Nahrungssuche, sondern auch in anderen Funktionskreisen wie dem Erkundungs-, Ruhe- (d. h. Graben von Liegemulden), dem Nestbau- und Ausscheidungsverhalten auf (TROXLER und OCHSENBEIN, 1984). Das Wühlverhalten wird durch eine lockere Bodenbeschaffenheit verstärkt ausgelöst, ist aber offensichtlich so stark veranlagt, dass es auch bei Stallhaltung auf befestigten Oberflächen ausgeübt wird. Dort wird es nach praktischer Beobachtung sowohl mit dem Futter im Trog als auch auf dem Betonboden ausgeführt. Häufig wird eine Art Scheinwühlen in Form des Reibens der Rüsselscheibe auf der Betonoberfläche des Stallfußbodens beobachtet (VAN PUTTEN, 1978; HORSTMAYER et al., 1990). Zum Wühlen bevorzugen die Schweine erdartige Materialien wie Torf, Pilzkompost oder Sägemehl. Dagegen ist das heute wieder so hoch bewertete Stroh weniger attraktiv als die genannten Materialien (BEATTIE et al., 1998; OLSEN et al., 2000; PEDERSEN et al., 2005).

Aus der Anfangszeit der Schweinehaltung stammt das Verfahren, naturbelassene Erde z. B. zur Eisenversorgung anzubieten. Dieses Verfahren wurde aber mit der Zeit aus hygienischer Sicht zunehmend kritisch bewertet (ELKMANN, 2001), weil Erde in hohem Maße Bodenbakterien (u. a. Clostridien) enthält. Mittlerweile finden sich hygienisierte Wühlerden auf dem Markt, die zunächst zur oralen Eisenversorgung (MEYER, 2018) entwickelt wurden. Diese werden in Untersuchungen der TiHo Hannover (KEMPER und WAGNER, 2019) aufgrund der möglichen Belastung mit Mykobakterien kritisch bewertet. Ein Angebot von erdartigen Materialien setzt genau wie der Einsatz von Beschäftigungsfutter einen Zusatztrog voraus. Dieses Angebot kann sich positiv auf das Verhalten von Aufzuchtferkeln auswirken (WOOD-GUSH und BEILHATZ, 1983).

An diese frühen Beobachtungen knüpft die Entwicklung des Einsatzes von Beschäftigungsfutter an (PREIßINGER et al. 2014). Kritisiert wird aus ethologischer Sicht schon früh, dass Schweine bei strohloser Haltung kein Erkundungsverhalten ausüben können. Durch das Ausleben des Erkundungsverhaltens kann die Tendenz zu unerwünschten Verhaltensweisen wie Schwanzbeißen, sowie aggressives Verhalten vermindert werden (FRASER et al., 1991; BEATTIE et al., 1995; LYONS et al., 1995; BEATTIE et al., 2000). Im Umkehrschluss wird das Fehlen dieser Verhaltensmöglichkeit als Ursache für Fehlverhalten gesehen. Aus heutiger Sicht sind Stoffwechselprobleme eine wesentliche Ursache, während Beschäftigungsdefizite eher als Auslöser für das Fehlverhalten zu sehen sind, wobei Beschäftigungsfutter beide Aspekte gleichermaßen berührt (MEYER und OLSCHESKI, 2023).

In vielen vorangegangenen eigenen Untersuchungen führte das vom Hauptfutter räumlich getrennte Angebot verschiedener Beschäftigungsfuttermittel nicht nur zu nachhaltiger Beschäftigung. Auch wurde eine vom Rohfasergehalt des eingesetzten Produktes unabhängige Verbesserung der Faserversorgung von ca. 7 g/Ferkel und bzw. 15 g/Mastschwein und Tag, festgestellt (MEYER, 2020). Der Einsatz der Beschäftigungsfutter senkte die Tierverluste in der Ferkelaufzucht und wirkte sich in Abhängigkeit vom verwendeten Fütterungsverfahren positiv auf unerwünschte Verhaltensweisen aus (MEYER und HENKE, 2019).

In einer weiteren Untersuchung sollte geprüft werden, ob auch handelsübliche Wühlerden eine Alternative zu den pelletierten Ergänzungsfuttermitteln sind und speziell das Wühlverhalten der Tiere ansprechen können.

2 Material und Methoden

Insgesamt wurden 1.864 Aufzuchtferkel in 10 Wiederholungen (11 Durchgänge) in drei verschiedenen, mit Fütterungstechnik unterschiedlich ausgestatteten Abteilen untersucht. Die Ferkel in den Versuchs- und Kontrollgruppen unterschieden sich hinsichtlich des Kupiergrades der Schwänze (1/3 kupiert, 2/3 kupiert, Langschwanz). Die Haltung der durchschnittlich 21 Ferkel (min.: 18, max.: 24 Ferkel/Bucht; Abstammung: 77-er Eber * DB Viktoria) je Haltungsgruppe erfolgte gemischtgeschlechtlich in Doppelbuchten von 2*8 m² Grundfläche und einem mittleren Platzangebot von 0,38 m² je Ferkel. Jede der 4 Doppelbuchten eines Abteils wurde mithilfe eines in die Buchtentrennwand integrierten Futterautomaten (überwiegend Rohrbreiautomaten) mit Futter versorgt. In zwei Abteilen (Abteil 1 und 2) wurden zwei verschiedene im Handel befindliche Wühlerden (*Schulze Bremer: „BEG Wühlerde“, Trow Nutrition: „Trow Compost“*) als fressbare Beschäftigungsmaterialien in Ergänzung zur Hauptfütterung eingesetzt. Nach Angaben des Herstellers wird die BEG Wühlerde aus Hochmoortorf in Deutschland produziert und durch eine vollständige mindestens 10-minütige Erhitzung auf 65 – 70°C entkeimt. Der Torf enthält nach Firmenangaben einen hohen Anteil an natürlichen Huminsäuren und wird mit Eisen angereichert. Auch das verwendete Produkt „Trow Compost“ der belgischen Herstellerfirma (Nutreco) wird als Torf und Ergänzungsfuttermittel für Ferkel gehandelt und enthält einen relativ hohen Eisengehalt (Tabelle 1). Die beiden Torfprodukte werden im Folgenden der Produktbezeichnung entsprechend oder Wühlerden genannt. Die Produkte wurden jeweils in einer Hälfte der Doppelbucht nacheinander, in aufeinanderfolgenden Durchgängen, z. T. aber auch zeitgleich (4 Durchgänge) eingesetzt. In der jeweils anderen Hälfte der Doppelbucht erfolgte kein Angebot von Beschäftigungsfutter. Die dafür zu prüfenden torfähnlichen Produkte wurde in allen Aufzuchtteilen in kleinen auf dem Spaltenboden befestigten Trogschalen nach Bedarf mehrmals täglich befüllt. Tabelle 1 fasst die analytisch ermittelten Inhaltsstoffe der eingesetzten Hauptfuttermittel und Wühlerden zusammen.

Tabelle 1: Futteranalysewerte bei 88 % TS (jeweils 5 Analysen je Futtermittel)

Futter-mittel	pH	TS	ME MJ	RP [%]	Rfa [%]	Rfe [%]	Stärke [%]	Eisen [mg/kg]	Lysin [%]	Threonin [%]	Ca [%]	P [%]	Clostridien [KBE/g]
FAF* 1		88	14,0	18,2	3,7	8,2	33,1	327	1,4	0,71	0,67	0,54	
FAF 2		88	13,3	19,5	4,1	3,6	40,6	292	1,2	0,67	1,03	0,51	
FAF 3		88	13,3	19,3	4,0	2,5	44,6	274	1,1	0,64	0,81	0,47	
T.Compost	4,0	28		6,4	21,2	1,9	< 1	4.603			1,07	0,05	148
Wühlerde	4,2	34		5,5	16,5	1,7	< 1	8.773			0,54	0,26	825
Mittel WE**	4,1	31		5,9	18,5	1,8	< 1	6.688			0,81	0,21	487

*FAF= Ferkelaufzuchtfutter, **WE= Wühlerden

Die Ferkel wurden vor dem Absetzen einzeln gewogen und anschließend nach dem wissenschaftlichen Standard für Fütterungsversuche randomisiert auf die Behandlungsgruppen unter Berücksichtigung des Wurfes sowie des Einzeltiergewichtes verteilt. Die zweite Wägung und eine subjektive Bonitur von Schwanzverletzungen durch Nekrosen und Schwanzbeißen auf einer Skala von 1 - 4 erfolgte zum Versuchsende nach durchschnittlich 35 Tagen.

Bei der Verrechnung der biologischen Leistungen wurde eine Korrektur auf das individuelle Einstallgewicht sowie die Durchgangseffekte nachfolgendem Modell vorgenommen:

- $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$
 y_{ijk} = Messwert des untersuchten Merkmals für das ij-te Tier
 μ = Mittelwert für das untersuchte Merkmal
 α_i = Effekt des Wühlerdeangebotes
 β_j = Durchgangseffekt
 ε_{ijk} = Restfehler

Die kategorischen und subjektiv erfassten Boniturdaten wurden mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Testes (χ^2 -Test) geprüft und ausgewertet.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die zusätzlich zur Hauptfütterung angebotenen Wühlerden werden von den Ferkeln nach praktischer Beobachtung zum Wühlen genutzt, aber auch wie ein Futtermittel und im Verlauf der Ferkelaufzucht zunehmend gefressen. Der Verzehr entspricht den Beobachtungen bei vorangegangenen Versuchen (MEYER und HENKE, 2018). Der unterschiedliche Verbrauch der beiden Produkte wurde bei vergleichbarem pH-Wert von 4, von Unterschieden in der Trockensubstanz (6 %) bzw. Feuchtigkeit, im Fasergehalt oder im Geschmack verursacht (Tabelle 1). Auffällig ist zunächst, dass sich die über beide Produkte mit unterschiedlichem Rohfasergehalt (16,5 % vs. 21,2 %) aufgenommene Fasermenge nur gering unterscheidet (6 g bis 7 g). Entsprechend den bereits vorliegenden Ergebnissen wird von einem Produkt mit geringem Rohfasergehalt relativ viel, von einem Produkt mit hohem Fasergehalt wird relativ weniger verbraucht. Die zusätzlich zum Hauptfutter verzehrte Rohfaser liegt auf dem gleichen Niveau wie beim Einsatz von Luzerne- oder Strohpellets in vorangegangenen Versuchen (MEYER und HENKE, 2018). Diese faserabhängige Konstanz des Verzehrs wurde auch in Versuchen mit Mastschweinen bestätigt (MEYER, 2020). Ein mögliches Faserdefizit im Hauptfutter kompensieren Ferkel und Mastschweine durch Aufnahme des Beschäftigungsfutters bzw. der Wühlerde (MEYER, 2021). Bei einem durchschnittlichen Verzehr von 974 g Futter je Ferkel und Tag erhöht sich dadurch die durchschnittliche Faserversorgung von ca. 38 g über das Hauptfutter durch die Aufnahme der Wühlerde (Mittel über beide Produkte) um etwa 17 %. Auch dieser Wert entspricht den Ergebnissen zum Einsatz von Stroh- oder Luzernepellets.

Tabelle 2: Verzehr torfartiger Produkte und Faserbeitrag im Verlauf der Ferkelaufzucht

		Kompost	Wühlerde	Gesamt
	[n]	522	414	936
Verzehr/F/T	[g]	28	40	34
Faserbeitrag/F/T	[g]	5,9	6,7	6,3
Verzehr/F/Aufzucht	[g]	980	1.400	1.190
Kosten/Ferkel	[€]	0,74	1,28	

Dabei ist der Beitrag der Wühlerden zur Nährstoffversorgung der Tiere fraglich. Gemessen am

Eisengehalt enthalten beide Produkte insgesamt nur geringe Rohnährstoffmengen (Rfe) bzw. Mengenelemente (Ca, P). Dazu kommen 4,6 mg („*Trouw Compost*“) bzw. 8,8 mg („*BEG Wühlerde*“) Eisen je g erdartige Substanz. Damit wird annähernd das Niveau von natürlichem Waldboden erreicht, der je g Erde 5 bis 35 mg dreiwertiges (Fe^{3+}) Eisen enthält (GUTZWILLER, 1999). So werden allein über die angebotenen Wühlerden von den Aufzuchtferkeln durchschnittlich 228 mg Eisen je Tag aufgenommen, was, gemessen am Eisenbedarf von Saugferkeln (10 mg täglich), mehr als bedarfsdeckend sein sollte. Der unterschiedliche Eisengehalt im Produkt führt unter Berücksichtigung der aufgenommenen Mengen und Hauptfuttermengen zu einer höheren Eisenversorgung der Ferkel beim Einsatz von Wühlerde gegenüber Compost (628 mg vs. 423 mg pro Ferkel/Tag) und einer deutlich höheren Versorgung gegenüber den Ferkeln der Kontrollgruppe (297 mg/Ferkel/Tag). Gleichwohl realisieren die Ferkel der Wühlerde-Gruppe gegenüber den Ferkeln der Compost-Gruppe signifikant ($p=.043$) und gegenüber der Kontrollgruppe tendenziell ($p=.062$) höhere tägliche Zunahmen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Biologische Leistungen der Ferkel und Futteraufwand bei Einsatz unterschiedlicher erdähnlicher Beschäftigungsfutter

		T.Compost		Wühlerde		Kontrolle		p<.05
	[n]	522	SE	414	SE	926	SE	
Einstallgewicht	[kg]	7,9	0,08	8,0	0,09	7,9	0,06	n. s.
Ausstallgewicht	[kg]	26,5	0,25	27,1	0,28	26,6	0,17	n. s.
TZ	[g]	523	5,6	539	6,3	528	3,9	a;b;ab
Futteraufnahme	[F/T]*	932		985		996		
Futteraufwand	[1:]*	1,8		1,8		1,9		

* nur 3 Durchgänge in einem Abteil

Es ist fraglich, ob eine erhöhte Eisenversorgung diese Beobachtung begründen kann. In vorangegangenen Untersuchungen führte eine zusätzliche und gesteigerte Eisenversorgung zur Mitte der Säugezeit zu signifikant höheren Zunahmen während der darauffolgenden Ferkelaufzucht (MEYER, 2018). Diese Beobachtung muss aber unter Berücksichtigung der eisenarmen Versorgungsverhältnisse bei überwiegender Milchernährung gesehen werden. Gleichwohl passt die gefundene Rangierung der Eisenversorgung im vorliegenden Versuch nicht zu den täglichen Zunahmen. Sofern die Eisenversorgung eine Rolle gespielt hätte, müssten auch die Ferkel der Kompost-Gruppe besser abschneiden als die Ferkel der Kontrollgruppe. Das ist nicht der Fall.

Auffällig ist, dass beide Versuchsgruppen eher weniger Futter verbrauchen und dabei gegenüber der Kontrollgruppe ähnliche oder sogar bessere tägliche Zunahmen realisieren. Offensichtlich ist das Wühlen der Ferkel als eine Art Grundbedürfnis zu sehen. Es wird deshalb nach praktischer und wissenschaftlicher Beobachtung auch mit Futter durchgeführt (TROXLER und OCHSENBEIN, 1984). Beim Angebot „erdähnlicher Substanzen“ leben die Ferkel dieses Bedürfnis möglicherweise an diesen aus und es geht weniger Futter verloren. Somit kann der Einsatz neben einer Aufwertung der Haltungsumwelt etwas geringere, allerdings nicht gemessene Futtermittelverluste durch Futtermittelvergeudung bedeuten. Die Menge unter den Spaltenboden in die Gülle gearbeitetes Futter kann in der Ferkelaufzucht beträchtlich sein. Sie wird zwischen 3 % und 5 % der angebotenen Futtermenge eingeschätzt (WEBER, 2021). Weniger Futtermittelverluste bei

gleichen Zunahmen müssen einen geringeren Futteraufwand (Futteraufnahme + Futterverluste) zur Folge haben. Das ist bei beiden Versuchsgruppen der Fall. Aufgrund der im Gruppenmittel erfassten Daten wurde allerdings auf eine Signifikanzprüfung verzichtet.

Ein geringerer Futteraufwand wäre umso höher zu bewerten, weil höhere Fasergehalte der Gesamtration beim Angebot von Beschäftigungsfutter die Gesamtverdaulichkeit der Ration senken, während sie gleichzeitig einen positiven Effekt auf die Darmgesundheit haben können (MEYER und HENKE, 2017). Das ist allerdings nur bei einem entsprechenden Anteil verdaulicher oder bakteriell fermentierbarer Faser möglich (DUSEL, 2014). Bakteriell fermentierbare Faser konnte aber bei den beiden eingesetzten Produkten nicht nachgewiesen werden. Dafür waren u. a. auch analytische Probleme bei der Trennung der Faserfraktion in NDF und ADF verantwortlich. Aufgrund der Entstehungsgeschichte im Hochmoor ist aber speziell bei den torfähnlichen Produkten keine bakteriell fermentierbare Faser mehr zu erwarten, weil diese über Jahrhunderte bereits fermentiert worden ist. Deshalb müssen andere Bestandteile der Produkte wie zum Beispiel der niedrige pH-Wert bzw. die Huminsäuren und weniger die Faser, wie in vorangegangenen Untersuchungen (MEYER et al., 2015), positiv auf die Gesundheit der Ferkel wirken. Diese sind wie in der Abbildung dargestellt nachweisbar, wirken unabhängig vom Produkt gleichgerichtet positiv und werden deshalb gemeinsam verrechnet.

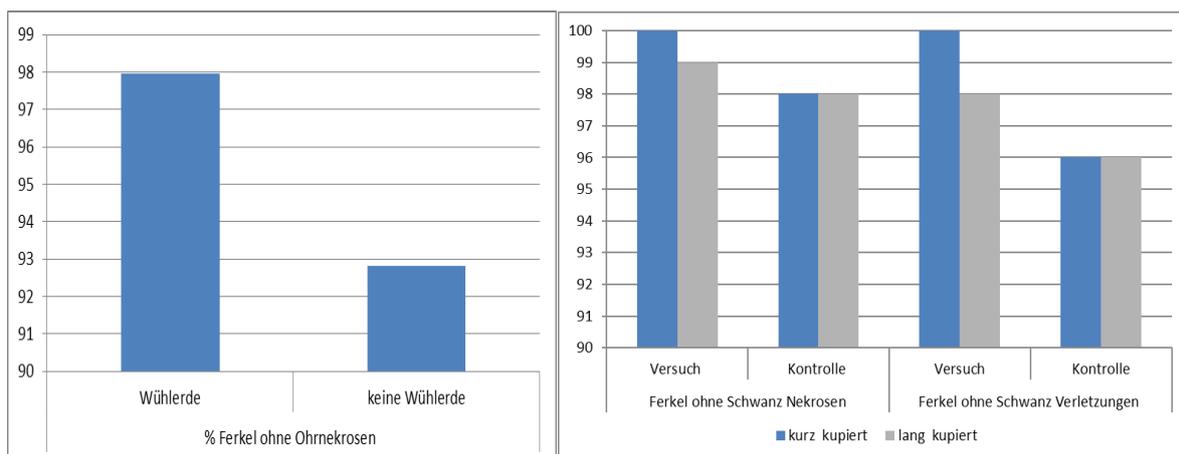


Abbildung: Einsatz erdartiger erdnährlicher Beschäftigungsfutter und körperliche Unversehrtheit der Aufzuchtferkel

Somit werden bei den Ferkeln der Versuchsgruppen signifikant ($\chi^2 < 5\%$), wenn auch nur etwas weniger Schwanznekrosen und Schwanzverletzungen durch Schwanzbeißen bonitiert. Gleichwohl werden auch weniger Ohrnekrosen, allerdings nicht weniger unverletzte Ferkel durch Ohrbeißen beobachtet. Der Effekt kommt im Hinblick auf die Schwanzverletzungen bei den länger kupierten (unkupiert und 1/3 kupiert) Ferkeln etwas stärker zum Tragen als bei kurz kupierten Tieren (2/3 kupiert). Auch dieses Ergebnis bestätigt vorangegangene Untersuchungen (MEYER und HENKE, 2018). Analog zu den bereits vorliegenden Ergebnissen können fressbare organische Beschäftigungsmaterialien den Stoffwechsel und/oder das Tierverhalten positiv beeinflussen. Die Möglichkeiten zum Ausleben des Wühlverhaltens können unerwünschtes aggressives Verhalten und Schwanzbeißen (FRASER et al., 1991; BEATTIE et al., 1995; LYONS et al., 1995; BEATTIE et al., 2000) über das Tierverhalten (von außen) reduzieren.

Aufgrund des Verzehr der eingesetzten Produkte ist auch eine Wirkung über den Stoffwechsel (von innen) möglich, denn Nekrosen werden häufiger vor dem Schwanzbeißen beobachtet als umgekehrt (MEYER und OLSCHESKI, 2023). Beide unerwünschte Phänomene werden durch den Einsatz der Wühlerden nicht grundsätzlich ausgeschlossen, aber positiv beeinflusst. Dafür spricht auch der geringere Anteil notwendiger antibiotischer Behandlungen (Atemwegs- und Darmerkrankungen sowie Arthritiden) in den Versuchsgruppen von 1,3 % gegenüber den Kontrollgruppen von 2,2 %. Die absoluten Tierverluste waren in den Versuchs- und Kontrollgruppen bei geringem Verlustniveau von im Mittel 0,6 % gleich. Das Risiko einer möglichen Gefährdung der Ferkel durch Mykobakterien (KEMPER und WAGNER, 2019) wurde nicht untersucht. Der gefundene Gehalt an Clostridien (Tabelle 1) lässt allerdings die Bezeichnung Keimfreiheit für beide Produkte nicht zu.

4 Zusammenfassung

Während einer Ferkelaufzucht von 35 Tagen wurden in 10 Wiederholungen (11 Aufzuchtdurchgänge) mit über 1.800 Ferkeln faserreiche Torfprodukte (Wühlerden) als Beschäftigungsfutter in Ergänzung zur Hauptfütterung eingesetzt. Die beiden Produkte wurden nach praktischer Beobachtung als organisches Beschäftigungsmaterial von den Ferkeln zum Wühlen verwendet und mit durchschnittlich 28 und 40 g je Ferkel und Tag wie ein Futtermittel gefressen. Das führte zu einer Verbesserung der Faserversorgung von etwa 6 bis 7 g je Ferkel und Tag sowie zu etwas geringeren Futterverbräuchen bei gleichen oder tendenziell besseren Zunahmeleistungen gegenüber einer Kontrolle ohne Angebot dieser Produkte. Gleichzeitig wirkten sich die torfähnlichen Beschäftigungsfutter bei etwas geringerem Antibiotikaeinsatz insbesondere bei un- und langkupierten Ferkeln positiv auf Verletzungen und Nekrosen der Schwänze sowie Nekrosen der Ohren aus. Es wird geschlussfolgert, dass der Einsatz von Wühlerde ähnlich wie pelletierte rohfaserreiche Beschäftigungsfutter nicht nur einen Beschäftigungseffekt, sondern auch den in der EU-Empfehlung gewünschten ernährungsphysiologischen Nutzen hat. Es wird vermutet, dass dieser weniger von der weitgehend bereits fermentierten Rohfaserfaktion, sondern von anderen Bestandteilen wie z. B. den im Produkt enthaltenen Huminsäuren ausgeht.

Literatur

BARTUSSEK, H. (2001): Möglichkeiten zu geeigneter Beschäftigung von Schweinen. Gumpensteiner Bautagung 2001, „Stallbau - Stallklima - Verfahrenstechnik“, <http://www.al.bmlf.gv.at/publikationen/bautag2001/bartussek.pdf>.

BEATTIE, V. E.; WALKER, N. und SNEDDON, I. A. (1995): Effects of environmental enrichment on behaviour and productivity of growing pigs. *Animal Welfare* 4: S. 207 – 220.

BEATTIE, V. E.; O'CONNELL, N. E.; KILPATRICK, D. J. und MOSS, B. W. (2000): Influence of environmental enrichment on welfare-related behavioural and physiological parameters in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 70, S. 443 - 450.

BOGNER, H. und GRAUVOGL, A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 246 - 297.

DUSEL, G. (2014): Zur Faserversorgung bei Schweinen, Forum angewandte Forschung 01./02.04.2014, Tagungsunterlagen, S. 157 - 161.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (2007): Risiken in Verbindung mit Schwanzbeißen bei Schweinen und mögliche Wege zur Reduzierung der Notwendigkeit des Schwanzkupierens unter Berücksichtigung verschiedener Aufstellungs- und Haltungssysteme. Wissenschaftliches Gutachten des Gremiums für Tiergesundheit und Tierschutz.

FLEGLER, J., B. BEINLICH, K. VAN RHEMEN, H. KÖSTERMEYER, B. T. HILL und L. A. BECK (2005): Untersuchungen zur Raum – Zeit – Nutzung, Tagesaktivität und Nahrungswahl extensiv gehaltener Weideschweine. in: NEU-GEBAUER, K. R., BEINLICH, B., POSCHLOD, P. (Hrsg., 2005): Schweine in der Landschaftspflege – Geschichte, Ökologie, Praxis – NNA – Berichte 18. Jg., H. 2. Schneverdingen. S. 58 – 67.

FRASER, D.; PHILLIPS, P. A.; THOMPSON, B. K. und TENNESSEN, T. (1991): Effect of straw on the behaviour of growing pigs. Appl. Anim. Behav. Sci. 30, S. 307- 318.

GUTZWILLER, A. (1999): „Eisenversorgung des neugeborenen Ferkels“, AGRARFORSCHUNG 6 (10): 373-375, 1999, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux.

HORSTMAYER, A. und VALLBRACHT, A. (1990): Artgerechte Schweinehaltung - ein Modell, Tierhaltung Band 20 Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag.

KEMPER, N. und WAGNER, K., Spielmaterial: Vorsicht bei Maissilage und Torf, top agrar 2/2019, Spezialprogramm Schweinehaltung S. 22 - 25.

LYONS, C. A. P.; BRUCE, J. M.; FOWLER, V. R. und ENGLISH, P. R. (1995): A comparison of productivity and welfare of growing pigs in four intensive systems. Livest. Prod. Sci. 43, S. 265 - 274.

MEYER, E. und HENKE, S. (2018): „Untersuchungen zum Einsatz von faserreichen Ergänzungsfuttermitteln als Beschäftigungsmaterial in der Ferkelaufzucht“ Züchtungskunde, 90, (2) S. 126 - 132, 2018, ISSN 0044-5401 © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

MEYER, E.; MENZER, K. und HENKE, S. (2015): Verminderung von Verhaltensstörungen beim Schwein, Schriftenreihe, Heft 19/2015, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25186>.

MEYER, E. und HENKE, S. (2019): Untersuchungen zum Einsatz von Beschäftigungsfutter bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren in der Ferkelaufzucht, Züchtungskunde 91, (5) S. 379 - 388, 2019, ISSN 0044-5401 © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

MEYER, E. (2020): Wieviel Faser braucht das Schwein? Tagungsunterlagen Forum angewandte Forschung 28./29.04.2020 in Soest, S. 158 – 161.

MEYER, E. und OLSCHESKI, P. (2023): Untersuchungen zum Einsatz von tierischen Proteinträgern in der Ferkelaufzucht 95, (6) S. in Vorbereitung, 2023, ISSN 0044-5401 1 © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

OLSEN, A. W.; VESTERGAARD, E. M. und DYBKJAER, L. (2000): Roughage as additional rooting substrates for pigs. Anim. Sci. 70, S. 451 - 456.

PEDERSEN, L. J.; HOLM, L.; JENSEN, M. B. und JØRGENSEN, E. (2005): The strength of pigs' preferences for different rooting materials measured using concurrent schedules of reinforcement. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 94, S. 31 - 48.

PREIßINGER, W.; LINDERMAYER, H. und PROPSTMEIER, G.: Zum Tierwohl- Unterschiedliche Rohfasergehalte in der Ferkelaufzucht. *Forum angewandte Forschung* 01./02.04.2014, Tagungsunterlagen, S. 162 - 165.

VAN PUTTEN, G. (1978): Schwein. In: SAMBRAUS, H. H. (Hrsg.): *Nutztierethologie, Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere - Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis*, Verlag Paul Parey, Berlin/Hamburg.

WEBER, M. (2021): persönliche Mitteilungen.

WECHSLER, B. 1991: Zur Genese von Verhaltensstörungen. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991*. KTBL- Schrift 351, S. 9 - 17., Verlag KTBL, Darmstadt.

WOOD-GUSH, D. G. M. und BEILHARZ, R. G. (1983): The enrichment of a bare environment for animals in confined conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 10; S. 209 - 217.