
7 Zusammenfassung

„Untersuchung ilealer Digesta von Absatzferkeln bei Fütterung mit verschiedenen Diäten“

Das Ziel unserer Untersuchungen war die qualitative und quantitative Evaluierung ilealer Digesta bei Ferkeln vor und nach dem Absetzen, unter besonderer Berücksichtigung von Protein und Aminosäuren. Zur Verwirklichung dieser Zielstellung führten wir zwei Hauptversuchskomplexe durch: einen Schlachtversuch zur Untersuchung der qualitativen Aspekte und zur Quantifizierung Bilanzversuche vor und nach dem Absetzen.

Zur qualitativen Charakterisierung der ilealen Digesta wurden Ferkel zu definierten Zeitpunkten; -6, -4, -2 vor dem Absetzen, Absatztag (28. Lebenstag) und +1, +2, +5, +8, +15 Tage nach dem Absetzen; geschlachtet. Folgendes Fütterungsregime wurde von uns eingesetzt: vor dem Absetzen erhielten die Tiere ausschliesslich Sauenmilch (kein Beifutter) und nach dem Absetzen kamen vier verschiedene Starterdiäten zum Einsatz, zwei Referenzdiäten (Soja-, Molke-, Getreidebasis) und zwei hofeigene Mischungen (Getreide-, Leguminosenbasis). Die Referenzdiäten unterschieden sich im Einsatz des Fütterungsantibiotikums Avilamycin (+AB, -AB) und die hofeigenen Mischungen in ihrem Rohfasergehalt, d.h. niedriger Rohfasergehalt mit 3 % (LF) und hoher Rohfasergehalt (HF) mit 8 %.

Ein umfangreiche Auswahl an Analysen wurde an der im Schlachtversuch gewonnenen ilealen Digesta vorgenommen: pH-Wert, Trockensubstanz, Milchsäurekonzentration, Konzentration der flüchtigen Fettsäuren, NH₃, amine, D-Alaninmethode, klassische und molekulare Mikrobiologie. Die so gewonnenen Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und obwohl in einigen Parametern – Abfall von NH₃ und FFS - Differenzen zwischen den einzelnen Diätgruppen festgestellt werden konnten, erwiesen sich diese selten als statistisch signifikant. Auch die Ergebnisse der klassischen und molekularen Mikrobiologie zeigten eine bemerkenswerte Stabilität der universellen Mikroflora im Ileum von Saug- und Absatzferkeln. Die wenigen Veränderungen, die in unseren Untersuchungen festgestellt werden konnten, waren eher alters- als diätabhängig.

Eine Ausnahme bildete die Gruppe der Milchsäurebakterien, *Lactobacillus spp.*: hier konnte ein Diät einfluss auf die Population von *Lactobacillus spp.* festgestellt werden. Die hofeigenen Mischungen LF und HF induzierten eine größere Diversität in der Laktobazillen-Population als die Referenzdiäten, eher vergleichbar zu der Situation in Saugferkeln. Laktobazillen, die Hauptgruppe der Milchsäurebakterien, werden als gesundheitsfördernd angesehen, insbesondere im Gastrointestinaltrakt junger Nutztiere, wie z.B. beim Ferkel. Ausgehend davon können wir schließen, dass die Förderung dieser

Bakteriengruppe im Ileum von Absetzferkeln durch obengenannte Diäten als ein Hauptvorteil angesehen werden kann. Indes, mehr Untersuchungen zu diesem speziellen Punkt sind nötig, um dieses Ergebnis statistisch abzusichern.

Weiterführende statistische Auswertung der gewonnenen Ergebnisse ergaben eine negative Korrelation zwischen *Lactobacillus spp.* und Hefen (Pearson's Korrelation Koeffizient $r = -0.24$, $p = 0.02$) und stark positive Korrelationen zwischen *Lactobacillus spp.* und den Aminen (Putrescin = 0.41, $p < 0.0001$; Histamin $r = 0.36$, $p = 0.0005$; Cadaverin $r = 0.35$, $p = 0.0006$; Spermidin $r = 0.23$, $p = 0.03$; Spermin $r = 0.28$, $p = 0.007$). Das inverse Verhältnis zwischen Laktobazillen und Hefen wurde von Maribo und Kollegen (2000) berichtet, wohingegen Hinweise in der Literatur zum Verhältnis zwischen Laktobazillen und Aminen im Ileum kaum zu finden sind. Einige *in vitro* Untersuchungen konnten eine Aminproduktion dieser Bakterien zeigen, allerdings stammen diese Studien vorwiegend aus der Nahrungstechnologie denn aus der Tierphysiologie und -ernährung. Die von uns gefundenen Ergebnisse weisen auf eine zentrale Rolle der Gruppe der Laktobazillen im terminalen Ileum von Absetzferkeln hin. Weiterführende Untersuchungen sind notwendig, um diese Beziehungen und Zusammenhänge im GIT von landwirtschaftlichen Nutztieren, insbesondere beim Schwein, näher zu beleuchten.

Zur Untersuchung der quantitativen Aspekte führten wir 2 Bilanzversuche durch: vor dem Absetzen (mit Milchaustauscher aufgezogene Ferkel) und nach dem Absetzen (Absetzferkel vier Starterdiäten). Bei den angewendeten Startern handelte es sich um die bereits im Schlachtversuch zum Einsatz gekommenen Diäten. Um die endogenen Stickstoffverluste – und damit die wahre N-Verdaulichkeit - zu bestimmen, wurde die ^{15}N -Tracertechnik herangezogen und zur Beurteilung des bakteriellen Stickstoffanteils die D-Alaninmethode.

Die zur Quantifizierung durchgeführten Verdaulichkeitsexperimente hatten die Untersuchung der N-Verdaulichkeit, der endogenen N-Verluste und des bakteriellen N-Anteils zum Ziel. Die ^{15}N -Tracertechnik wurde angewendet, um endogene N-Verluste zu bestimmen und wahre N-Verdaulichkeiten zu berechnen. Der bakterielle N-Anteil wurde mittels D-Alaninmethode bestimmt. Unsere Ergebnisse zeigten, dass in Ferkeln vor dem Absetzen die wahre N-Verdaulichkeit am höchsten und der bakterielle N-Fluss (g/100g TS- bzw. RP-Aufnahme) signifikant niedriger war als bei Ferkeln nach dem Absetzen. Endogener N stellte den Hauptanteil des totalen ilealen N und Futter-N (exogener N) den niedrigsten Anteil. Dies unterstreicht die hohe N-Verwertung des verwendeten Milchaustauschers am terminalen Ileum. Überraschenderweise stellten sich die Ergebnisse für die hofeigene Diät LF ähnlich dar: wahre N-Verdaulichkeit unterschied sich nicht zum Milchaustauscher ($98,5 \pm 1,3 \%$ vs. $98,2 \pm 0,4 \%$) und endogener N stellte den

Hauptanteil des totalen ilealen N. Dahingegen zeigten sich die Verdaulichkeiten der anderen Starter merklich niedriger (+AB: 90.2 ± 1.3 , -AB: 88.3 ± 1.4 , HF: 94.0 ± 1.4 %). Bei Ferkeln, die die Referenzdiäten erhielten, war der endogene N-Anteil signifikant niedriger und der exogene Anteil höher als bei Tieren mit hofeigenen Mischungen oder vor dem Absetzen. Der bakterielle Stickstoffanteil erwies sich weniger alters- denn diätabhängig. Ferkel vor dem Absetzen und Absatzferkel, die die Referenzdiäten erhielten, zeigten annähernd gleiche Werte für Bakterien-N im terminalen Ileum ($11,6 \pm 1,5$, $11,4 \pm 0,7$, $11,8 \pm 0,9$ % N_{total}), während die Werte für Tiere mit hofeigener Diät merklich niedriger waren ($9,1 \pm 0,8$, $7,9 \pm 0,8$ % N_{total}). Die klassisch Mikrobiologie spiegelt dieses Ergebnis nicht wieder. Als eine Ursache käme in Frage, dass der Grossteil der gastrointestinalen Mikroflora zu den nicht-kultivierbaren Keimen gehört und daher mittels Plattenkultivierung nicht miterfasst werden konnte. Dessen ungeachtet ist es durchaus wahrscheinlich, dass D-Alanin als bakterieller Marker auch die nicht-kultivierbaren Keime miterfasst hat und es daher zu diesen Unterschieden kommen konnte. In unseren Untersuchungen wurde D-Alanin als verhältnismässig neuer bakterieller Marker beim Schwein eingesetzt. Bisher kam er fast ausschliesslich in der Wiederkäuerernährung erfolgreich zum Einsatz. Allerdings weisen Studien von Schönhusen und Kwella aus unserem Institut darauf hin, dass sein Einsatz bei Monogastriden ebenso nutz- wie sinnvoll ist. Unsere in diesem Rahmen gewonnenen Ergebnisse unterstützen diese Auffassung.

Die im Verlauf der Verdaulichkeitsuntersuchungen erhobenen Daten implizieren, dass die Grösse der Hauptkomponenten von ilealem N total – N endogen und N bakteriell – eher vom angewandten Fütterungsregime als vom tatsächlichen Absetzprozess abhängt.

All unsere Untersuchungen zusammenfassend, waren wir in der Lage zu demonstrieren, dass der Dünndarm – und speziell das Ileum – einer kurzfristigen Adaptationsperiode während des eigentlichen Absetzprozesses unterliegt. In dieser Zeit passt sich das Ileum den einflussnehmenden Veränderungen (soziale, diätetische und Umweltveränderungen) an, was mit geringfügigen Alterationen verschiedener Parameter wie FFS, MS, NH₃ einhergeht. Eine anderes überraschendes Resultat unserer Untersuchungen war, dass die mit Avilamycin supplementierte Starterdiät +AB keinerlei Vorteile gegenüber den anderen Startern zeigte. Vielmehr konnten wir einige bemerkenswerte positive Effekte der hofeigenen Diät LF etablieren: signifikant höhere ileale N-Verdaulichkeit (scheinbar und wahr) und eine Förderung der *Lactobacillus spp.* Population im terminalen Ileum, wie aus Verdaulichkeits- und Schlachtversuch hervorgegangen ist. Beides könnte sich als vorteilhaft für die praktische Anwendung dieses Starters erweisen: höhere Verdaulichkeit kann potentiell zu verbesserten täglichen Zunahmen bei längerer Anwendung führen, was für die kommerzielle Schweineproduktion von immenser Bedeutung ist. Die Förderung der

Laktobazillenpopulation im Ileum der Absetzer ist ein Indiz für prebiotische Wirkungsweise dieser Diät und ist insbesondere im Hinblick auf den EU-weiten Bann der Fütterungsantibiotika von Interesse.

Ein besonderer Aspekt in der Wissenschaft und demzufolge nicht zuletzt in der Tierernährung, ist das Bemühen, ein so weit wie möglich komplettes Bild der physiologischen Prozesse im Organismus zu erhalten. Dies gilt besonders für solche herausragende Ereignisse wie das Absetzen. Um derart objektive, umfassende Ergebnisse zu erreichen, haben wir im Rahmen des EU-Projektes "Healthypigut" mit verschiedenen Forschungseinrichtungen zusammengearbeitet. Neben der Analyse und den daraus hervorgegangenen Ergebnisse, die im Rahmen dieser Dissertation präsentiert wurden, wurden weiterführende Untersuchungen der Proben unserer Versuchstiere vorgenommen. So waren z.B. Gewebeproben des Gastrointestinaltraktes der Ferkel des Schlachtversuches Gegenstand immunologischer und immune-histologischer Analysen an der Medizinischen Hochschule Hannover (Gruppe Hermann-Josef Rothkoetter). Weiterhin wurden Digestaprobe der Verdaulichkeitsversuche auf ihren Muzingehalt untersucht (INRA Rennes / Frankreich, Gruppe Jean-Paul Lalles). Die dergestalt gewonnen Ergebnisse werden im Rahmen des EU-Projektes zusammengefasst und statistisch ausgewertet. Dies bietet eine gute Gelegenheit, die Daten aus diesen interdisziplinären Untersuchungen heranzuziehen und ein rundes Bild der physiologischen Vorgänge im Gastrointestinaltrakt zu erhalten. Indes, dies ist nur ein erster Schritt und weiterführende Untersuchungen und Kollaborationen unterschiedlichster Fachgebiete sind notwendig, um sinnvolle Strategien für einen sanften und stressreduzierten Absetzprozess zu entwickeln.