

**Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf
Immunstatus und Verhalten bei Ferkeln in den
ersten Lebenswochen**

Eva Lang

Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Angefertigt unter der Leitung von

Prof. Dr. M. Erhard

**Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf Immunstatus und
Verhalten bei Ferkeln in den ersten Lebenswochen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Eva Lang

aus

Garmisch-Partenkirchen

München 2004

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referent: Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. H. Kaltner

Tag der Promotion: 13. Februar 2004

Meinem Vater

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	VI
1 EINLEITUNG	1
2 LITERATURÜBERSICHT	3
2.1 Immunglobuline beim Schwein	3
2.1.1 Grundstruktur der Immunglobuline	3
2.1.2 Perinataler Immunstatus	7
2.1.3 Absorption von Immunglobulinen im Darm bei neugeborenen Ferkeln	8
2.1.4 Eigensynthese von Immunglobulinen bei Ferkeln	10
2.1.5 Einfluss von Stress auf das Immunsystem beim Ferkel	11
2.2 Immunstimulation durch pflanzliche Wirkstoffe	13
2.2.1 Phytotherapeutika	13
2.2.2 Echinaceaarten	14
2.2.3 Inhaltsstoffe von Echinacea	14
2.2.4 Wirkungsweisen von Echinacea	16
2.3 Kortisol	17
2.3.1 Biochemie der Glukokortikoide	17
2.3.2 Hormonelle Regulation der Glukokortikoide	18
2.3.3 Kortisol als Stressparameter	19
2.3.3.1 Definition von Stress	19
2.3.3.2 Auswirkungen von Stress	21
2.3.4 Kortisolwerte beim Schwein	22

	Seite
2.4 Verhaltensrepertoire von Ferkeln (Ethogramm)	23
2.4.1 Das Nahrungsaufnahmeverhalten bei Ferkeln	23
2.4.1.1 Die Saugordnung	23
2.4.1.2 Der Saugakt	25
2.4.1.3 Futter- und Wasseraufnahme	25
2.4.2 Das Ruheverhalten von Ferkeln	26
2.4.3 Das Spiel-, Neugier- und Erkundungsverhalten von Ferkeln	28
2.5 Zielsetzung	29
3 TIERBESTAND, MATERIAL UND METHODEN	30
3.1 Tierbestand und Haltungsformen	30
3.2 Stallhygienische Parameter	30
3.3 Versuchsaufbau	31
3.3.1 Gruppeneinteilung	31
3.3.2 Zeitlicher Ablauf des Versuchs	32
3.3.2.1 Die Blutentnahme	33
3.3.2.2 Die Gewinnung der Speichelproben	33
3.3.3 Bestimmung von IgG und IgA mittels ELISA	34
3.3.3.1 Durchführung des IgG-ELISA	34
3.3.3.2 Durchführung des IgA-ELISA	35
3.3.4 Bestimmung des Kortisols aus dem Serum	36
3.4 Verhaltensbeobachtungen	38
3.4.1 Beobachtungen der Saugakte	38
3.4.2 Beobachtungen im Absetzzeitraum	38
3.4.2.1 Aufzeichnung	38
3.4.2.2 Auswertung	39

	Seite
3.5 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	40
3.6 Versuchsanzeige	40
4 ERGEBNISSE	41
4.1 Stallhygienische Parameter	41
4.2 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den IgG-Gehalt im Serum	42
4.2.1 IgG-Verlauf bei Schweinen vom 3. Tag p.n. bis in die Mastperiode	42
4.2.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den IgG-Gehalt im Serum	43
4.2.3 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgG-Gehalt im Serum	45
4.2.4 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgG-Gehalt im Serum	46
4.2.5 Einfluss der Saugposition auf die IgG-Konzentration im Serum	47
4.2.6 Einfluss der Kastration männlicher Ferkel auf die IgG-Konzentration im Serum	48
4.3 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den Immunglobulin A-Gehalt im Speichel	49
4.3.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel	49
4.3.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel	50
4.3.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel	51
4.4 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf die Gewichtsentwicklung von Ferkeln	53
4.4.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf die Gewichtsentwicklung	53
4.4.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf die Gewichtsentwicklung	54
4.4.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf die Gewichtsentwicklung	55
4.5 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den Kortisolgehalt im Serum von Ferkeln	56
4.5.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den Kortisolgehalt im Serum	56
4.5.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den Kortisolgehalt im Serum	57
4.5.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den Kortisolgehalt im Serum	58

	Seite
4.6 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf das Verhalten nach dem Absetzen	60
4.6.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf das Verhalten	60
4.6.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten	61
4.6.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten	62
4.7 Saugordnung bei Ferkeln	63
5 DISKUSSION	65
5.1 Beurteilung des Immunstatus von Ferkeln in den ersten Lebenswochen	65
5.1.1 Beurteilung des Immunstatus anhand der Serumkonzentrationen des IgG	65
5.1.2 Beurteilung des Immunstatus anhand der Speichelkonzentrationen des IgA	69
5.2 Beurteilung der Gewichtsentwicklung der Ferkel	71
5.3 Beurteilung eines Stressgeschehens um den Absetzzeitraum	73
5.4 Verhalten der Ferkel nach dem Absetzen	75
5.5 Saugordnung oder Zitzenkonstanz der Ferkel (3-5 Tage p.n.)	77
5.6 Schlussbetrachtung	78
6 ZUSAMMENFASSUNG	80
7 SUMMARY	82
8 LITERATURVERZEICHNIS	84

	Seite
9 TABELLARISCHER ANHANG	99
DANKSAGUNG	114
LEBENS LAUF	115

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

ACTH	Adrenokortikotropes Hormon
Ak	Antikörper
Ag	Antigen
CoA	Coenzym A
CRH	Corticotropin-releasing Hormon
Da	Dalton
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
H-Kette	Schwere Kette des Immunglobulinmoleküls
i.v.	intravenös
IgG, IgA, IgM, IgE, IgD	Immunglobuline der Klassen G, A, M, E und D
LIA	Luminescence immunoassay
L-Kette	Leichte Immunglobulinkette
M	Molarität
MG	Molekulargewicht
N	Anzahl der Tiere
NNR	Nebennierenrinde
MW	Mittelwert
p	Wahrscheinlichkeitswert/ -niveau
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
PEG	Polyethylenglykol
p. n.	post natum
p. o.	per os
p. p.	post partum
POD	Peroxidase
RIA	Radioimmunoassay
s.c.	subkutan
SD	Standardabweichung
SEM	Standardfehler des Mittelwerts
TBS	Trisgepufferte Kochsalzlösung
TMB	Tetramethylbenzidin
TNF	Tumornekrosefaktor

1 EINLEITUNG

In der Ferkelerzeugung stellt die Anzahl der pro Sau und Jahr abgesetzten Ferkel ein wesentliches Leistungsmerkmal dar. Die Aufzuchtverluste betragen zwischen 10 und 15%, etwa die Hälfte davon entfällt auf die frühe Neugeborenenphase in den ersten Lebenstagen. Ein erheblicher Anteil dieser Abgänge wird auf eine unzureichende Kolostrumaufnahme und die daraus resultierende Lebensschwäche zurückgeführt.

Die passive Immunität von Ferkeln wird anfangs durch maternale Antikörper, welche sie über Kolostrum in den ersten 24 Stunden zugeführt bekommen, gewährleistet. Von anderen Jungtieren ist bekannt, dass diese Antikörper jedoch in den ersten Wochen stetig abnehmen, ohne dass durch eine endogene Produktion von Antikörpern eine ausreichende Versorgung mit Immunglobulinen gewährleistet ist. Es entsteht eine „immunologische Lücke“. In diesen Zeitraum, der auch beim Ferkel vermuteten schwachen Immunabwehr, fällt der Absetzzeitpunkt. Die Ferkel werden von der Mutter getrennt und sind somit einem massiven Stressgeschehen ausgesetzt. Es fehlt der bis dahin bestehende Sozialkontakt zur Mutter. Hinzu kommt der Stress durch Transport, durch die Neugruppierung der Würfe und durch die Nahrungsumstellung. Zusätzlich herrscht in den Ställen ein veränderter Keimdruck. Da das Immunsystem unter dem Einfluss von Stress geschwächt werden kann, ist die Anfälligkeit der Ferkel für Erkrankungen in diesem Zeitraum besonders hoch.

Häufig wurde in der Vergangenheit versucht, mit dem Einsatz von Antibiotika die Verluste von Ferkeln zu minimieren. Ein Problem dabei stellten die Resistenzbildungen von vielen Keimen dar. Aus diesem Grund werden Antibiotika bei Lebensmittel-liefernden Tieren in den letzten Jahren vom Verbraucher und Gesetzgeber immer kritischer betrachtet. Eine der möglichen Alternativen zum Antibiotikaeinsatz könnten Phytotherapeutika darstellen. Obwohl Heilpflanzen schon seit Jahrhunderten bekannt sind, sind die Wirkungsweisen umstritten und häufig nicht wissenschaftlich belegt.

Einer Gattung dieser Heilpflanzen, Echinacea, werden immunmodulatorische Eigenschaften zugesprochen. Daher sollte in der vorliegenden Arbeit überprüft werden, ob die Fütterung von *Echinacea purpurea* (Roter Sonnenhut) nach dem Absetzen Einfluss auf die Gesundheit und das Verhalten von Ferkeln in den ersten Lebenswochen nehmen kann. Hierzu wurde die Gewichtsentwicklung der Ferkel aufgezeichnet und die Immunglobulin G-Konzentration im

Serum sowie die Immunglobulin A-Konzentration im Speichel durch verschiedene ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) bestimmt. Zur Beurteilung des Stresses beim Absetzen der Ferkel wurden Verhaltensbeobachtungen (Videoaufzeichnungen) durchgeführt und die Kortisol-Konzentrationen im Serum mittels LIA (Luminescence immunoassay) untersucht.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Immunglobuline beim Schwein

2.1.1 Grundstruktur der Immunglobuline

Der tierische Organismus ist in der Lage, sich gegen körperfremde organische Strukturen und gegen Krankheitserreger wirksam zu wehren. Hierfür stehen ihm zum einen ein unspezifisches Abwehrsystem, das vor allem neutrophile Granulozyten und Makrophagen umfasst, zur Verfügung. Zum anderen besitzt der Körper ein spezifisches Abwehrsystem, in dem zelluläre Faktoren und humorale Abwehrstoffe in Form von Plasmaproteinen (Immunglobuline) kooperieren. Immunglobuline oder Antikörper sind ein spezifisches Reaktionsprodukt des Immunsystems auf einen antigenen Reiz. Sie werden von Plasmazellen (differenzierten B-Lymphozyten o.ä.) nach Kontakt mit einem spezifischen Antigen gebildet (TIZARD, 2000).

Die Einteilung der Immunglobuline erfolgt in fünf Klassen: IgG, IgA, IgM, IgD und IgE (TIZARD, 2000). Die Grundstruktur des Immunglobulin-Moleküls besteht aus vier Polypeptidketten, zwei davon mit einem Molekulargewicht von 50000 Dalton (Da) und zwei mit einem Molekulargewicht von 25000 Da. Diese Polypeptidketten werden als schwere (H-) und als leichte (L-) Ketten bezeichnet. Die beiden Ketten sind über symmetrisch angeordnete Disulfidbrücken miteinander verbunden und weisen eine Y-förmige Struktur auf (GORMAN und HALLIWELL, 1989). Nach Aufspaltung durch das proteolytische Enzym Papain entstehen verschiedene Immunglobulinfragmente, denen unterschiedliche Funktionsbereiche zugeordnet werden können. Die zwei identischen monovalenten Fab-Fragmente (fragment antigen binding) sind fähig, die Antigene zu binden. Das Fc-Fragment (fragment crystallizable) kann kein Antigen binden, es lässt sich leicht aus der Lösung herauskristallisieren und vermittelt Effektorfunktionen wie die Aktivierung des Komplementsystems und die Bindung an verschiedene Abwehrzellen. Das monomere IgA weist ebenfalls eine Y-Konfiguration auf. In der dimeren Form sind zwei IgA-Monomere über eine J-Kette miteinander verbunden (KOSHLAND, 1985). Nur vereinzelt entstehen beim IgA Trimere, Tetramere und Pentamere (RADL et al., 1974). IgA kommt hauptsächlich im sekretorischen Milieu der Schleimhäute vor, wo es die vorherrschende Immunglobulinklasse darstellt. Die IgA-Sekretion findet in vielen Schleimhautregionen statt, vom

Gastrointestinaltrakt über den Respirationstrakt zu den Tränendrüsen, den Speicheldrüsen, dem Urogenitaltrakt, dem Uterus und der Haut (TIZARD, 2000). Beim Durchdringen epithelialer Zellschichten bindet IgA an eine sekretorische Komponente und ist dadurch vor Proteolyse geschützt (STONE et al., 1979).

Bei Schweinen kommen lediglich IgG, IgA, IgM (PORTER und ALLEN, 1972; BOURNE, 1976) und IgD (ZHAO et al., 2002) vor. Das Vorkommen von IgE wird vermutet (BARRIGA und INGALLS, 1984). VERNERSSON et al. (1997) konnten durch PCR (Polymerase chain reaction) die mRNA des IgE beim Schwein isolieren. Durch DNA-Analysen bestimmten KACSKOVICS et al. (1994) fünf Subklassen des Immunglobulin G beim Schwein. Sie können wiederum in zwei Gruppen eingeteilt werden. Einmal IgG1 und IgG3, die andere Gruppe beinhaltet IgG2a, IgG2b und IgG4. IgG1 und IgG3 unterscheiden sich im Abstand ihrer beweglichen Region („Türangel“ - oder „Hinge“-Region). IgG2a und IgG2b differieren in drei Aminosäuresequenzen. IgG ist der wichtigste Antikörper der sekundären Immunantwort und spielt bei der Neutralisierung von Toxinen und Viren eine vorherrschende Rolle (ROITT, 1991). Mit einem Anteil von über 80% stellt das IgG die größte Immunglobulinfraktion im Serum und Kolostrum des Schweins dar (BOURNE, 1976). Seine Halbwertszeit im Plasma wird beim Schwein mit 7 bis 14 Tagen angegeben (CURTIS und BOURNE, 1973; SENFT et al., 1975; PROCHAZKA et al., 1979; BANKS, 1982). Immunglobuline herrschen hauptsächlich im intravasalen Raum vor und werden nur selten durch die Zellwände transportiert (HONG et al., 2000). Bei Entzündungsvorgängen und Schädigungen der Zellmembrane können Antikörper auch im extravasalen Raum vorkommen (ZHANG et al., 1993).

Der IgM-Klasse beim Schwein gehören etwa 18% der Immunglobuline im Serum an, im Kolostrum sind es etwa 5% (PORTER, 1969; CURTIS und BOURNE, 1973). Seine Halbwertszeit beträgt 2,5 bis 4,5 Tage (CURTIS und BOURNE, 1973; SENFT et al., 1975; BANKS, 1982).

Tab. 1: Serum-IgG-Konzentrationen bei Schweinen (Quelle: MILLER et al., 1961).

Die IgG-Konzentrationen wurden direkt nach der Geburt bis zum Zeitpunkt von zwei Jahren bestimmt (IgG-Werte angegeben als MW \pm SEM). Die Anzahl beinhaltet Stichproben von verschiedenen Schweinen.

Alter	Anzahl	Serum-IgG (mg/ml)
0 Stunden	47	1,4 \pm 0,5
2 Tage	30	21,6 \pm 1,1
3 Wochen	94	4,6 \pm 0,1
6 Wochen	60	4,8 \pm 0,4
9 Wochen	84	7,7 \pm 0,5
12 Wochen	36	11,3 \pm 0,8
15 Wochen	73	15,6 \pm 0,6
20 Wochen	67	15,6 \pm 0,6
24 Wochen	76	13,1 \pm 0,6
2 Jahre (Sauen)	13	15,2 \pm 1,0

Lange war das Vorkommen von IgA beim Schwein umstritten, bis VAERMAN und HEREMANS (1970) ein, mit vergleichbaren Eigenschaften wie dem humanen IgA ausgestattetes, porcines IgA im Serum und in der Milch von Schweinen fanden. Die Speicheldrüse des Schweins synthetisiert ebenfalls IgA, welches mit dem des Menschen vergleichbar ist. Zusätzliche Determinanten am sekretorischen IgA-Molekül des Speichels sprechen für das Vorhandensein einer sekretorischen Komponente (HURLIMANN und DARLING, 1971). Der Beweis dafür wurde mit Hilfe der Polyacrylamid-Gelelektrophorese geliefert. Sie zeigte eine klare Bande für die sekretorische Komponente und auch die J-Kette, die für die Polymerisation des IgA-Moleküls spricht (DE BUYSSCHER und BERMAN, 1975). Als Dimer kommt IgA beim Schwein auch im Urin vor, wo es beim Menschen nicht nachgewiesen werden konnte. Es ist vergleichbar mit dem in der Milch, im Speichel und im Darm. Die Konzentrationen sind mit 0,77 mg/ml geringer als die im Serum mit 2,37 mg/ml (BOURNE, 1973). Etwa ein Drittel des IgA stammt aus der lokalen Synthese im Darm und erreicht das Blut über die Mesenteriallymphe (VAERMANN et al., 1997). Beim Ferkel kommen die nachweisbaren Antikörper im Serum zuerst noch aus dem Kolostrum. Sie sind dadurch am ersten Tag mit IgA-Konzentrationen von 5 mg/ml relativ hoch. Die IgA-

Konzentrationen fallen dann stetig bis auf Werte von 0,1-0,3 mg/ml ab. Erst nach ca. 3 Wochen ist allmählich wieder ein Anstieg zu beobachten (PORTER und HILL, 1970).

Tab. 2: Serum-IgA-Konzentrationen bei Schweinen (Quelle: SVENDSEN und BROWN, 1973).

Die IgA-Konzentrationen wurden direkt nach der Geburt bis zum Zeitpunkt von zwei Jahren bestimmt (IgA-Werte angegeben als MW \pm SEM). Die Anzahl beinhaltet, außer den zwei Jahre alten Sauen, Stichproben von immer den gleichen Schweinen.

Alter	Anzahl	Serum-IgA (mg/ml)
2 Tage	29	4,3 \pm 1,6
3 Wochen	29	0,2 \pm 0,1
6 Wochen	29	0,4 \pm 0,1
9 Wochen	29	0,7 \pm 0,2
12 Wochen	29	1,3 \pm 0,4
15 Wochen	29	1,3 \pm 0,6
18 Wochen	29	2,2 \pm 0,8
21 Wochen	29	2,2 \pm 0,8
24 Wochen	29	2,1 \pm 0,9
2 Jahre (Sauen)	3	2,1 \pm 0,4

Untersuchungen von EICHLER et al. (1986) brachten bei Ferkeln der Rasse Mini-Lewe etwas geringere Werte von durchschnittlich 1,6 mg/ml IgA im Serum am 4. Lebenstag. Im Respirationstrakt ist IgA das vorherrschende Immunglobulin der nasalen und trachealen Sekretion mit Konzentrationen von $0,3 \pm 0,2$ mg/ml bei 18-20 Wochen alten Schweinen (MORGAN et al., 1980). Versuche mit radioaktiv-markierten Immunglobulinen konnten zeigen, dass 97% der IgA-Produktion vor Ort stattfanden und nicht aus dem Serum stammten (MORGAN und BOURNE, 1980). Zu den IgA-Konzentrationen im Speichel gibt es kaum Angaben. Bei DE BUYSSCHER und BERMAN (1980) ist eine IgA-Konzentration von 10 Wochen alten Ferkeln mit 3-10 mg/100 mg Protein angegeben, umgerechnet anhand des Gesamtproteingehalts in die absolute IgA-Konzentration wären dies 0,2 mg/ml. TEUBNER (2002) untersuchte den Einfluss verschiedener Lichtintensitäten auf den IgA-Spiegel im Speichel von 12-24 Wochen alten Jungschweinen. Das Minimum der Speichel-IgA-Konzentration lag in diesen Untersuchungen bei 1,8 mg/ml. Der Maximalwert wurde mit 7,2 mg/ml IgA im Speichel ermittelt.

2.1.2 Perinataler Immunstatus

Neugeborene Ferkel sind auf die Aufnahme von maternalen Antikörpern über die Kolostralmilch angewiesen, da Immunglobuline die Plazentarschranke nicht passieren können (BRAMBELL, 1969; BUTLER und BROWN, 1994; BUTLER 1998). Da die Eigensynthese von Antikörpern während der intrauterinen Entwicklung durch das Ausbleiben von Antigenkontakt und ungenügender Reife des Immunsystems begrenzt wird, verfügen die neugeborenen Ferkel vor der Kolostrumaufnahme über sehr geringe Gehalte ($1,4 \pm 0,5$ mg/ml IgG) von Immunglobulinen (MILLER et al., 1961). Auch ERHARD et al. (1999) stellten fest, dass die Immunität von Kälbern anfangs durch die maternalen Antikörper, die sie in den ersten 24 Stunden zugeführt bekommen, gewährleistet wird. Die maternalen Antikörper werden jedoch abgebaut oder verbraucht, und die vom Jungtier selbst produzierten Immunglobuline nehmen nur langsam zu. Es entsteht eine „immunologische Lücke“ (ERHARD et al., 1999).

Die von einigen Autoren im Serum neugeborener, noch nicht kolostral versorgter Ferkel nachgewiesenen Antikörper (PORTER und HILL, 1970; YABIKI et al., 1974; FRENYO et

al. 1981) sind nach Ansicht von SETCAVAGE und KIM (1976) sowie REDMAN (1979) auf einen Defekt der plazentaren Barriere zurückzuführen. Sie können maternalen Herkunft sein oder nach einem Antigentransfer aus der fetalen Antikörpersynthese stammen. YANO et al. (1988) schließen jedoch nicht aus, dass auch bei einer intakten Plazenta innerhalb von definierten Zonen maternales IgG und IgM in das Uteruslumen sezerniert und anschließend vom fetalen Chorionepithel absorbiert werden kann.

2.1.3 Absorption von Immunglobulinen im Darm bei neugeborenen Ferkeln

Für die postnatale Übertragung von Antikörpern in den Blutkreislauf des neugeborenen Ferkels ist die Fähigkeit des Darmes zur Absorption der Immunglobuline Voraussetzung. Deren Struktur darf durch den Absorptionsvorgang nicht verändert werden. Dies ist aber nur während der ersten 24-36 Stunden p.n. möglich (LUSTERMANN und GÜNTHER, 1977).

Der zelluläre Mechanismus der Aufnahme von Immunglobulinen in das Darmepithel basiert auf Pinozytose (STALEY et al. 1968; SIMPSON-MORGAN und SMEATON, 1972; GÜNTHER, 1973). Dieser Vorgang findet im gesamten Dünndarm statt, doch stellen das Jejunum und die proximalen zwei Drittel des Ileums die Orte mit der höchsten Absorptionsrate dar, während das Duodenum für die Absorption von untergeordneter Bedeutung ist (SZEKY et al., 1976; MURATA und NAMIOKA, 1977; LEARY und LECCE, 1979). Bei der Pinozytose gelangen die Makromoleküle zwischen die Mikrovilli der Epithelzellen und akkumulieren in Einstülpungen der Plasmamembran, die sich dann als Vesikel abschnüren. Diese aggregieren auf ihrem transzellulären Weg zu größeren Vakuolen, die sich an der basolateralen Zellmembran in den Interzellularraum entleeren (LUSTERMANN und GÜNTHER, 1977). Vor allem die Zellen an der Zottenspitze sind zur Resorption befähigt, in Becherzellen sowie Enterozyten der Zottenbasis lässt sich hingegen histologisch keine Absorption nachweisen (QUALMANN, 1993). Ebenso berichten SZEKY et al. (1976) und SMITH et al. (1979) von mangelnder Vakuolisierung in den Krypten. Anhand von immunhistologischen Untersuchungen am porcinen Ileum konnte festgestellt werden, dass IgG ausschließlich vom Villusepithel absorbiert wird, während IgA und IgM zusätzlich vom Kryptenepithel absorbiert werden und hier möglicherweise an die sekretorische Komponente des IgA gebunden sind (s. Kap. 2.1.1). Diese liegt der Muzinschicht des Kryptenepithels auf (BUTLER et al., 1981). KIRIYAMA (1992) bestimmte nach Infusion von bovinem Kolostrum in das Duodenum die Transportrate von IgG durch den *Ductus thoracicus* und durch das Plasma. Seine Ergebnisse zeigen, dass der Transport von IgG über die Lymphe zwar schneller vonstatten geht, der größte Teil an kolostralen Proteinen jedoch über den Blutweg transportiert wird.

KLOBASA et al. (1990) stellten nach der Verabreichung von Rinderkolostrum an neugeborene Ferkel eine Selektivität in der Absorption der einzelnen Klassen fest. Die höchste Absorptionsrate erzielte IgA, es folgten IgG und schließlich IgM. Nach SZEKY et al.

(1976) ist die Absorptionsintensität bei den an der Mutter saugenden Ferkeln zwischen der achten und der zwölften Lebensstunde am höchsten. In den ersten zwölf Lebensstunden werden bereits 60 bis 70% der Gesamtmenge an IgG absorbiert (MILON et al., 1983). Bei natürlich aufgezogenen, Kolostrum aufnehmenden Ferkeln wird der Zeitpunkt des Absorptionendes für Immunglobuline im allgemeinen mit 12 bis 36 Stunden angegeben. WESTRÖM et al. (1984) berichten, dass viele Tiere bereits nach 18 Stunden keine Makromoleküle mehr absorbieren können. MEHRAZAR et al. (1993) fanden bei ausschließlich parenteral ernährten Ferkeln eine Hinauszögerung des Absorptionsvermögens für Antikörper auf fünf Tage und folgerten, dass die enterale Nahrungsaufnahme den Absorptionsstop beschleunigt. Da das Absorptionende sowohl bei voll ausgetragenen als auch bei vor dem Geburtstermin entwickelten Ferkeln zum gleichen Zeitpunkt eintrat, vermuteten die Autoren einen zeitgesteuerten, aber nicht altersabhängigen Mechanismus.

Tab.3: Immunglobulinkonzentrationen (mg/ml) im Serum, Kolostrum und in der Milch von Schweinen (Quelle: BOURNE, 1973).

	IgG	IgA	IgM
Serum (Schwein)	18,31	1,44	3,15
Serum (laktierende Sau)	24,33	2,37	2,92
Kolostrum	61,80	9,66	3,19
Milch (24 h)	11,83	3,76	1,79
Milch (2 Tage)	8,16	2,72	1,81
Milch (3-7 Tage)	1,91	3,41	1,17
Milch (8-35 Tage)	1,37	3,04	0,89

BOURNE (1973) untersuchte den Immunglobulinstatus im Serum, Kolostrum und in der Milch von Schweinen (s. Tab. 3). Um eine Aussage über die IgG-Konzentrationen in der Milch und im Kolostrum von Schweinen machen zu können, wurden Mischfraktionen aus den verschiedenen Gesäugekomplexen gebildet. Es gibt in der Literatur aber keine Aussage über unterschiedliche IgG-Konzentrationen an den einzelnen Komplexen.

2.1.4 Eigensynthese von Immunglobulinen bei Ferkeln

Die endogene Synthese von Immunglobulinen wird durch die vielfältige Antigenexposition nach der Geburt stimuliert und variiert in Abhängigkeit von den Haltungs- und Fütterungsbedingungen (BANKS, 1982; TIZARD, 2000). Die zuerst bei der Primärreaktion synthetisierten Antikörper gehören der IgM-Klasse an. Ihre Konzentration nimmt jedoch schnell ab, sobald die IgG-Menge ein entsprechendes Niveau erreicht hat. Die IgG-Konzentration steigt langsamer an als die vom IgM, erreicht aber höhere Konzentrationen und behält diese für längere Zeit bei (WERHAHN und KLOBASA, 1980).

HABE (1974) wies am 3. bis 4. Lebenstag durch Eigensynthese entstandene Immunglobuline nach. KLOBASA et al. (1990) konnten bei heterolog passiv immunisierten Ferkeln ab dem 6. Lebenstag Immunglobuline nachweisen. In Versuchen von KLOBASA und WERHAHN (1991) begann die Eigensynthese ab dem 3. Lebenstag mit IgG. Ab dem 6. Tag konnte IgM und ab dem 12. Tag IgA nachgewiesen werden. CURTIS und BOURNE (1971) verfolgten die Immunglobulinentwicklung über die Läuferperiode hinaus. Trotz eines kontinuierlichen Anstiegs erreichten weder 16 Wochen alte Mastferkel noch Schlachttiere im Alter von sechs bis sieben Monaten oder gleichaltrige Jungsauen die Serumkonzentrationen, die in den jeweiligen Studien bei adulten Tieren (im Alter von ca. 2 Jahren) ermittelt wurden (KLOBASA et al., 1985). Dies lässt auf eine noch nicht abgeschlossene Entwicklung des Immunsystems schließen. Für die adulten Tiere werden Werte zwischen 22 und 38 mg/ml für IgG, 1,5-2,5 mg/ml für IgA und 3-6 mg/ml für IgM im Serum angegeben (CURTIS und BOURNE, 1971; BOURNE, 1976; BÜGENER, 1982; KLOBASA et al., 1985).

ERHARD et al. haben beim Kalb (1999) bzw. beim Fohlen (2001) und SCHEFELS (2001) bei Ratten, Studien zum IgG-Verlauf durchgeführt. Beim Kalb konnten ERHARD et al. (1999) zeigen, dass die Serum-IgG-Gehalte bis zum 28. Tag signifikant abfielen, um dann wieder anzusteigen. Ähnliche Ergebnisse fand auch SCHEFELS (2001) bei der Ratte. Bei ihren Untersuchungen zur IgG-Entwicklung beim Fohlen fanden ERHARD et al. (2001) bis zum 35. Tag p.n. einen Abfall der Serum-IgG-Konzentrationen. Danach kam es zu einem Anstieg der Konzentrationen. HEMPEL (2002) untersuchte den IgG-Verlauf bei neugeborenen Kaninchen. Die Serum-IgG-Konzentrationen sanken in den ersten vier Wochen bis zum 28. Lebenstag signifikant ab. Danach stiegen die IgG-Konzentrationen wieder an.

Einige Autoren beschreiben stimulierende Einflüsse der Kolostralmilch auf die endogene Ausbildung der humoralen Immunität. So konnte HOERLEIN (1957) bei kolostrumfrei aufgezogenen Ferkeln bis zur 8. Lebenswoche keine Immunantwort gegenüber verschiedenen Antigenen nachweisen, während kolostral versorgte Tiere bereits in der dritten Lebenswoche deutlich reagierten. Enthielt das Kolostrum jedoch spezifische Antikörper gegen die eingesetzten Antigene, so wurde die Immunantwort inhibiert oder stark beeinträchtigt. VARLEY et al. (1987) fanden bei mit 6 Wochen abgesetzten Ferkel in der 8. Lebenswoche ein deutlich höhere Synthese als bei den Wurfgeschwistern mit kürzerer Säugedauer und führten dies auf die unterschiedliche Dauer der Kolostralmilchzufuhr zurück. Auch HAYE und KORNEGAY (1979) beobachteten nach der Infektion mit verschiedenen Antigenen bei den bei der Sau verbleibenden Ferkeln höhere Antikörpertiter als bei den früh abgesetzten Wurfgeschwistern.

2.1.5 Einfluss von Stress auf das Immunsystem beim Ferkel

Die zellvermittelte Immunität eines Ferkels entwickelt sich während der fetalen Periode und ist zum Zeitpunkt der Geburt bereits voll ausgebildet. Als Folge hormonaler Trigger-Mechanismen bei der Geburtseinleitung weisen Ferkel bei der Geburt hohe Serum-Kortisol-Werte auf. Innerhalb weniger Tage fallen diese jedoch auf das Niveau adulter Schweine ab (McCAULEY und HARTMANN, 1984). Der suppressive Effekt, den Kortikoide auf Lymphozyten und Makrophagen ausüben, ist eine Erklärung für die Immunsuppression bei Neonaten (BANKS, 1982). Der wichtige zelluläre Teil des Immunsystems wird bei einer Infektion des Neonaten somit blockiert (OSBURN, 1973). Zudem haben erhöhte Kortisolwerte bei der Geburt einen hemmenden Einfluss auf die intestinale Absorption von Makromolekülen und reduzieren damit das Ausmaß der passiven Immunisierung (SVENDSEN et al., 1990). Sauen, die während der Trächtigkeit Hitzestress ausgesetzt waren, zeigten erhöhte Kortisol-Konzentrationen und geringere IgG-Gehalte des Kolostrums. Deren Ferkel wiesen ebenfalls erhöhte Kortisol-Werte auf und zeigten in den ersten Lebenstagen geringere Serum-IgG-Konzentrationen als die Kontrolltiere (MACHADO-NETO et al., 1987). Auch die Menge des aufgenommenen Kolostrums beeinflusst die Plasma-Kortisol-Konzentration. Je mehr Kolostrum aufgenommen wird, umso geringer ist die Kortisolkonzentration im Plasma (LEPINE et al., 1989).

Die humorale Immunantwort kann auch durch das Verhalten der Ferkel beeinflusst werden. Bei Ferkeln, die sich nicht aggressiv verhalten, tritt eine gesteigerte oder schnellere Antikörperproduktion auf (HESSING et al., 1995; SCHRAMA et al., 1997). MORROW-TESSCH et al. (1994) fanden aber heraus, dass die Rangposition (dominant/unterwürfig) keinen Einfluss auf das Immunsystem besaß. BLECHA und KELLEY (1981) untersuchten den Einfluss verschiedener Stressfaktoren auf die Ausprägung einer Immunantwort beim Ferkel. Während das Absenken der Stalltemperatur auf 0°C zu einer Steigerung der Antikörperproduktion (als Antigen wurden Schaferythrozyten verwendet) führte, ging das Absetzen (am 21. Tag) mit einer Senkung des spezifischen Antikörperbildungsvermögens einher. In der Literatur wird die Auswirkung von Kortisol, das beim Absetzen der Ferkel ausgeschüttet wird, auf das Immunsystem kontrovers diskutiert. BLECHA et al. (1983) untersuchten die Wirkung von Stress beim Absetzen auf das Immunsystem. Sie demonstrierten, dass die zellvermittelte Immunität von Ferkeln, die im Alter von zwei Wochen abgesetzt wurden, unterentwickelt war im Vergleich zu Ferkeln mit einem Absetzalter von fünf Wochen. Dieser Effekt wird von den Autoren auf die stressinduzierte Freisetzung von Kortikosteroiden zurückgeführt, die eine Immunantwort unterdrücken. In einer späteren Untersuchung kamen BLECHA et al. (1985) dagegen zu dem Schluss, dass der kurzzeitige, akute Anstieg des Kortisols die immunologischen Funktionen nicht beeinträchtigt. Dazu setzten sie eine Gruppe von Ferkeln mit den Wurfgeschwistern ab, die andere Gruppe mit Nicht-Geschwistern. Letztere Gruppe zeigte erhöhte Plasma-Kortisol-Werte, die zellvermittelte Immunität und die Antikörperproduktion waren jedoch in beiden Gruppen gleich.

BATE und HACKER (1985) ermittelten bei Ferkeln von Sauen, die gegen Ende der Trächtigkeit bei niedrigen Umgebungstemperaturen gehalten wurden, eine höhere Eigensynthese von Immunglobulinen als bei den Ferkeln thermoneutral gehaltener Sauen. Die Autoren führten dies auf eine durch den Kältestress bereits in der fetalen Entwicklung stimulierte Differenzierung der B-Lymphozyten zurück. Bei drei Wochen alten Ferkeln konnte durch eine Futterrestriktion und suboptimale Proteinversorgung keine Beeinträchtigung der Immunantwort gegen humane Erythrozyten induziert werden (CRENSHAW et al., 1986). Nach KELLEY und EASTER (1991) ist auch kein direkter Effekt der Energieaufnahme auf die spezifische Immunreaktion bekannt.

Die Ausbildung einer Immunität unterliegt den genetischen Einflüssen. HERRMANN (1984) fand beim Schwein signifikante Rassenunterschiede hinsichtlich der Ig-Serumkonzentrationen und des Antikörperbildungsvermögens gegen Tetanustoxoide. Dabei waren Kreuzungstiere den Reinrassigen überlegen. KRÄUSSLICH et al. (1983) selektierten Sauen auf das Antikörperbildungsvermögen gegenüber einem T- und B-Zellabhängigen Antigen. In der vierten Generation verfügten die selektierten Tiere über deutlich höhere Antikörpertiter als die Kontrolltiere.

2.2 Immunstimulation durch pflanzliche Wirkstoffe

2.2.1 Phytotherapeutika

Von den Pflanzen, die eine heilende Wirkung haben sollen, konnte bisher nur ein Bruchteil der arzneilich wirksamen Komponenten identifiziert werden (COWAN, 1999). Vor dem Einsatz als Therapeutika bedarf es nach DORSCH (1996) der Klärung der Wirkmechanismen. Dies gilt vor allem deshalb, weil bei einigen Pflanzen auch schädliche sowie toxische Wirkungen auf die Organsysteme beobachtet wurden (MILLER, 1998). Das größte Problem der Phytotherapie ist die Standardisierung. So fordert COWAN (1999) ein standardisiertes System zur Extraktion der Pflanzenwirkstoffe. WAGNER (1990) dagegen ist der Ansicht, dass eine chemische Standardisierung nur möglich ist, wenn die eigentlichen oder in Frage kommenden Wirkstoffe und deren Wirkungsweisen bekannt sind.

Der Heilpflanzenmarkt hat sehr große Zuwachsraten. Alleine in den USA wuchs der Verkauf im Jahr 1997 um 57% und dieser Trend ist nicht nur auf Amerika beschränkt (MILLER, 1998). Heilpflanzenpräparate wurden häufig in der Humanmedizin zur Therapie von Erkältungskrankheiten eingesetzt (BRAUNIG et al., 1992). Dagegen war in der Tiermedizin der Einsatz solcher Präparate bisher sehr gering (STREY, 1996).

2.2.2 Echinaceaarten

Die Gattung *Echinacea* MOENCH gehört zur Familie der *Compositae (Asteraceae)*. Sie wurde durch McGregor einer umfassenden Revision unterzogen (McGREGOR, 1968). Seine vergleichende morphologisch-anatomische Studie erbrachte ein neues taxonomisches Konzept, das die Gattung in neun Arten gliedert (BAUER und WAGNER, 1990). Von diesen Arten haben drei Heilpflanzen eine große Bedeutung: *Echinacea purpurea*, die besonders in der hier aufgeführten Studie zum Einsatz kommt, *Echinacea angustifolia* und *Echinacea pallida*.

Echinacea purpurea, auch der „Rote Sonnenhut“ genannt, ist nicht nur die häufigste, sondern auch die am weitesten verbreitete Art der Gattung in Nordamerika. Die großen eiförmigen, gesägten Blätter, die Wuchshöhe (60-180 cm), der verzweigte Habitus, die grannigen Spreublätter und die tiefpurpurnen Zungenblüten sind typisch für diese Art (BAUER und WAGNER, 1990). Jeder Stängel hat nur einen Blütenkopf von stacheligem, kegelartigem Aussehen. Die Blütezeit befindet sich im Frühjahr bis Hochsommer. Die Pflanze bevorzugt trockene kalkreiche Standorte. Das ursprüngliche Vorkommen beschränkte sich auf Nordamerika (BAUER und WAGNER, 1990). In Europa wurde die Pflanze erst Ende des 19. Jahrhunderts heimisch.

2.2.3 Inhaltsstoffe von Echinacea

Man unterscheidet bei *Echinacea* Präparaten, welche Pflanzenteile verwendet werden: die Wurzeln, die oberirdischen Teile oder die ganze Pflanze (BAUER, 1994). Bisher konnten ca. 75 bis 100 Inhaltsstoffe isoliert werden (BODINET et al., 1993). Diese große Anzahl macht deutlich, dass wahrscheinlich nicht eine Einzelkomponente, sondern die Gesamtheit der Stoffe mit ihren Wechselwirkungen für die therapeutischen Erfolge verantwortlich ist.

BAUER (1994) teilt die Inhaltsstoffe in vier Stoffklassen ein: Kaffeesäurederivate, Alkamide, Polysaccharide und Glykoproteine. Der Autor konnte in den Wurzeln aller *Echinacea*pflanzen Kaffeesäurederivate nachweisen, wobei bei *Echinacea angustifolia* und *Echinacea pallida*, als Derivate hauptsächlich Echinacosid und Cynarin vorkommen. Die Wurzeln von *Echinacea*

purpurea enthalten diese Substanzen nicht, sondern das Kaffeesäurederivat Cichoriensäure. Cichoriensäure kommt auch bei *Echinacea purpurea* und *pallida* als Hauptinhaltsstoff in den oberirdischen Pflanzenteilen vor. Bei *Echinacea angustifolia* und bei *Echinacea purpurea* konnte der Autor Alkamide nachweisen und in den oberirdischen Pflanzenteilen bei allen Echinaceaarten Rutin, Polysaccharide und Alkamide, wobei die Anreicherung der Alkamide vor allem in den Blüten festzustellen ist. In den Wurzeln von *Echinacea pallida* fand BAUER (1994) Ketoalkene und Ketoalkenine. Das größte Problem in dem wissenschaftlichen Nachweis der Wirkmechanismen liegt darin, dass mit den unterschiedlichsten Extraktionsverfahren von verschiedenen Teilen und Organen der Pflanze gearbeitet wurde. Diese unterscheiden sich aber zum Teil erheblich hinsichtlich potenzieller Wirkstoffe (SPRECHER, 1991).

Bei den Kaffeesäurederivaten besitzt vor allem Cichoriensäure eine starke immunmodulierende Wirkung. Sie stimuliert deutlich die Phagozytose im *in-vitro*-Granulozytentest und im *in-vivo*-Carbon-Clearance-Test (WAGNER, 1990; ROTH, 1993; BAUER, 1994). Die Alkamide wurden nach BAUER (1994) ebenfalls auf ihre phagozytosestimulierende Wirkung untersucht und der Nachweis einer Stimulation gelang sowohl *in vitro* als auch *in vivo*. Zudem sind die Alkamide nach BAUER (1994) z.T. Hemmstoffe der Cyclooxygenase und der 5-Lipoxygenase, und damit auch antiinflammatorisch aktiv. Bei den Polysacchariden von Echinaceapflanzen gibt es mehrere immunmodulierend wirksame Substanzen (BAUER, 1994). ROESLER et al. (1991) isolierten mehrere Polysaccharide aus Echinacea mit phagozytosestimulierenden Wirkungen, u.a. ein saures Arabinogalaktan. Die immunmodulatorische Wirkung wiesen sie durch Makrophagenaktivierung, vor allem in der Milz und im Knochenmark, und eine vermehrte Granulozytenauswanderung in das Blut nach. Die Makrophagenaktivierung diente der Produktion von Tumornekrosefaktor (TNF) α , Interleukin-1 und -6 und der Phagozytenproliferation (BODINET et al., 1993). Ganz gegensätzliche Ergebnisse fanden ELSÄSSER-BEILE et al. (1996). Sie konnten keine vermehrte Produktion von Interleukinen und des TNF- α bei mit Echinacea behandelten Tumorpatienten feststellen. Die Polysaccharide wurden von LENK (1989) auf ihre Toxizität untersucht und für wenig toxisch befunden. Die letzte Gruppe von Stoffklassen nach BAUER (1994) sind die Glykoproteine. Es handelt sich dabei um Glykoprotein-Polysaccharid-Komplexe, für die BAUER (1994) eine indirekte B-Zell-stimulierende Aktivität postuliert, zusätzlich zu der bereits bekannten Makrophagenaktivierung.

PERRY et al. (2000) und auch WILLS und STUART (2000) untersuchten den Effekt der Trocknung der oberirdischen Teile von Echinaceapflanzen auf den Gehalt an Alkamiden, konnten aber keinen signifikanten Wirkstoffverlust durch die Trocknung feststellen. Ebenso untersuchten STUART und WILLS (2003) den Effekt der Trocknung auf die Cichoriensäure und die Alkamide von *Echinacea purpurea*. Die Trocknung hatte keinen Einfluss auf die Alkamide. In den oberirdischen Pflanzenteilen konnte eine durch die Trocknung bedingte geringere Konzentration der Cichoriensäure festgestellt werden.

2.2.4 Wirkungsweisen von Echinacea

Nach BAUER (1997) zählen Echinacea-haltige Präparate derzeit in der Humanmedizin zu den bedeutendsten pflanzlichen Immunstimulantien. REHMAN et al. (1999) untersuchten den Einfluss von *Echinacea angustifolia*, oral an Ratten verabreicht, auf die spezifische Immunabwehr. Die Autoren applizierten den Ratten ein spezifisches Antigen und haben dann die IgG- und IgM-Gehalte des Blutes gegen das Antigen mittels ELISA gemessen. Sie konnten zeigen, dass die IgG-Konzentration gegen das Antigen im Serum der Ratten, die *Echinacea angustifolia*-Wurzelextrakt über das Trinkwasser verabreicht bekommen haben, früher anstiegen als bei unbehandelten Ratten. Nach ENGBERS und WOESTMANN (1986) konnte Echinacea eine Virushemmung zugesprochen werden. Sie stellten eine protektive Wirkung gegen Virusinfektionen an Zellkulturen fest. Sie nahmen eine Besetzung der Virus-Bindungsstellen der Zelle durch Inhaltsstoffe von *Echinacea angustifolia* an und dadurch eine Hemmung der Adsorption von Viren. Bereits zu einem früheren Zeitpunkt stellten WACKER und HILBIG (1978) in ihren Untersuchungen fest, dass Echinacea nicht viruzid wirkt, die Viren aber am Eindringen hindert. Ebenso kann Echinacea eine Steigerung der Phagozytoseaktivität zugesprochen werden. WAGNER (1986) stellten eine erhöhte Phagozytoseaktivität in vivo nach Verabreichung von Echinacea an Mäusen fest. Außerdem isolierte die Arbeitsgruppe um WAGNER (1985) verschiedene Polysaccharide aus Echinacea-Pflanzen. Davon stimulierte ein neutrales Heteroxylylan die Phagozytose und ein zweites Polysaccharid die Produktion des TNF in Makrophagen. KEMP und FRANCO (2002) jedoch vermuten, dass eine Leukopenie als negativer Langzeiteffekt von Echinacea auftreten kann.

HEMPEL (2002) untersuchte den Immunglobulin-G-Status bei neugeborenen Kaninchen und ihren Müttern. Es handelte sich um einen Fütterungsversuch mit einer Echinacea-Grünmehl-Mischung. Durch Echinacea konnte der IgG-Status nur in geringem Umfang und nur zu bestimmten Zeitpunkten beeinflusst werden. Die Serum-IgG-Konzentrationen der Jungtiere betragen in der Kontrollgruppe am 14. Lebenstag 1,6 mg/ml und in der Gruppe, die Echinacea erhielt 0,9 mg/ml. Am 28. Lebenstag wiesen die Kaninchen eine Serum-IgG-Konzentration von 0,8 mg/ml in der Kontrollgruppe und 1,1 mg/ml in der Echinaceagruppe auf. HEMPEL (2002) vermutet hier einen Einfluss von Echinacea auf die IgG-Konzentration. Die Erkrankung an dem Symptomenkomplex der Enterocolitis konnte durch Echinacea jedoch nicht verhindert werden (HEMPEL, 2002).

Von Echinacea wird für die Herstellung als Arzneimittel in der Regel die Wurzel verwendet. Diese kann jedoch nur alle drei Jahre geerntet werden. Die oberirdischen Pflanzenteile von Echinacea müssen jedes Jahr eingebracht werden. Es stellte sich nun die Frage, ob diese sinnbringend in der Nutztierwirtschaft eingesetzt werden können. In der vorliegenden Arbeit wurden aus diesen Gründen nur die oberirdischen Pflanzenteile von *Echinacea purpurea* verwendet.

2.3 Kortisol

2.3.1 Biochemie der Glukokortikoide

Glukokortikoide sind Steroidhormone aus 21 C-Atomen. Sie werden in der *Zona fasciculata* der Nebennierenrinde synthetisiert (KIRSCHBAUM und HELLHAMMER, 1989). Die Ausgangssubstanz aller Nebennierenrinden-Steroide ist Cholesterol, welches entweder direkt aus dem Blut stammt oder aus Acetyl-CoA über zwei Zwischenstufen in den Nebennieren synthetisiert wird. Über die nächsten Vorstufen Pregnenolon und Progesteron werden durch spezifische Enzyme (Desmolasen, Isomerasen, Dehydrogenasen, Hydroxylasen) und Coenzyme (NADH, NADPH) die Steroidhormone gebildet (STRYER, 1996). Während in der *Zona glomerulosa* der Nebennierenrinde (NNR) die Umwandlung von Cholesterol in Pregnenolon vorwiegend durch Angiotensin II stimuliert wird, geschieht dies in den *Zonae fasciculata* und *reticularis* durch ACTH (JAMES und FEW, 1985). In der *Zona glomerulosa*

s. arcuata wird Aldosteron, in den beiden inneren Schichten der NNR werden Glukokortikoide (*Zona fasciculata*) und Sexualsteroiden (*Zona reticularis*) synthetisiert (MÜLLER, 1985).

Bei einer Stimulierung der *Zona fasciculata* durch ACTH wird die Synthese von Cholesterol aus Acetyl-CoA erhöht. Da der Zellgehalt an Kortisol nach längeranhaltender Stimulation durch ACTH abnimmt, werden durch eine Gegenregulation vermehrt LDL-Rezeptoren an der Zelloberfläche expremiert. Dies führt nun zu einer gesteigerten Cholesterolaufnahme aus dem Extrazellulärraum. Das Cholesterol wird durch das Enzym Cholesteroldesmolase in Pregnenolon umgewandelt. Dieser Schritt ist bestimmend für die Kortisolsynthese (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2000). Aus Pregnenolon wird dann über 17α -Hydroxypregnenolon, 17α -Hydroxyprogesteron und 11-Desoxykortisol schließlich Kortisol gebildet (KLINKE und SILBERNAGL, 1996).

Bei Mensch, Schwein und Hund ist Kortisol, bei Kaninchen, Maus und Ratte das Kortikosteron das vorwiegende Glukokortikoid (ZEROBIN, 1987).

2.3.2 Hormonelle Regulation der Glukokortikoide

Die Freisetzung der Glukokortikoide aus der Nebenniere in die Blutbahn wird durch ein neuroendokrines System gesteuert, bei dem Hypothalamus, Hypophyse und Nebennierenrinde in einem Regelkreis zusammenwirken. Dieser Regelkreis wird über negative Feedbackmechanismen gesteuert. Die Nebennierenrinde kann keine großen Mengen an Steroidhormonen speichern. Sowohl Biosynthese als auch Sekretion der Kortikosteroide wird durch das Adrenokortikotrope Hormon (ACTH) stimuliert, indem ACTH an spezifische Rezeptoren der Rindenzellen gebunden wird. Durch die Sekretion des im Hypothalamus gebildeten Corticotropin-releasing Hormon (CRH) wird die Ausschüttung von ACTH im Hypophysenvorderlappen gefördert. In Form einer negativen Rückkopplung hemmen hohe Kortikosteroidkonzentrationen im Blut von CRH, während ein Abfall hingegen stimulierend auf die CRH-Sekretion wirkt (SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2000).

Neben dieser Rückkopplung wird die Menge der Kortikoide im Blut durch Stress und die zirkadiane Rhythmik beeinflusst. So kann beispielsweise Stress die Rückkopplungseffekte und die zirkadiane Rhythmik überspielen (THUN und SCHWARTZ-PORSCHKE, 1994). Normalerweise treten bei Säugetieren die Höchstkonzentrationen morgens (zwischen 3.00 und 8.00 Uhr) und die geringsten Konzentrationen abends (zwischen 18.00 und 24.00 Uhr) auf (SANDNER, 1987).

2.3.3 Kortisol als Stressparameter

2.3.3.1 Definition von Stress

In der Literatur sind viele Definitionen zum Thema „Stress“ zu finden, wobei jeweils verschiedene Stressaspekte in den Vordergrund gestellt werden. Das Wort Stress kommt aus dem englischen Sprachgebrauch und bedeutet Druck, Spannung oder Belastung. Der Stresszustand eines Organismus wird durch eine erhöhte Sympathikusaktivität, Aktivierung der Nebennierenrinde, vermehrte Ausschüttung von Katecholaminen, Blutdrucksteigerung u.a. gekennzeichnet. Die Ursachen der Stressauslösung sind vielfältig und werden allgemein unter dem Begriff „Stressoren“ zusammengefasst. Die Reaktion auf den „Stressor“ als auslösenden Reiz ist der „Stress“ (SELYE, 1976). Bei einzelnen kurzandauernden Belastungen kann der Organismus unbeeinträchtigt bleiben, bei konstanten Belastungen hingegen setzt ein individuell unterschiedlicher und begrenzter Adaptionprozess ein. Dieser kann jedoch bei übermäßigem Stress versagen und zum Tode führen. SELYE (1976) prägte für diesen Vorgang den Begriff „Allgemeines Adaptionssyndrom“. Es besteht aus drei Stadien: Der Alarmreaktion für kurzfristige Belastungen, dem Adaptionsstadium bei länger andauernden Reizen und dem Stadium der Erschöpfung. Dieses Stadium ist von der nicht mehr steigerbaren Adaptionfähigkeit und dem Zusammenbruch des Organismus geprägt.

MOBERG (1987) erkennt drei Möglichkeiten für ein Tier, auf Stress zu antworten:

1. Die einfachste Antwort ist eine Verhaltensänderung. Kann ein Tier einen Ort nicht wechseln, so verbleiben ihm noch die Möglichkeiten der Lautäußerung, der vermehrten Bewegung und der Stereotypen.
2. Die Reaktion des autonomen Nervensystems folgt schnell und spezifisch auf Stressoren. Dabei werden diverse biologische Systeme (Herz-Kreislauf, Magen-Darmtrakt, Sekretion der exokrinen Drüsen) beeinflusst und Katecholamine aus dem Nebennierenmark freigesetzt.
3. Das Endokrinium antwortet auf eine Vielzahl von Stressoren mit der Ausschüttung von ACTH und Kortisol.

Nach SANFORD et al. (1986) beruhen die stressinduzierten Veränderungen auf einem Zusammenspiel von anatomischen, biochemischen und das Verhalten betreffenden Faktoren. Sie unterscheiden zwischen physiologischem Stress, Überstress und negativem Stress.

Physiologischer Stress: Das Tier muss sich nur minimal anstrengen um auf einen Auslöser zu reagieren und ist sich dieser Anstrengung nicht bewusst.

Überstress: Das Tier wendet unbewusst Energie auf um auf einen Auslöser zu reagieren. Diese Anstrengung kann sich zum Nachteil anderer biologischer Prozesse (z.B.: Wachstum) auswirken.

Negativer Stress: Um auf einen Stressor zu reagieren werden substantielle Körperreserven angegriffen. Die Aufwendung von Körperreserven für die Stressantwort wirkt sich negativ auf die biologischen Prozesse aus (SANFORD et al., 1986).

FRASER et al. (1975) fordern eine neue Definition für Stress in der Tiermedizin. Sie definieren ein „Tier im Stresszustand“, wenn von ihm abnorme oder extreme Anpassungen außerhalb seines physiologischen Rahmens oder seines Normalverhaltens verlangt werden, um mit ungünstigen Umwelt- und Managementbedingungen fertig zu werden. Ein Haltungssystem wird als stressend eingestuft, wenn es abnorme oder extreme Anforderungen an ein Tier stellt.

2.3.3.2 Auswirkungen von Stress

Während die Stressreaktion meistens als eine unspezifische Antwort des Körpers auf unterschiedlichste Belastungen angesehen wird, unterscheidet VON HOLST (1993) zwei Stressachsen:

Versucht ein Tier eine Situation durch aktive Handlungen zu bewältigen, kommt es zu einer Aktivierung des Sympathikus-Nebennierenmarksystems. Führt der Verlust der Kontrolle in einer kritischen Lage zu einer passiven apathischen Handlungsweise, wird das Hypophysen-Nebennierenrindensystem aktiviert.

In Untersuchungen zum Stressgeschehen konnte MASON (1974) nachweisen, dass sich zahlreiche Hormone (wie z. B. Kortisol, Katecholamine) in ihren Plasmakonzentrationen veränderten. Unter Einwirkung eines Stressors stiegen die Spiegel dieser Hormone, die eine katabole Wirkung auf den Organismus haben, während die Konzentrationen von anabolen Hormonen sanken. Nach Beendigung des Stresses wurden die anabolen Hormone wieder kompensatorisch erhöht.

Nach SWANSON (1986) geht der Ursprung einer Stressreaktion vom Limbischen System aus. Der Hypothalamus beeinflusst die Hormonausschüttung der Hypophyse und neurale Kontrollmechanismen des autonomen Nervensystems. Die geförderte Ausschüttung von CRH, Vasopressin, Oxytocin und endogenen Opioiden brachte Störungen im Fressverhalten und der Fortpflanzung bei Schweinen mit sich.

RUSHEN (1986) machte in seiner Literaturstudie darauf aufmerksam, dass der Anstieg der Kortisolkonzentration alleine nicht dazu ausreicht, Stress oder Wohlbefinden eines Tieres abzuschätzen. Er begründete diese Aussage damit, dass die Höhe des Kortikosteronanstiegs bei Ratten nicht sehr sensibel gegenüber Unterschieden in der Schmerzstärke (Elektroschocks) reagierte. Weiterhin kann die Kortisol-Konzentration auch in physiologischen Situationen, wie etwa bei regulärer Fütterung, ansteigen (RUSHEN, 1986).

2.3.4 Kortisolwerte beim Schwein

Kortisol kann im Blut, im Speichel, im Urin, in der Milch und im Kot nachgewiesen werden. Aufgrund der tageszeitlichen Schwankungen der Kortisol-Konzentrationen ist es besonders bei Stress wichtig, den richtigen Zeitpunkt zu wählen. Bei einem Kortisol-Ausgangswert um 8 Uhr morgens kann es vorkommen, dass ein gemessener Wert um 11 Uhr kaum Differenzen zum 8 Uhr-Wert aufzeigt, da der Wert am Morgen aufgrund der Tagesrhythmik genauso hoch sein kann wie der 11 Uhr-Wert nach Stressexposition (KIRSCHBAUM und HELLHAMMER, 1989).

Anhand von fünf Ferkeln in Einzelhaltung mit Dauerkatheter dokumentieren MARX und HAECKER (1981) den zirkadianen Rhythmus des Plasmakortisolspiegels. Die Messungen (Werte: MW \pm SD) ergaben ein Konzentrationsmaximum zwischen 3 Uhr ($61,6 \pm 16,1$ ng/ml) und 6 Uhr ($66,4 \pm 13,5$ ng/ml) und ein Minimum zwischen 18 Uhr ($37,1 \pm 10,6$ ng/ml) und 21 Uhr ($19,3 \pm 7,8$ ng/ml). Bereits in früheren Untersuchungen von STEINHAUF et al. (1969) konnte festgestellt werden, dass der Kortisolgehalt des Plasmas bei Schweinen das höchste Niveau zwischen 2 Uhr und 6 Uhr und das niedrigste zwischen 18 Uhr und 4 Uhr erreicht.

VON BORRELL und LADEWIG (1992) vermuteten stark gesteigerte Kortisolspiegel 0,3 h bis 1,5 h nach Einwirken eines Stressors. Nach Wegfallen des Stressors sank die Kortisolkonzentration wieder. Des weiteren fanden sie das Nachlassen der Kortisolantwort auf einen täglich wiederholten Stressor. Die Ursache hierfür, Adaptation an den Stressor oder Folge des negativen Feedbackmechanismus der Kortisolausschüttung, konnten sie nicht feststellen.

DALIN et al. (1993) untersuchten Schweine während und nach Transportstress auf ihren Plasmakortisolspiegel. Innerhalb von 10 Minuten nach Transportbeginn stiegen die Kortisol-Konzentrationen im Serum der Schweine von einem Ausgangswert von 14,5 ng/ml auf 25,4 ng/ml und nach 30 Minuten auf 31,5 ng/ml an. Vier Stunden nach dem Transportende wurde der Ausgangswert erreicht. McGLONE et al. (1993) dokumentieren eine negative Korrelation zwischen Gewichtsverlust während eines Transportstresses und dem Plasmakortisolgehalt. BALDI et al. (1989) fanden ebenfalls eine negative Korrelation des Kortisolspiegels zur sozialen Stellung des Tieres und eine positive Korrelation zur Gesamtaktivität.

SCHÖNREITER (1996) ermittelte bei zwei bis vier Wochen alten Ferkeln Plasmakortisolwerte im Bereich zwischen 123,92 nmol/l (44,89 ng/ml) und 177,33 nmol/l (64,25 ng/ml).

McCAULEY und HARTMANN (1984) dokumentierten den Plasmakortisolverlauf bei Ferkeln von der Geburt an bis drei Wochen nach dem Absetzen. Die Kortisolwerte wurden zum Zeitpunkt der Geburt, am 1., 2., 5., 10. und 20. Tag p.n. ermittelt und am 1., 12. und 21. Tag nach dem Absetzen. Die Kortisolkonzentrationen waren am höchsten am 1. Tag p.n. (193 ± 11 ng/ml), zwölf mal höher als die Werte von erwachsenen (2 Jahre alten) Schweinen ($15,5 \pm 1,2$ ng/ml). Danach fielen die Konzentrationen ab und erreichten am 5. Tag p.n. Werte, die denen eines erwachsenen Tieres glichen. Die Konzentrationen stiegen am 1. Tag nach dem Absetzen nochmals kurzzeitig auf $35,4 \pm 1,2$ ng/ml an, um dann bis zum 21. Tag nach dem Absetzen wieder auf die Konzentrationen der erwachsenen Tiere abzufallen.

2.4 Das Verhaltensrepertoire von Ferkeln (Ethogramm)

2.4.1 Das Nahrungsaufnahmeverhalten bei Ferkeln

2.4.1.1 Die Saugordnung

Die Saugordnung entwickelt sich in den ersten Lebensstagen der Ferkel. Zwischen dem dritten und dem siebten Tag geht immer deutlicher hervor, dass jedes Ferkel eine bestimmte Zitze bevorzugt; ab dem siebten Tag besetzt jedes Ferkel eine bestimmte Zitze, manchmal auch zwei (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Diese besetzte Zitze wird nun auch verteidigt. Deswegen spricht man anstatt von Saugordnung auch von "Zitzenkonstanz", „Zitzenpräferenz“ oder „Zitzenspezifität“ (SAMBRAUS und PORZIG, 1991).

Nach SAMBRAUS und PORZIG (1991) kann die Zitzenkonstanz prozentual folgendermaßen festgelegt werden:

Tab. 4: Anzahl der Ferkel (%) mit festen Zitzenpositionen post partum (Quelle: PORZIG und SAMBRAUS, 1991).

Zeitraum post partum	Anzahl der Ferkel in Prozent (%) mit fester Zitzenposition
1. Tag	29%
3. Tag.	60%
1. Woche	60%
2. Woche	75%
3. Woche	89%
4. Woche	92%

In der Entwicklung der Saugordnung treten Variationen zwischen den Würfen auf. Der wichtigste Faktor hierfür ist die Größe des Wurfs (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Gibt es mehr Ferkel als Zitzen vorhanden sind, gilt das Recht des Stärkeren und die großen Ferkel stoßen die kleineren zur Seite, die dadurch verhungern könnten (VAN PUTTEN, 1990). Eine stabile Saugordnung ist vorteilhaft für das Ferkelwachstum, da, wenn jedes Ferkel wenigstens eine Zitze belegt, in geringerem Maße Auseinandersetzungen stattfinden und einzelne Ferkel weniger Säugeakte verpassen. Diese Ordnung ist jedoch nicht hundertprozentig stabil. Es gibt immer Ferkel, die Unruhe und einen Wechsel der Zitzenpositionen auslösen. Solche Ferkel sind vermehrt in Kämpfe verwickelt, verpassen Saugakte und weisen geringere Gewichtszunahmen auf als ihre Wurfgeschwister (DE PASSILLÉ et al., 1988). Dieses Verhalten kann den kompletten Wurf beeinflussen, da Sauen bei Unruhe zum Abbrechen des Säugeaktes neigen (NEWBERRY und WOOD-GUSH, 1985; CASTRÉN et al., 1989). Auch wenn die Zitzenordnung feststeht, ist immer noch die Möglichkeit vorhanden, dass ein Ferkel die Zitze eines anderen, benachbarten Ferkels übernimmt, beispielsweise wenn ein Ferkel stirbt (VAN PUTTEN, 1990).

Generell werden die vorderen Zitzen bevorzugt (DE PASSILLÉ et al., 1988). Ferkel identifizieren ihre Zitze durch ihr Aussehen und den Geruch, sowie das Wiedererkennen ihrer benachbarten Geschwister (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Weder Geschlecht noch Geburtsgewicht noch Geburtsreihenfolge haben Einfluss auf die Saugordnung (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984).

2.4.1.2 Der Saugakt

Nach FRASER (1980) dauert ein Saugakt zwei bis drei Minuten und kann in fünf Phasen unterschieden werden. In der ersten Phase, der Initialphase, kommen die Ferkel zum Gesäuge und suchen die von ihnen bevorzugte Zitze auf (siehe Kap. 2.4.1.1), während die Sau erst langsame, rhythmische Grunzlaute von sich gibt. Die zweite Phase ist die Vormassage, in welcher die Ferkel mit kräftigen Auf- und Abbewegungen des Kopfes das Gesäuge mit ihrer Schnauze massieren. Zu Beginn der dritten Phase kommt es zu einer Steigerung der Grunzrate der Sau. In dieser als ruhig beschriebenen Phase saugen die Ferkel mit langsamen Mundbewegungen. Die Vermutung, dass die Ferkel dabei Milch erhalten, konnte durch Wiegung nicht bestätigt werden (RUSHEN und FRASER, 1989). In dieser Periode kommt es bei der Sau, ausgelöst durch die Vormassage, zu einer Oxytocinausschüttung, was ca. 25 Sekunden später den Milchfluss herbeiführt. In der vierten Phase reagiert die Sau mit erneutem Ansteigen der Grunzfrequenz und die Ferkel trinken mit schnellen Bewegungen. Der Milchfluss endet nach 5 bis 15 Sekunden. In der fünften Phase nimmt die Grunzfrequenz allmählich wieder ab und die Ferkel gehen zum langsamen Saugen und zur Nachmassage über. Die Sau bleibt entweder liegen oder wechselt ihre Position. Die Ferkel schlafen am Gesäuge ein oder verlassen es.

2.4.1.3 Futter- und Wasseraufnahme

Das Verdauungsvermögen der Ferkel ist während der ersten Lebenswochen auf den Verzehr von Milch abgestimmt. Erst wenn dieser Bedarf durch die Sau nicht mehr voll gedeckt werden kann, beginnen sie zögernd Beifutter aufzunehmen. Etwa im Alter von 3 Wochen stellt sich ein physiologischer Bedarf an zusätzlicher Nahrung ein. Zu dieser Zeit ist aber die Funktion des Magen-Darm-Systems noch nicht genügend entwickelt, was gelegentlich zu Komplikationen führen kann (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). Das Futteraufnahmeverhalten ist keine reine Instinkthandlung, sondern kann teils durch Prägung bzw. Tradition beeinflusst werden.

Es ist abhängig von der:

- Haltung während der Aufzucht,
- Zugabe von Geschmacksstoffen (süß),
- Futterstruktur und –mischung,
- Art der Fütterung,
- sozialen Rangstellung
- Größe des Wurfs und
- Umgebungstemperatur.

Das Verzehrsverhalten unterliegt auch dem Einfluss der Lebendmasse. Nach den Untersuchungen von TODD (1964) hatten die Ferkel mit hoher Geburtsmasse und die schweren Ferkel im Alter von 3 Wochen einen höheren Verbrauch als ihre Wurfgeschwister. Die Verzehrszeit in der 4. Lebenswoche weist zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen Tag und Nacht auf. Die Hauptverzehrszeit lag nach Untersuchungen in der 8. Lebenswoche zwischen 6 und 18 Uhr, mit zwei Maxima von 6 bis 8 Uhr und 14 bis 18 Uhr (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). Ferkel trinken bereits ab der ersten Lebenswoche Wasser. Das Trinken lernen die neugeborenen Ferkel innerhalb von 6 Stunden. Sie nehmen die Flüssigkeit mit schlürfendem Geräusch auf. Dabei tauchen sie den Unterkiefer ins Wasser, während sie die Nasenlöcher über den Flüssigkeitsspiegel halten (SAMBRAUS und PORZIG, 1991).

2.4.2 Das Ruheverhalten von Ferkeln

Das Schwein bevorzugt einen zugfreien, trockenen Liegeplatz, der Geborgenheit bietet, gute Wärmeeigenschaften besitzt und frei von Kotgeruch ist. Das Ruhen erfolgt selten in Sitzhaltung, die aber vor dem Hinlegen oder Aufstehen häufig vorkommt, sondern in Bauchlage. Dem Schlaf dient meist eine völlig entspannte Haltung in Seitenlage. Beim Ruhen bevorzugen die Schweine seitlichen Kontakt zu ihren Artgenossen (SAMBRAUS, 1978; BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Bis zum Alter von zehn Tagen ist das Kontaktbedürfnis der Ferkel aufgrund ihres fehlenden Wärmebildungsvermögens sehr groß, sie neigen daher zur „Haufenbildung“ (SAMBRAUS, 1978; BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Die Individualdistanz ist um so geringer, je jünger die Tiere sind (MARX, 1973). Nach

VAN PUTTEN (1978) bleibt die Kontaktneigung bis in die Mastperiode hinein erhalten. MARX (1973) hingegen beobachtet ab der dritten bis fünften Lebenswoche ein zunehmendes Auseinanderliegen der Ferkel. Er weist außerdem darauf hin, dass die Haufenbildung Ausdruck von Angst oder Krankheit sein kann. Auch GRAUVOGL (1975) und ZERBONI und GRAUVOGL (1984) bezeichnen die Haufenlagerungen als generelles Anzeichen von Angst, Krankheit und Kälteempfinden.

Für Ferkel werden in der vierten Lebenswoche durchschnittliche Ruhezeiten von 39,9 min/h in der Tagesperiode und 43,2 min/h in der Nachtperiode angegeben. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 66,5% bzw. 71,9%, wobei die Ruhezeiten stündlich unterbrochen werden (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Nach GÜNSTER (1972) besteht in den ersten drei Lebenswochen bei den untersuchten Ferkeln ein ständiger Wechsel zwischen Schlafen und Saugen. Der Saugakt macht den Hauptanteil am Aktivverhalten der Ferkel aus. Das Spielen und Erforschen spielt mit einem Anteil von 0-10% an der Gesamtaktivität nur eine untergeordnete Rolle. Bei Ferkeln im Alter von drei bis sechs Wochen steigt das Aktivverhalten auf bis zu 55% an. Es bildet sich eine deutliche Tagesperiodik heraus mit einer Nachtphase von 20 bis 5 Uhr und einer aktiveren Tagesphase von 6 bis 19 Uhr.

Nach VAN PUTTEN (1978) verschläft das Schwein, das sich wohlfühlt 4/5 des Tages. Störfaktoren können aber zu einer größeren Aktivität und im Extremfall zu Schwanzbeißen und Kannibalismus führen. MARX (1973) gibt als durchschnittliche tägliche Liegehäufigkeit drei bis sechs Wochen alter Ferkel Werte zwischen 69,9% und 76,2% an; für das Aktivverhalten, speziell Stehen und Spielen, Werte zwischen 11% und 16,5%, wobei das Maximum in der dritten Lebenswoche liegt. Einen Tag-/Nachtrhythmus stellt er bereits ab der zweiten Woche fest, dabei sind die Tag-/Nachtunterschiede in der Liegehäufigkeit in der dritten und vierten Lebenswoche am größten.

2.4.3 Spiel-, Neugier- und Erkundungsverhalten von Ferkeln

Beim Spielen, welches vor allem bei den Ferkeln zu beobachten ist, treten Verhaltensweisen aus verschiedenen Funktionskreisen durcheinander auf, ohne einen bestimmten Zweck zu verfolgen, meist mit Rollentausch. Nach ZERBONI und GRAUVOGL (1984) ist das Spiel das sicherste Anzeichen für das Wohlbefinden der Tiere. Sie begründen dies damit, dass die Tiere im allgemeinen nur dann von sich aus aktiv werden, wenn sie einer „Bedürfnisspannung“ unterliegen. Das Spielverhalten tritt nur bei Fehlen von Bedürfnissen, wie Hunger oder Durst auf. Auch VAN PUTTEN (1978) sieht im Spielen ein Zeichen des Wohlbefindens, weil es in der Hierarchie der Verhaltensweisen ganz unten steht und keiner Notwendigkeit unterliegt.

Beim Spielen können Elemente aus dem Sexualverhalten (Aufspringen), dem Kampfverhalten und der Flucht beobachtet werden. Sehr ausgeprägt vorhanden ist der Rütteltrieb. Das bedeutet, dass die Tiere versuchen, ihn an allen beweglichen Teilen auszuüben. Zur Befriedigung dieses Triebes dienen unter anderem in der Bucht aufgehängte Ketten. Sein Erkundungsverhalten bringt das Schwein durch einen starken Wühltrieb zum Ausdruck, der im Stall durch ein Beschnüffeln des Territoriums und Unterwühlen von Stallmatten oder anderen Gegenständen, wie z.B. den Futtertrögen, ausgelebt wird.

2.5 Zielsetzung

In der vorliegenden Dissertation sollen nun folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Kann *Echinacea purpurea* einen Einfluss auf die humorale Immunantwort nehmen und somit die Konzentrationen von Immunglobulin G (IgG) im Blut und/oder Immunglobulin A (IgA) im Speichel beeinflussen?
- Wird durch die Fütterung von *Echinacea purpurea* das Stressgeschehen bei Absatzferkeln vermindert?
- Wird durch die Fütterung von Echinacea die Gewichtsentwicklung beeinflusst?
- Führt die Fütterung von Echinacea zu einem veränderten Verhalten von Ferkeln nach dem Absetzen?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Zitzenposition und dem IgG-Status von Ferkeln?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen der Gewichtsentwicklung der Ferkel und dem IgG-Status?

3 TIERBESTAND, MATERIAL UND METHODEN

3.1 Tierbestand und Haltungsformen

Die Durchführung der Versuche erfolgte am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig–Maximilians-Universität München. Die Tiere wurden in den „institutseigenen“ Stallungen am Oberwiesenfeld gehalten. Bei den Muttertieren handelte es sich um Sauen der Rasse Deutsches Edelschwein. Die Muttertiere wurden in einem Abferkelstall (im folgenden Stall I genannt) in Boxen mit einer Größe von 3 m x 4 m gehalten. Die Boxen waren mit einem entfernbareren Abferkelstand, einem Ferkelnest mit Wärmelampe und einem abgegrenzten Bereich für die Ferkel ausgestattet. Als Einstreu wurde Stroh verwendet. Die Boxen enthielten fest installierte Steintröge für die Sau, Ferkelfutterautomaten und Nippeltränken. Aus dem oben genannten Bestand wurden 77 Ferkel gezogen, die an dem Versuch teilnahmen. Die Ferkel wurden im Alter von 22 Tagen abgesetzt und in einen Stall (im folgenden Stall II genannt) mit Gummimatten verbracht, der zusätzlich mit Stroh eingestreut wurde (Boxengröße: 3 m x 5 m). Wasser stand ad libitum zur Verfügung.

3.2 Stallhygienische Parameter

Die stallhygienischen Parameter wurden mittels eines Thermohygrographen dokumentiert. Dieser zeichnete über den gesamten Versuchszeitraum die Temperatur (°C) und die Luftfeuchtigkeit (%) des Stalles II auf. Diese Messungen wurden in Stall I aufgrund einer Vollklimatisierung vernachlässigt. Um die konstanten Verhältnisse nach dem Absetzen der Ferkel zu dokumentieren, wurden die Aufzeichnungen nur in Stall II durchgeführt.

3.3 Versuchsaufbau

3.3.1 Gruppeneinteilung

Um eine Vergleichbarkeit zu kommerziell aufgezogenen Ferkeln herstellen zu können, wurden die Ferkel am 22. Tag von der Mutter getrennt. Danach wurde der Wurf randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Der einen Gruppe (Versuchsgruppe) wurde bis zum 77. Lebenstag Echinacea verfüttert, die andere Gruppe diente als Kontrollgruppe, die kein Echinacea erhielt. Als Echinacea-Art wurde *Echinacea purpurea* ausgewählt. Für den Versuch wurden nur die oberirdischen Teile der Pflanze als Grünmehl verwendet, da sich die Wurzel als Futtermittel nicht eignet.

Auf diese Weise wurden acht Würfe in die Untersuchung einbezogen, die in alphabetischer Reihenfolge als Wurf A bis H bezeichnet wurden (siehe Tab. 5). Bei der Fütterung der Würfe wurde immer ein handelsüblicher Ferkelstarter in pelletierter Form (Zusammensetzung s. Tab. 36 im Anhang) verwendet, dem in den Versuchsgruppen *Echinacea purpurea* beigemischt wurde. Bei den ersten drei Würfen wurde Echinacea in 5%iger Konzentration der herkömmlichen Futtermischung beigemischt und mit Wasser vermischt bis ein Brei entstand. Da sich die Breifütterung als wenig praktikabel erwies, wurde für weitere Untersuchungen das Echinacea-Grünmehl direkt in den Ferkelstarter eingemischt. Ein Wurf erhielt eine 5%ige Echinacea-Einmischung in Pelletform und vier Würfe bekamen eine 1%ige Echinacea-Einmischung in pelletierter Form. Es erhielt nur ein Wurf die 5%ige Echinacea-Einmischung in Pelletform, da trotz Pelletierung schlechte Gewichtszunahmen der Ferkel festgestellt werden konnten.

Die Echinaceagruppen der ersten vier Würfe (A, B, C, D) erhielten zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml eines Echinaceabreies (Grünmehl/Wasser 1:1) *per os*. Die Verabreichung erfolgte mit Hilfe einer Plastikspritze.

Somit ergaben sich für den Versuch folgende Gruppenzusammenstellungen:

Tab. 5: Einteilung der Würfe, die eine Futtermischung mit 5% Echinacea in Breiform, 5% Echinacea in Pelletform und mit 1% Echinacea in Pelletform erhielten.

Fütterungsform	Wurf	Wurfgröße	Echinaceagruppe	Kontrollgruppe
5% Echinacea-Breifütterung + 20 ml Echinacea p.o.	A	9	5	4
	B	11	6	5
	C	5	2	3
5% Echinacea-Pelletfütterung + 20 ml Echinacea p.o.	D	12	6	6
1% Echinacea-Pelletfütterung	E	6	3	3
	F	10	5	5
	G	12	6	6
	H	12	6	6

3.3.2 Zeitlicher Ablauf des Versuchs

Am dritten Tag p.p. wurden den Ferkeln routinemäßig Ohrmarken zur Identifizierung eingesetzt und 200 mg Fe³⁺/kg als Dextran-Komplex einmalig intramuskulär am Ohrgrund injiziert. Die Geschlechter der Ferkel wurden bestimmt und die Kastration der männlichen Ferkel durchgeführt.

Die Blutprobengewinnung fand jeweils am 3., 10., 20., 23., 35., 49., 63. und am 77. Tag statt. Für die Bestimmung des Serum-IgG-Verlaufes wurde bei sechs Schweinen (drei weiblichen und drei männlichen) über einen Zeitraum von vier Monaten weitere vier Mal am 106., 134., 163. und am 193. Lebenstag Blut entnommen. Es wurde Serum für die Bestimmung von IgG und von Kortisol, sowie Speichel für die Bestimmung von IgA gewonnen. Die Speichelproben waren aufgrund der geringen Speichelsekretion der Ferkel erst ab dem 35. Tag in ausreichender Menge vorhanden. Weiterhin wurde das Gewicht der Ferkel bei jeder Entnahme bestimmt. Um standardisierte Bedingungen zu erhalten, wurde die Blutentnahme

immer um 10 Uhr vormittags begonnen. Zuerst erfolgte das Wiegen der Ferkel, anschließend wurden die Speichelproben genommen und daraufhin erfolgte die Blutentnahme.

3.3.2.1 Die Blutentnahme

Die Blutentnahme bei den Ferkeln erfolgte aus der *Vena cava cranialis*. Das Ferkel wurde auf den Rücken gelegt und von einem Helfer fixiert. Dabei wurde besonders auf die gestreckte Kopf- und Halslage geachtet, um eine sichere Punktion durchführen zu können. Bei den weiteren Probengewinnungen ab dem 106. Tag p.p. wurde die Blutentnahme aufgrund der Größe der Tiere mit Hilfe einer Oberkieferschlinge durchgeführt.

Für die Serumgewinnung wurden 5 ml und 9 ml S-Monovetten[®] (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) verwendet. Das Blut wurde sofort gekühlt für 60 Minuten aufbewahrt und im Labor für zehn Minuten bei 300 g zentrifugiert. Das überstehende Serum wurde abpipettiert, aliquotiert und bei - 20 °C bis zur Messung eingefroren.

3.3.2.2 Die Gewinnung der Speichelproben

Zur Probenentnahme wurden Salivetten[®] der Firma Sarstedt verwendet. Sie bestanden aus einem Wattetupfer, der dem Aufsaugen des Speichels diente. Der Wattetupfer wurde in das Maul des Ferkels verbracht. Die beste Befeuchtung wurde im Bereich der Backentaschen und Backenzähne erzielt. Genügend Feuchtigkeit wurde je nach Schwein nach 0,5 bis 2 Minuten erreicht. Um eine ausreichende Menge Speichel zu gewinnen, war eine Salivette[®] pro Ferkel notwendig (durchschnittliches Fassungsvermögen 0,7 - 1,5 ml). Für die Speichelgewinnung wurde ein Gefäß mit Loch (Plastikspritze) verwendet, das den Wattetupfer aufbewahrte und das wiederum in ein Zentrifugenröhrchen passte. Im Anschluss an die Speichelgewinnung wurde das Gefäß mit einem Klebestreifen verschlossen, um eine Austrocknung zu verhindern. Die Salivetten[®] wurden ebenfalls sofort gekühlt für 60 Minuten aufbewahrt. Es folgte die Zentrifugation zehn Minuten lang bei 300 g. Der Speichel lief dabei durch das Loch in das

Zentrifugengefäß und konnte im Anschluss daran abpipettiert werden. Der so gewonnene Speichel wurde bei -20 °C bis zur weiteren Verarbeitung eingefroren.

3.3.3 Bestimmung von IgG und IgA mittels ELISA

3.3.3.1 Durchführung des IgG-ELISA

Der ELISA zur Bestimmung des Immunglobulin G (IgG) im Serum von Schweinen wurde am Institut neu entwickelt. Der Nachweis basiert auf dem Prinzip eines Sandwich-ELISA. Die für den IgG-ELISA benötigten Puffer und Lösungen sind in Tabelle 36 im Anhang aufgeführt.

Durchführung:

Als erster Schritt erfolgte die Beschichtung. An eine 96-Loch-Mikrotiterplatte aus Polystyrol (Maxisorb, Nunc[®], Wiesbaden) wurde Kaninchen-anti-Schwein-IgG (P8290, Fa. Sigma, Deisenhofen) fixiert. Die Konzentration betrug $2\text{ }\mu\text{g}$ Antikörper pro ml Beschichtungspuffer. $100\text{ }\mu\text{l}$ wurden in jede Kavität der Platte pipettiert, anschließend wurde die Platte bei $+4\text{ °C}$ über Nacht inkubiert. Nach dreimaligem Waschen der Platte mit PBS-Tween in einem mechanischen Waschgerät (Tecan Deutschland GmbH, Modell: Columbus, Salzburg), wurde diese anschließend auf Zellstoff zur Entfernung von Flüssigkeitsresten mehrfach ausgeklopft. Gelatine wurde in einer Konzentration von $0,5\%$ in PBS pH $7,2$ gelöst. In jede Kavität wurden $200\text{ }\mu\text{l}$ dieser Lösung pipettiert, um die freien Bindungsstellen in jeder Vertiefung zu blockieren. Danach wurde die Platte für eine Stunde bei 37 °C inkubiert. Es folgte wiederum vor dem nächsten Schritt ein Waschvorgang. Die Serumproben wurden mit PBS-Tween im Verhältnis $1:5000$ verdünnt in die oberste Kavität einer jeden Spalte aufgetragen. Daraufhin wurde in jeder Spalte eine zweierlogarithmische Verdünnungsreihe angelegt, so dass am Ende jede Vertiefung mit $50\text{ }\mu\text{l}$ beschickt war. Als Standard wurde in Spalte 6 porcines IgG (I 4381, Fa. Sigma, Deisenhofen) in einer Anfangskonzentration von $0,5\text{ }\mu\text{g/ml}$ aufgetragen und ebenfalls in zweierlogarithmischen Schritten verdünnt. Spalte 1 diente als Leerwert und wurde mit $50\text{ }\mu\text{l}$ PBS-Tween pro Kavität gefüllt. Anschließend folgte wieder eine Stunde Inkubation bei 37 °C . Es wurde wiederum vor dem Hinzufügen des Konjugats ein Waschvorgang durchgeführt. In jede Kavität wurden $100\text{ }\mu\text{l}$ eines an Peroxidase gekoppelten

Kaninchen-anti-Schwein-IgG (A5670, Fa. Sigma, Deisenhofen) in einer Konzentration von 1:80000 (in PBS-Tween) pipettiert. Die Platten wurden erneut für eine Stunde inkubiert. Nach dem Waschvorgang wurden in jede Kavität der Platte 100 µl der Substratlösung (Zusammensetzung s. Tab. 37 im Anhang) pipettiert und anschließend für 10 Minuten bei Zimmertemperatur inkubiert. Durch Zugabe von 50 µl einer einmolaren Schwefelsäure wurde die Farbreaktion gestoppt. Die Intensität der Gelbfärbung war proportional zum IgG-Gehalt der Probe und konnte photometrisch bei 450 nm mittels eines ELISA-Readers (EAR 400 AT, Tecan-Labinstruments, Overath) bestimmt werden. Mit Hilfe eines Computerprogramms (Easyfit, Tecan-Labinstruments, Overath) wurden anhand der Standardkurve die IgG-Konzentrationen der Proben errechnet.

3.3.3.2 Durchführung des IgA-ELISA

Der Nachweis des IgA im Schweinespeichel wurde nach dem bei ERHARD et al. (1995) beschriebenen und von TEUBNER (2002) modifizierten Prinzip eines Sandwich-ELISA durchgeführt.

Es fanden Antikörper der Firma Serotec (Biozol, Eching) Verwendung. Zur Fixierung an die ELISA-Platte wurde Ziege-anti-Schwein-IgA (AAI 40), als Konjugat, ein an Peroxidase gekoppelter Ziege-anti-Schwein-IgA-Antikörper (AAI 40 P) verwendet. Das Prinzip des IgA-ELISA für den Schweinespeichel entspricht dem des IgG-ELISA. Für die Beschichtung wurde 1 µg Antikörper pro ml Beschichtungspuffer benötigt und es wurden davon anschließend 50 µl in jede Kavität der Platte pipettiert. Die Waschvorgänge und die Blockierung freier Bindungsstellen entsprachen denen des IgG-ELISA. Die Speichelproben wurden mit PBS-Tween im Verhältnis 1:100 verdünnt. Das Auftragen der Proben geht mit dem des IgG-ELISA konform. Nach der Inkubation und dem Waschen wurden in jede Kavität 100 µl eines an Peroxidase gekoppelten Ziege-anti-Schwein-IgA in einer Konzentration von 1:50000 (in PBS-Tween) pipettiert. Alle weiteren Schritte entsprachen dem Prinzip des zuvor beschriebenen IgG-ELISA. Die für den IgA-ELISA benötigten Puffer und Lösungen sind in Tabelle 37 im Anhang aufgelistet.

3.3.4 Bestimmung des Kortisols aus dem Serum

Zur Bestimmung des Kortisols im Serum wurde ein kommerzieller LIA der Firma IBL (Immuno-Biological Laboratories, Hamburg) benutzt. Er beruht auf einem kompetitiven Bindungsassay, d.h. eine unbekannte Menge des Kortisols aus der Probe und eine bekannte mit einem Enzym gekennzeichnete Menge von Kortisol konkurrieren um die Bindungsstellen der Antikörper mit denen die Kavitäten beschichtet sind.

Reagenzien:

Der Testkitt beinhaltet eine 96-Loch Mikrotiterplatte, beschichtet mit einem Ziege-anti-Kortisol-Antikörper. Der Nullstandard (Standard A) besteht aus einem Puffer (PBS-Tween) mit 0,1% BSA (Bovines Serumalbumin). Der Standard B-G enthält Kortisol im Puffer und ebenfalls 0,1% BSA (Bovines Serumalbumin). Diese Standards weisen unterschiedliche Konzentrationen des Kortisols auf:

Tab. 6: Kortisol-Konzentrationen der Standardlösungen.

Standard	A	B	C	D	E	F	G
ng/ml	0	0,3	0,6	2,0	6,0	15	40

Weiterhin beinhaltet der Testkitt zwei Qualitätskontrollen. Die eine befindet sich im niedrigen, die andere im hohen Bereich der Standardkurve:

Tab. 7: Kortisol-Konzentrationen der Qualitätskontrollen.

	Istwert	Akzeptanzbereich
Kontrolle 1	1,4 ng/ml	0,9-1,8 ng/ml
Kontrolle 2	9,3 ng/ml	7,2-10,7 ng/ml

In dem Testkitt ist ein gelbes Enzymkonjugat vorhanden, bestehend aus reinem Kortisol gekoppelt mit einer Meerrettich-Peroxidase. Der Testkitt enthält ein chemilumineszierendes Reagenz, das Luminol freisetzt. Ein weiteres Reagenz enthält eine stabilisierte Peroxidlösung.

Zusammen ergeben sie die Substratlösung. Der mitgelieferte Waschpuffer mit PBS-Tween muss noch vor Durchführung des Tests in einem Verhältnis 1:10 mit Aqua bidest. verdünnt werden.

Durchführung:

Bevor mit dem LIA begonnen werden konnte mussten alle Reagenzien Zimmertemperatur aufweisen. Für die Messung des Kortisols aus dem Serum war eine vorherige Verdünnung der Proben (1:10) notwendig.

Zuerst wurden je 20 µl von den Standards, den Proben oder den Kontrollen in die Kavitäten der Platte pipettiert. Anschließend folgten 100 µl des Enzymkonjugats in jede Kavität. Die Platte wurde mit einer Folie versiegelt und kurz geschüttelt. Anschließend musste die Platte bei Raumtemperatur (18-24°C) drei Stunden inkubiert werden. Nach der Inkubationszeit wurde der Inhalt der Kavitäten dekantiert und die Platte 4 mal mit dem Waschpuffer gewaschen. Die Restflüssigkeit wurde nach jedem Waschgang kräftig auf einer saugfähigen Unterlage ausgeklopft, bis die Platte ganz trocken war. Jetzt konnte in jede Kavität 50 µl der gebrauchsfertigen Substratlösung einpipettiert werden. Danach wurde die Platte wieder kurz geschüttelt und frühestens nach 10 Minuten, spätestens nach 40 Minuten mit einem MPL-1 Luminometer (Fa. Berthold-Detection-Systems) gemessen. Mittels eines Computerprogrammes (MicroWin[®] 2000; Fa. Mikrotek) wurden die Kortisol-Konzentrationen ausgewertet.

3.4 Verhaltensbeobachtungen

3.4.1 Beobachtung der Saugakte

Die Beobachtungen der Saugakte wurden ab dem dritten Tag p.n. durchgeführt. Die Ferkel konnten zu diesem Zeitpunkt bereits anhand der Ohrmarken identifiziert werden. Von jedem Wurf wurden 20 Saugakte registriert. Die Beobachtungen erfolgten ohne Hilfsmittel (Videokamera etc.) per Direktbeobachtung. Zur Bestimmung der Saugposition der Ferkel wurden die Gesäugekomplexe des Muttertieres folgendermaßen unterteilt:

Die ersten zwei Zitzenpaare von kranial gesehen wurden durch die römische Ziffer „I“ gekennzeichnet, die zweiten zwei Zitzenpaare erhalten die Ziffer „II“, und die hinteren Komplexe (2-3 Paare) wurden mit der Ziffer „III“ benannt.

3.4.2 Beobachtungen im Absetzzeitraum

3.4.2.1 Aufzeichnung

Die Ferkel wurden in den ersten vier Tagen nach dem Absetzen mittels Videoaufzeichnungen beobachtet. Dazu wurde eine Kamera auf einem Stativ außerhalb der Boxen im Stall II so installiert, dass beide Gruppen, Echinacea- und Kontrollgruppe, vollständig zu erkennen waren. In der linken Box wurde immer die Echinaceagruppe aufgestellt, in der rechten Box die Kontrollgruppe. Das Kamerabild konnte auf einem Monitor außerhalb der Boxen beobachtet werden. Die Aufzeichnungen erfolgten im 24 Stunden Modus mit Zeitraffer.

3.4.2.2 Auswertung

Zur Auswertung der Verhaltensaufzeichnungen wurde die „Scan Sampling“-Methode nach MARTIN und BATESON (1986) angewandt. Dabei wurde eine ganze Gruppe in fünf Minuten Intervallen erfasst und das Verhalten eines jeden Individuums in diesem Moment aufgezeichnet (Instantaneous Recording, Moment-Sampling). Die Zeit, in der die Beobachtungen gemacht wurden, war möglichst kurz und gleichlang. Im Bild wurde die Originalzeit des Versuches eingeblendet, so dass die Kassette exakt alle fünf Minuten gestoppt und das Verhalten der Tiere dokumentiert werden konnte. Das Verhalten wurde in die Kategorien Ruhen, Fressen, Bewegung und sonstige Aktivitäten unterteilt. Dabei umfassten diese Kategorien folgende Einzelbeobachtungen:

Ausruhverhalten:

- Stehen (als Beginn des Abliegens)
- Bauchlage
- Seitenlage
- Hundesitzige Stellung (als Übergang zum Aufstehen)

Nahrungsaufnahme:

- Kopf im Futtertrog
- Platzwechsel am Trog
- Kauen vor dem Futtertrog

Sonstige Aktivität / Bewegungsverhalten:

- Spielverhalten
- Neugier- und Erkundungsverhalten
- Wasseraufnahme
- Ausscheidungsverhalten
- Komfortverhalten
- Ruhiges Laufen

Die drei verschiedenen Verhaltensweisen wurden in Tabellen erfasst, gezählt und das Gesamtverhalten in Minuten ermittelt. Die Ferkel eines Wurfes wurden als synchron in ihrem Verhalten bezeichnet, sobald sie alle gleichzeitig Aktivität oder Schlafverhalten gezeigt haben.

3.5 Statistische Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die Messwerte wurden zunächst auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov`s Test mit Korrektur nach Lilliefors) und Gleichverteilung (Levene`s Median Test) getestet. Erfüllten die Daten beide Kriterien, so wurden parametrische Tests angewendet: für den Vergleich zweier Versuchsgruppen der ungepaarte *t*-Test und für den Vergleich von Ergebnissen einer Versuchsgruppe vor und nach einer bestimmten Behandlung der gepaarte *t*-Test nach Student. Zum Vergleich mehrerer Gruppen wurde die einfaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem Student-Newman-Keuls-Test durchgeführt. Fiel der Test auf Normalverteilung oder Gleichverteilung negativ aus, so wurde der Vergleich zweier Versuchsgruppen mit Hilfe des Mann-Whitney-Rangsummentests und der Vorher-Nachher-Vergleich einer Versuchsgruppe mittels des Rangtestes nach Wilcoxon durchgeführt. Die Berechnung der Wahrscheinlichkeitswerte (p) erfolgte mittels der Computer-Software Jandel SigmaStat[®] 3.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bzw. Microsoft Excel[®] 2000 (Fa. Microsoft Corporation).

Alle Werte werden als arithmetische Mittelwerte gemeinsam mit dem Standardfehler des Mittelwertes (SEM) dargestellt. Die Ergebnisabbildungen wurden mit der Computer-Software Jandel SigmaPlot[®] 8.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) erstellt. Wahrscheinlichkeitswerte kleiner als 0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen und sind entsprechend gekennzeichnet. Die Anzahl der verwendeten Versuchstiere wurde mit „N“ bezeichnet.

3.6 Versuchsanzeige

Der Versuch wurde gemäß dem Tierschutzgesetz bei der Regierung von Oberbayern angezeigt (Aktenzeichen: 209.1/211-2531.2-46/01).

4 ERGEBNISSE

4.1 Stallhygienische Parameter

Um die gleichbleibenden Versuchsbedingungen zu dokumentieren wurden von den stallhygienischen Parametern Temperatur und Luftfeuchte mittels eines Thermohygrographen aufgezeichnet. Die Messungen wurden in Stall I aufgrund einer Vollklimatisierung vernachlässigt. Um konstante Verhältnisse belegen zu können, wurden die Aufzeichnungen nur in Stall II durchgeführt. Somit begann die Aufzeichnung von Temperatur und Luftfeuchte nach dem Absetzen des ersten Wurfes und endete mit der letzten Blutentnahme. Es ergab sich ein Gesamtzeitraum von 23 Wochen (siehe Abb. 1).

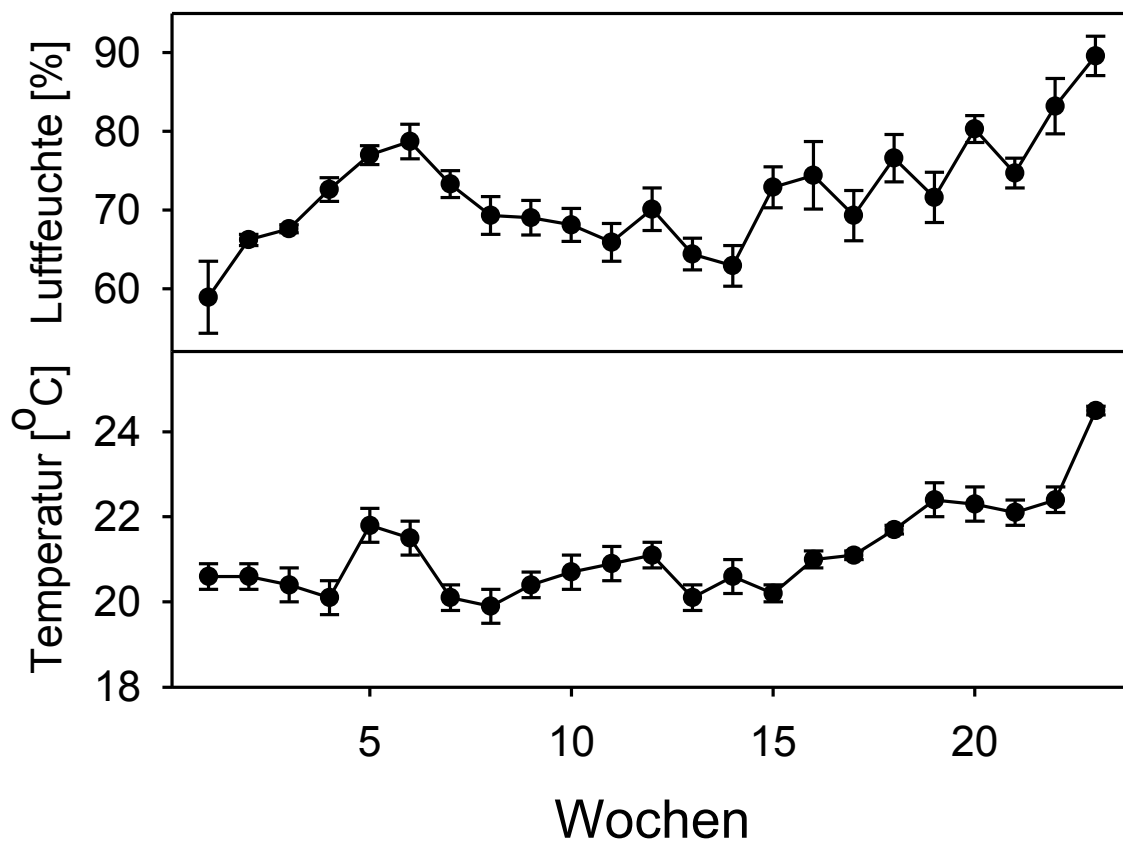


Abb. 1: Verlauf der stallhygienischen Parameter Temperatur und der Luftfeuchte in Stall II.

Der Untersuchungszeitraum betrug 23 Wochen. Es wurde die Temperatur (°C) und die Luftfeuchtigkeit (%) pro Woche gemittelt aufgetragen (MW \pm SEM).

Von jedem Tag wurde das Maximum und das Minimum der Luftfeuchte und der Temperatur ermittelt und daraus entstand der Tagesmittelwert. Aus allen Tagesmittelwerten wurde ein Wochenmittelwert gebildet (s. Abb. 1 und Tab. 8 im Anhang).

4.2 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den IgG-Gehalt im Serum

4.2.1 IgG-Verlauf bei Schweinen vom 3. Tag p.n. bis in die Mastperiode

Um eine Übersicht über die IgG-Konzentrationen im Serum von Schweinen zu erhalten, wurde eine Verlaufskurve erstellt. Die Blutprobenentnahmen erfolgten bei 38 Schweinen der Kontrollgruppen am 3., 10., 20., 23., 35., 49., 63. und 77. Lebenstag (s. Abb. 2 und Tab. 9 im Anhang). Durch vier weitere Blutentnahmen bei sechs Schweinen am 106., 134., 163. und 193. Lebenstag konnte der Verlauf der IgG-Konzentrationen über einen längeren Zeitraum ermittelt werden. Tag 0-22 bildete die Saugphase, Tag 23-77 war die Entwöhnungsphase und Tag 78-193 wurde als die Mastperiode bezeichnet. Die Unterscheidung zwischen Entwöhnungsphase und Mast wurde anhand der am Tag 78 erfolgten Futterumstellung von einem Ferkelstarter auf Mastfutter festgemacht.

Bei der ersten Blutentnahme ergab sich eine gemittelte Serum-IgG-Konzentration von $16,3 \pm 0,9$ mg/ml. Danach kam es zu einem signifikanten Abfall der IgG-Konzentration bis hin zur dritten Probenentnahme am 20. Lebenstag ($5,6 \pm 0,4$ mg/ml). Zum 23. Lebenstag konnte eine nahezu unveränderte Serum-IgG-Konzentration festgestellt werden. Danach fiel die Konzentration bis zum 35. Lebenstag nochmals signifikant auf $4,6 \pm 0,2$ mg/ml Serum-IgG ab. Bei den drei weiteren Blutprobenentnahmen am 49., 63. und 77. Lebenstag konnte ein signifikanter Anstieg der Serum-IgG-Konzentrationen auf $8,9 \pm 0,5$ mg/ml ermittelt werden (Alle Werte: MW \pm SEM; N=38).

Bei sechs Schweinen wurde bis zum 193. Lebenstag die IgG-Konzentration bestimmt. Am 106. Lebenstag konnte eine Serum-IgG-Konzentration von $8,5 \pm 0,8$ mg/ml ermittelt werden. Danach stieg die IgG-Konzentration bis zum 134. Lebenstag signifikant an und lag zu dem Zeitpunkt bei $9,0 \pm 0,3$ mg/ml. Am 163. Lebenstag lag die IgG-Konzentration bei

11,7 ± 0,5 mg/ml und am 193. Lebenstag bei 12,3 ± 0,8 mg/ml (Alle Werte: MW ± SEM; N=6).

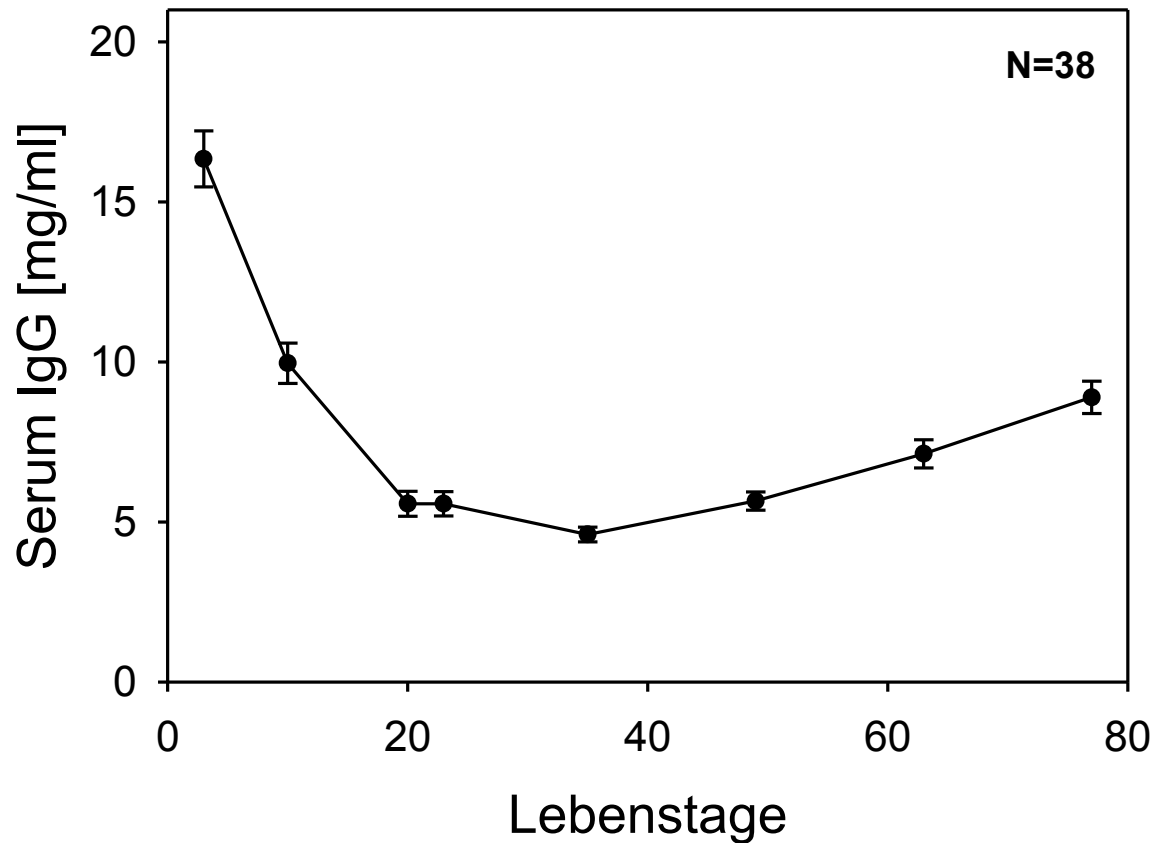


Abb. 2: Verlaufskurve der IgG-Konzentration im Serum von Schweinen bis zum 77. Lebenstag.

Bei 38 Schweinen wurde die Serum-IgG-Konzentration am 3., 10., 20., 23., 49., 63. und 77. Lebenstag ermittelt und eine Verlaufskurve erstellt (Alle Werte: MW ± SEM).

4.2.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den IgG-Gehalt im Serum

Für diese Versuchsserie standen drei Würfe (A, B, C) zur Verfügung, die auf eine Kontrollgruppe (N=12) und eine Versuchsgruppe (N=13) aufgeteilt wurden. Beide Gruppen erhielten nach dem Absetzen eine Breifütterung, wobei der Versuchsgruppe 5% Echinacea-Grünmehl zugesetzt wurde. Die Ferkel der Versuchsgruppe bekamen 20 ml Echinacea-Grünmehlbrei p.o. ab dem 18. Tag p.n..

Die Echinaceagruppe lag bei der ersten Blutentnahme bei 19,3 mg/ml und die Kontrollgruppe, die noch nicht unter dem Einfluss von Echinacea stand, bei 17,6 mg/ml. Bis zum 18. Tag hatten die Ferkel der Versuchsgruppe noch kein Echinacea erhalten. Es kam zu einem signifikanten Abfall der IgG-Konzentrationen bis hin zur fünften Blutentnahme (5,0 mg/ml und 5,1 mg/ml). Ab dem 35. Lebenstag konnte ein tendenzieller Anstieg der IgG-Konzentrationen in der Kontrollgruppe erkannt werden. In der Versuchsgruppe kam es erst ab dem 49. Lebenstag zu einem Anstieg der IgG-Konzentrationen im Serum. Die IgG-Konzentrationen waren nicht signifikant unterschiedlich in beiden Gruppen. Die Kontrollgruppe wies ab dem 35. Tag tendenziell höhere IgG-Werte als die Echinaceagruppe auf. Bei der letzten Probenentnahme am 77. Tag lag das Serum-IgG der Kontrollgruppe bei 8,2 mg/ml, und das der Echinaceagruppe bei 6,4 mg/ml (s. Abb. 3 und Tab. 10, 11 und 12 im Anhang).

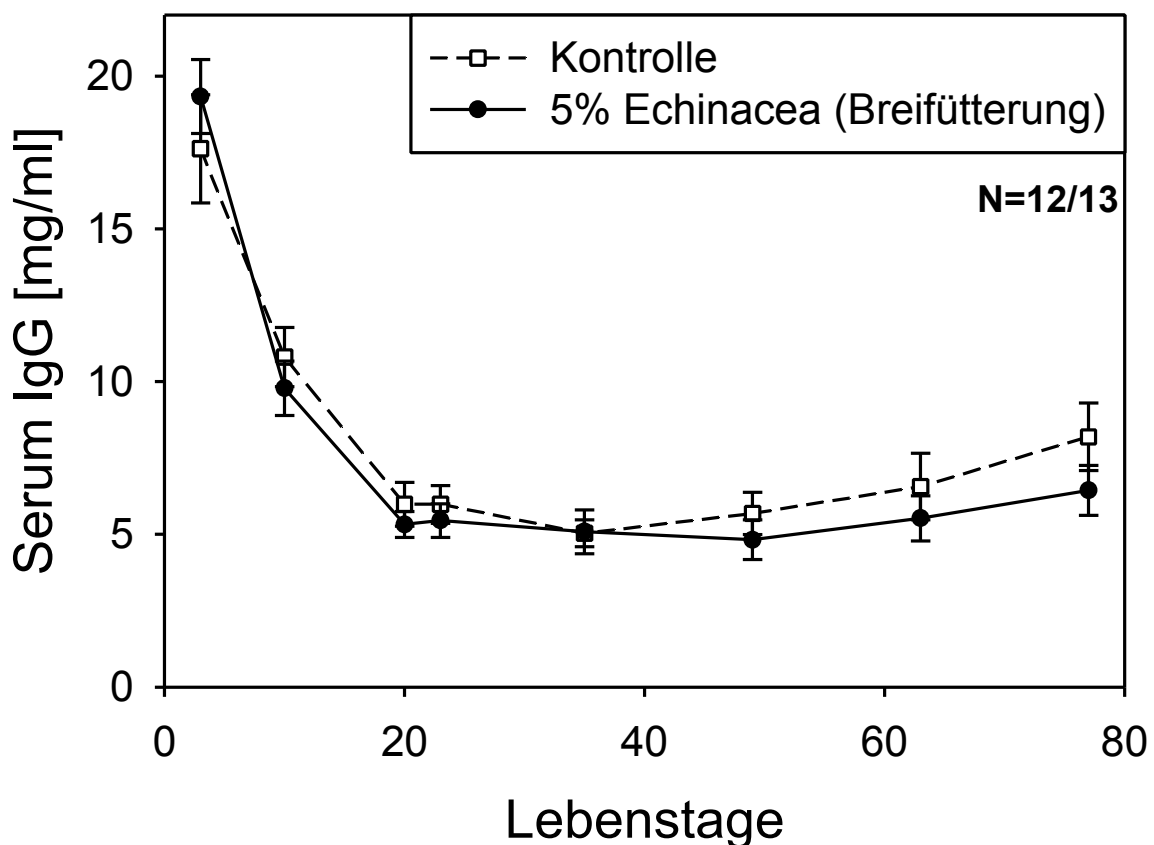


Abb. 3: Entwicklung der Serum-IgG-Konzentrationen bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea-Breifütterung.

Die Blutentnahmen erfolgten am 3., 10., 20., 23., 35., 49., 63., und 77. Lebenstag. Die Ferkel wurden am 22. Tag abgesetzt und erhielten bereits in der Saugphase vom 18. bis 21. Tag 20 ml Echinaceabrei p.o. (Alle Werte: MW \pm SEM; N=12/13).

4.2.3 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgG-Gehalt im Serum

In dieser Versuchsserie befanden sich die Ferkel des Wurfes D. Hierbei handelte es sich um sechs Tiere in jeder Gruppe. Die Echinaceagruppe erhielt vier Tage (18. bis 21. Tag) vor dem Absetzen mit einer Spritze 20 ml Echinaceabrei p.o..

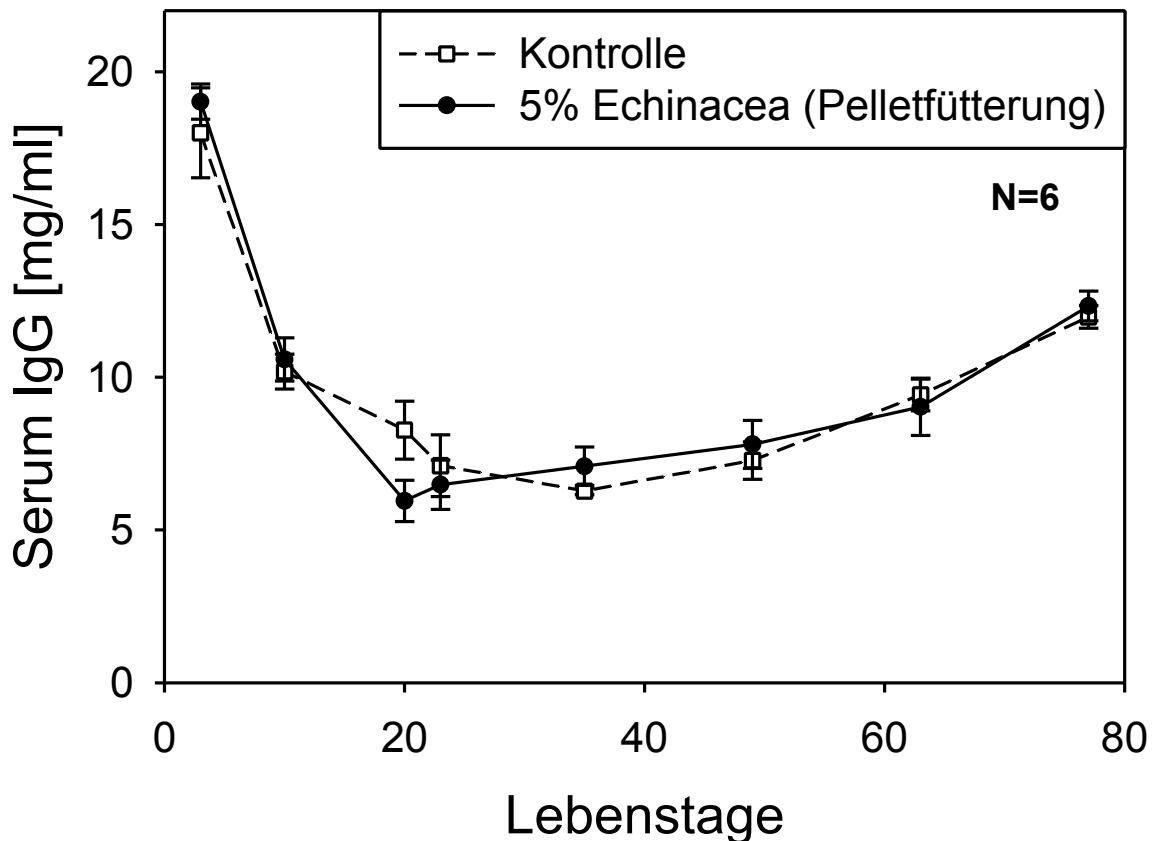


Abb. 4: Entwicklung der Serum-IgG-Konzentrationen bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea-Pelletfütterung.

Die Blutentnahmen erfolgten am 3., 10., 20., 23., 35., 49., 63., und 77. Lebensstag. Die Ferkel wurden am 22. Tag abgesetzt und erhielten bereits in der Saugphase vom 18. bis 21. Tag 20 ml Echinaceabrei p.o. (Alle Werte: MW \pm SEM; N=6).

Bei der ersten Blutprobe lag die Echinaceagruppe mit einem Mittelwert des IgG von 19,0 mg/ml in der Tendenz höher als die Kontrollgruppe mit einem MW von 18,0 mg/ml Serum. Bis zum 18. Lebensstag hatte die Versuchsgruppe noch kein Echinacea erhalten. Bei der dritten Blutentnahme am 20. Lebensstag lag der IgG-Wert der Echinaceagruppe bei 5,9 mg/ml und der der Kontrolle bei 8,3 mg/ml. Bei der letzten Probenentnahme am 77. Tag lag in der Echinaceagruppe die IgG-Konzentration bei 12,3 mg/ml und in der Kontrollgruppe

bei 11,9 mg/ml (s. Abb. 4 und Tab. 13 im Anhang). Wie auch schon in den Untersuchungen zu einer 5% Echinacea-Breifütterung waren die IgG-Konzentrationen zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

4.2.4 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgG-Gehalt im Serum

Für diese Versuchsserie standen vier Würfe (E, F, G, H) zur Verfügung, die auf eine Kontrollgruppe (N=20) und eine Versuchsgruppe (N=20) aufgeteilt wurden. Beiden Gruppen wurde Ferkelstarter gefüttert, wobei in der Versuchsgruppe ab dem 22.Tag Echinacea-Grünmehl in 1% Konzentration, in den Ferkelstarter eingearbeitet, verfüttert wurde. In dieser Versuchsreihe erhielten die Ferkel kein Echinacea p.o. vor dem Absetzen.

Bei der ersten Probenentnahme am 3. Tag lag die Echinaceagruppe (17,8 mg/ml) tendenziell höher als die Kontrollgruppe (15,1 mg/ml). Bis zur dritten Blutprobe sanken beide Gruppen in ihren IgG-Konzentrationen stetig ab und erreichten Werte von 5,8 mg/ml (Echinacea) und 4,5 mg/ml (Kontrolle). Nach dem Absetzen konnte ein weiterer Abfall auf ein Minimum von 3,8 mg/ml IgG am 35. Tag in der Kontrollgruppe registriert werden. Von da an stiegen die Werte in beiden Gruppen tendenziell an. Bei der Echinaceagruppe bis zu einer Konzentration von 8,0 mg/ml und bei der Kontrollgruppe bis zu einem Wert von 8,3 mg/ml (s. auch Abb. 5 und Tab. 14, 15 und 16 im Anhang). Die IgG-Konzentrationen waren zwischen beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

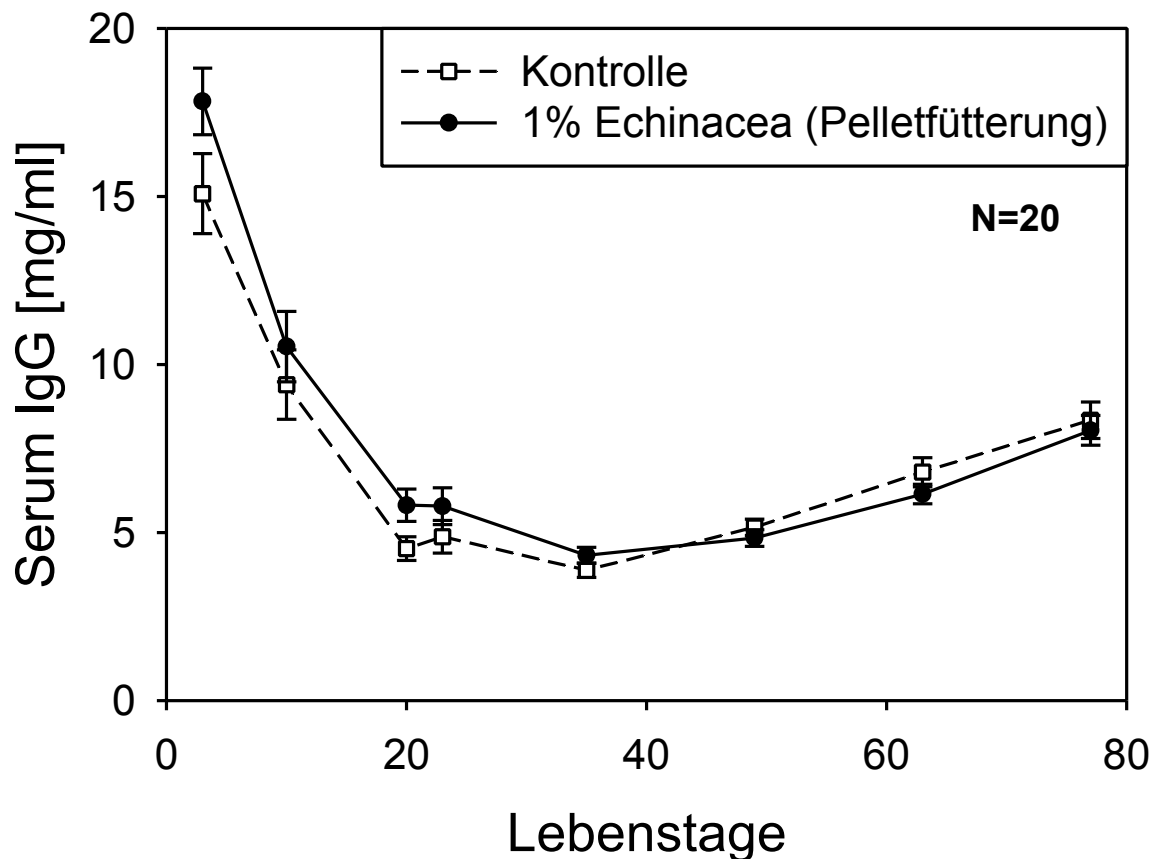


Abb. 5: Entwicklung der Serum-IgG-Konzentrationen bei Schweinen unter dem Einfluss einer 1% Echinacea-Pelletfütterung.

Die Blutentnahmen erfolgten am 3., 10., 20., 23., 35., 49., 63., und 77. Lebensstag. Die Ferkel wurden am 22. Tag abgesetzt und erhielten kein Echinacea oral vor dem Absetzen. (Alle Werte: MW \pm SEM; N=20).

4.2.5 Einfluss der Saugposition auf die IgG-Konzentration im Serum

Zur Untersuchung eines Einflusses der Saugpositionen der Ferkel (drei Komplexe I, II und III; Einteilung s. Kap. 3.4.1) auf die IgG-Serum-Konzentrationen wurden die IgG-Werte am Tag 3 p.n. verglichen. Die Ferkel, die an unterschiedliche Gesäugekomplexen saugten, wiesen keine Unterschiede in ihrer IgG-Konzentration auf. Die Konzentrationen der Ferkel, die am ersten Komplex gesaugt haben, lag bei $17,2 \pm 0,9$ mg/ml (MW \pm SEM), die der Ferkel, die am zweiten Komplex gesaugt haben, lag bei $18,2 \pm 1,2$ mg/ml (MW \pm SEM) und die der Ferkel am dritten Komplex bei $17,0 \pm 0,9$ mg/ml (MW \pm SEM) (s. Abb. 6).

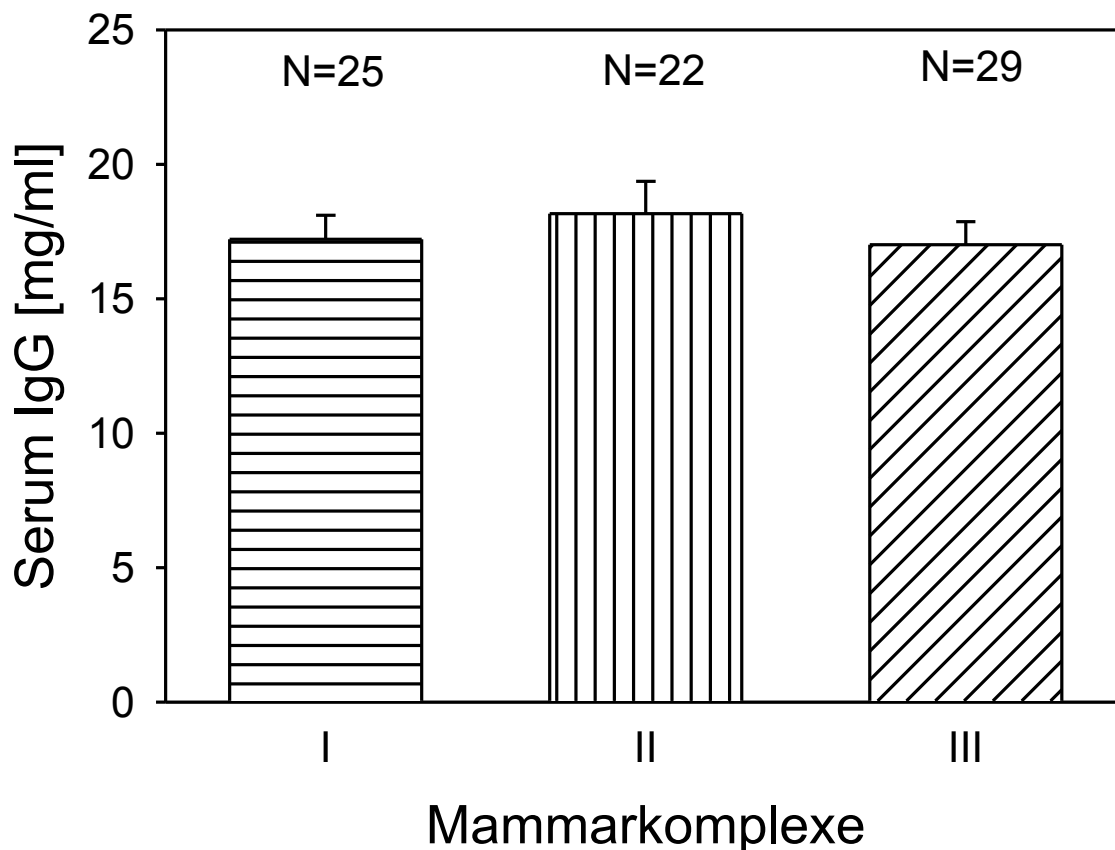


Abb. 6: Einfluss der Saugposition auf die IgG-Konzentration im Serum von Ferkeln an Tag 3 p.n..

Die ersten zwei Zitzenpaare von kranial gesehen wurden durch die römische Ziffer „I“ gekennzeichnet, die zweiten zwei Zitzenpaare erhalten die Ziffer „II“, und die hinteren Komplexe (2-3 Paare) wurden mit der Ziffer „III“ benannt (s. Kap 3.4.1; Alle Werte: MW ± SEM; N=25/22/29).

4.2.6 Einfluss der Kastration männlicher Ferkel auf die IgG-Konzentration im Serum

Es bestand die Vermutung, dass der Kastrationsstress bei männlichen Ferkeln Einfluss auf die Immunglobulin-Synthese nehmen könnte. Um dies zu überprüfen, wurden die IgG-Konzentrationen vom 3. und 10. Tag p.n. beider Geschlechter (33 männliche Tiere und 44 weibliche Tiere) untersucht. Es konnte kein Einfluss des Kastrationsstresses auf die IgG-Konzentrationen ermittelt werden. Die IgG-Konzentrationen der männlichen Ferkel waren nicht signifikant unterschiedlich zu denen der weiblichen Tiere. Bei der Probenentnahme am 3. Tag (Kastration) lag die IgG-Konzentration der männlichen Ferkel bei $17,2 \pm 0,7$ mg/ml

und am 10. Tag bei $10,2 \pm 0,6$ mg/ml. Die weiblichen Tiere lagen am 3. Tag bei $17,5 \pm 0,8$ mg/ml und am 10. Tag bei $10,1 \pm 0,6$ mg/ml (Alle Werte: MW \pm SEM; N=33/44).

4.3 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel

4.3.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel

Die IgA-Gehalte im Speichel der Tiere dieser Versuchsserie konnten frühestens ab dem 35. Tag bestimmt werden. Zuvor war eine Speichelgewinnung aufgrund der minimalen Speichelproduktion der Ferkel nicht möglich. Die Ferkel der Echinaceagruppe erhielten Echinacea-Grünmehl ab dem 22. Tag p.n.. Somit unterlagen alle Speichel-IgA-Konzentrationen der Versuchsgruppe dem Einfluss der Echinaceafütterung.

Bei der Speichelprobe am 35. Tag lag die Echinaceagruppe mit $0,9 \pm 0,6$ mg/ml (MW \pm SEM) Speichel-IgA tendenziell höher als die Kontrollgruppe mit $0,3 \pm 0,1$ mg/ml. Die Speichel-IgA-Konzentration der Echinaceagruppe fiel am 49. Tag auf $0,2 \pm 0,1$ mg/ml ab. In der Kontrollgruppe konnte eine Tendenz zu einem Anstieg der IgA-Werte beobachtet werden. Die Kontrollgruppe zeigte bei der letzten Speichelgewinnung einen IgA-Wert von $1,3 \pm 0,4$ mg/ml und die Echinaceagruppe wies einen Wert von $0,9 \pm 0,3$ mg/ml auf (s. Abb. 7 und Tab. 17, 18 und 19 im Anhang). Die IgA-Konzentrationen waren zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich.

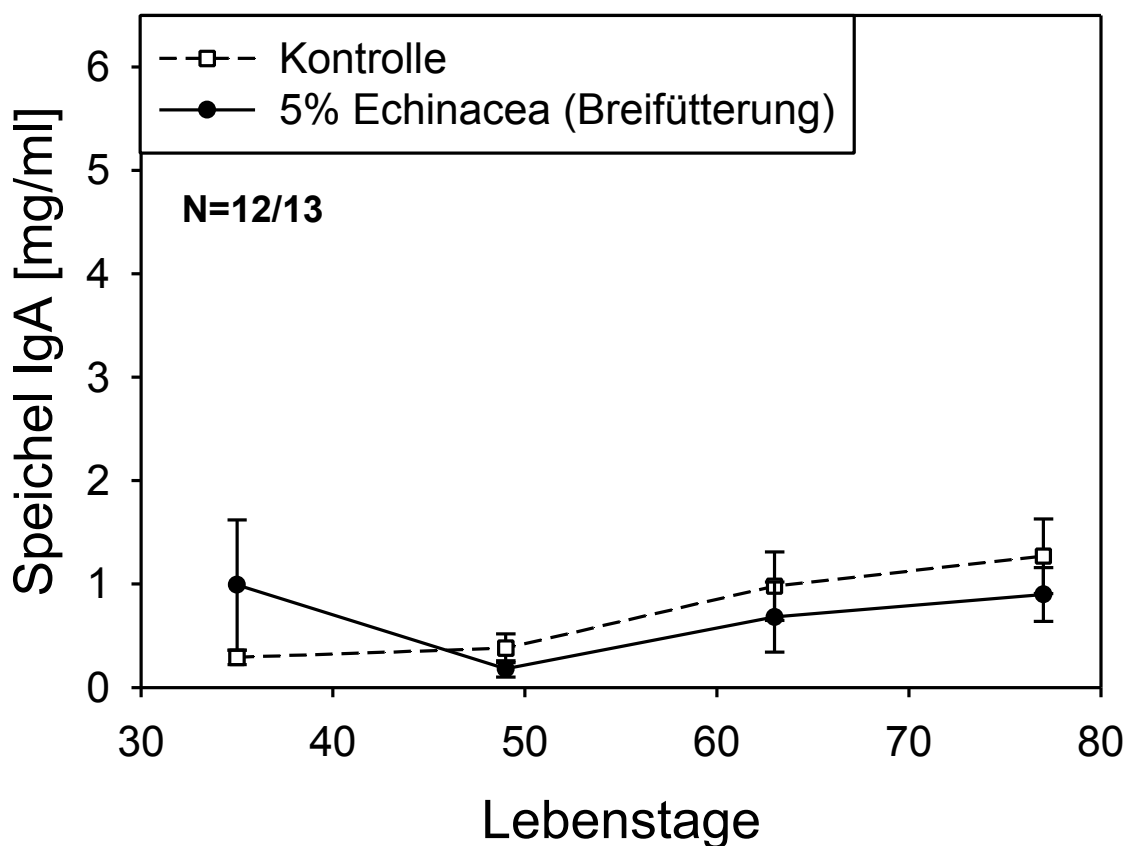


Abb. 7: Entwicklung der Speichel-IgA-Konzentrationen bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea-Breifütterung (Alle Werte: MW \pm SEM; N=12/13).

4.3.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel

Die Speichelgewinnung gelang in dieser Versuchsserie erst ab dem 49. Tag, also der sechsten Probenentnahme. Somit konnten hier nur an drei Zeitpunkten die IgA-Konzentrationen bestimmt werden. Alle gewonnenen Speichelproben der Versuchsgruppe unterlagen dem Einfluss von Echinacea. Die Echinaceagruppe wies am Tag 49 einen IgA-Wert von $2,1 \pm 0,5$ mg/ml (MW \pm SEM) auf. Danach fiel die IgA-Konzentration tendenziell auf $1,9 \pm 0,5$ mg/ml ab, um dann auf einen Wert von $3,5 \pm 1,7$ mg/ml tendenziell anzusteigen. Auch in dieser Versuchsserie waren die IgA-Konzentrationen nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen. Die Kontrollgruppe wies zunächst einen gemittelten IgA-Wert von $1,8 \pm 0,4$ mg/ml auf, stieg scheinbar auf $3,6 \pm 1,2$ mg/ml an und fiel danach tendenziell auf $2,8 \pm 0,7$ mg/ml ab (s. Abb. 8 und Tab. 20 im Anhang).

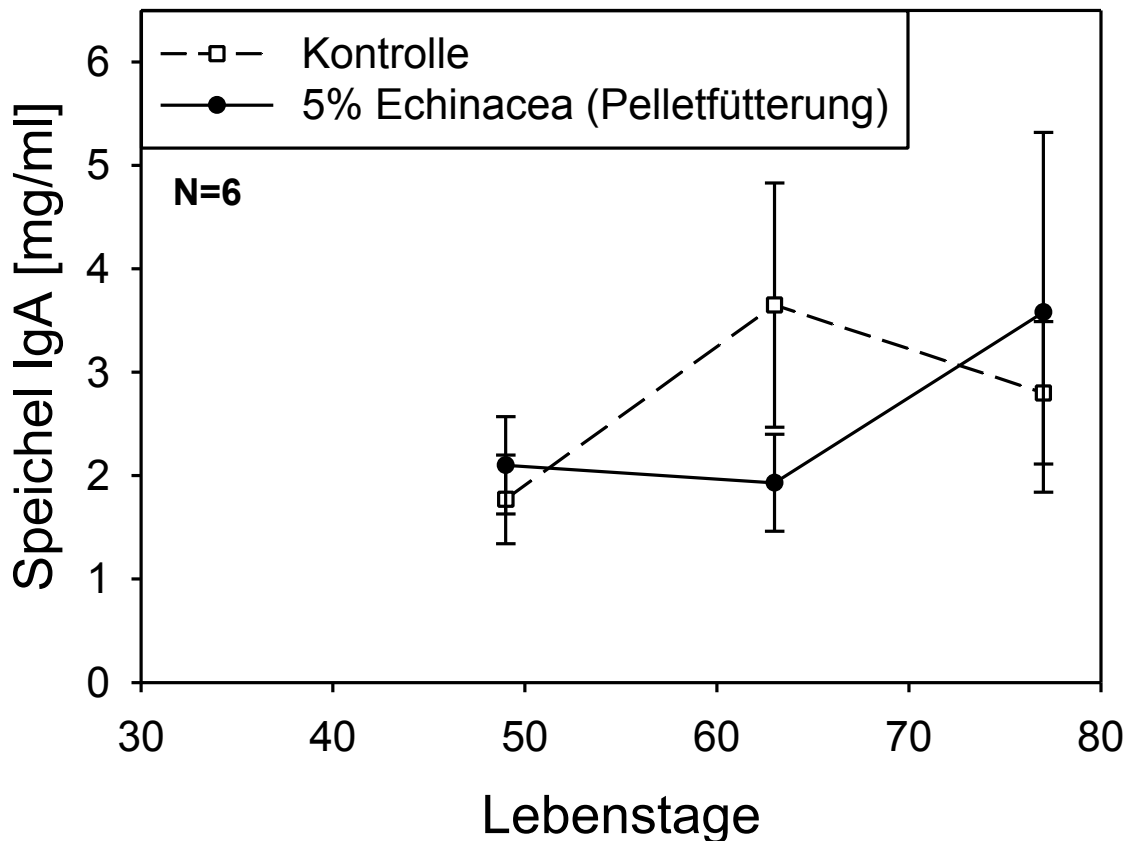


Abb. 8: Entwicklung der Speichel-IgA-Konzentrationen bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea Pelletfütterung (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=6$).

4.3.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den IgA-Gehalt im Speichel

Die Ferkel wurden am 22. Tag abgesetzt und die Versuchsgruppe erhielt ab diesem Tag Echinacea-Grünmehl in einer 1%igen Konzentration in den Ferkelstarter eingemischt. Alle Speichelproben wurden in dem Zeitraum der Echinacea-Fütterung gewonnen.

In der Kontrollgruppe stiegen die IgA-Konzentrationen von Tag 35 mit einem Wert von $1,6 \pm 0,3$ mg/ml ($MW \pm SEM$) bis hin zur letzten Probe am 77. Lebenstag auf einen Wert von $4,1 \pm 0,8$ mg/ml an (s. Abb. 9 und Tab. 21, 22 und 23 im Anhang). Die Echinaceagruppe dagegen lag bei der ersten Probenentnahme mit $1,8 \pm 0,4$ mg/ml Speichel-IgA tendenziell höher als die Kontrolle an Tag 35, stieg dann jedoch nur auf einen Wert von $2,3 \pm 0,5$ mg/ml (77. Tag) an. Bei der letzten Speichelprobe waren die IgA-Konzentrationen signifikant

($p \leq 0,05$) unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen. Die Speichel-IgA-Konzentration lag bei der Kontrollgruppe um das 1,7fache höher als bei der Versuchsgruppe.

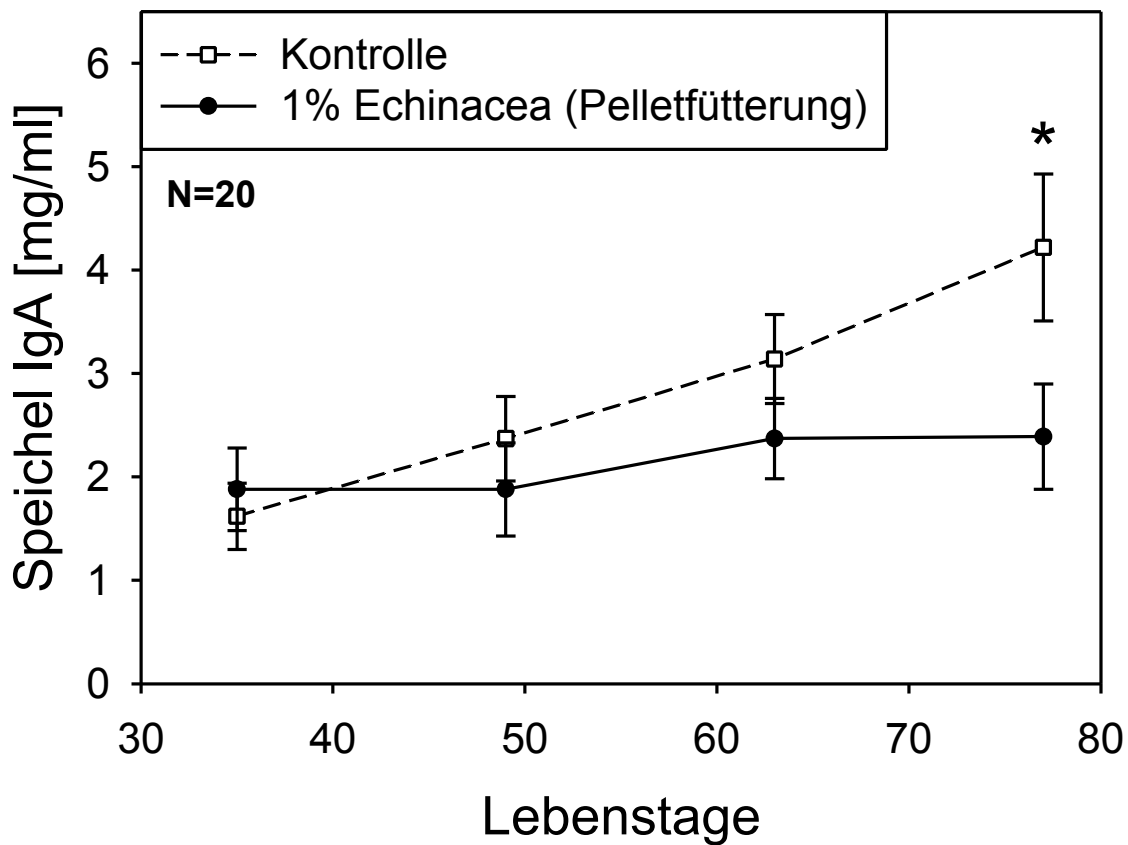


Abb. 9: Entwicklung der Speichel-IgA-Konzentrationen bei Schweinen unter Einfluss einer 1% Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=20$; *: $p \leq 0,05$).

4.4 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf die Gewichtsentwicklung von Ferkeln

4.4.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf die Gewichtsentwicklung

Die Einteilung dieser Versuchsserie und die Fütterung erfolgte wie bereits in Kapitel 4.2.2 besprochen. Die Tiere wurden am 22. Tag abgesetzt und erhielten ab diesem Zeitpunkt eine 5% Echinacea-Breifütterung in der Versuchsgruppe. Zuvor wurde den Ferkeln der Versuchsgruppe 20 ml Echinacea p.o. vier Tage vor dem Absetzen verabreicht. Ein Einfluss einer Echinacea-Fütterung bestand somit ab Tag 18. In der Echinaceagruppe wogen die Ferkel am dritten Tag p.n. $1,8 \pm 0,1$ kg. Bei der letzten Wiegung am 77. Tag war das Gewicht auf $24,1 \pm 0,1$ kg angestiegen. Die Kontrollgruppe hatte ein durchschnittliches Gewicht von $1,8 \pm 0,1$ kg bei der ersten Wiegung und am Tag 77 ein Gewicht von $25,2 \pm 0,8$ kg erreicht. In beiden Gruppen konnte ein paralleler Verlauf in der Gewichtsentwicklung ermittelt werden, so dass sich keine signifikanten Unterschiede ergaben (s. Abb. 10 und Tab. 24 im Anhang).

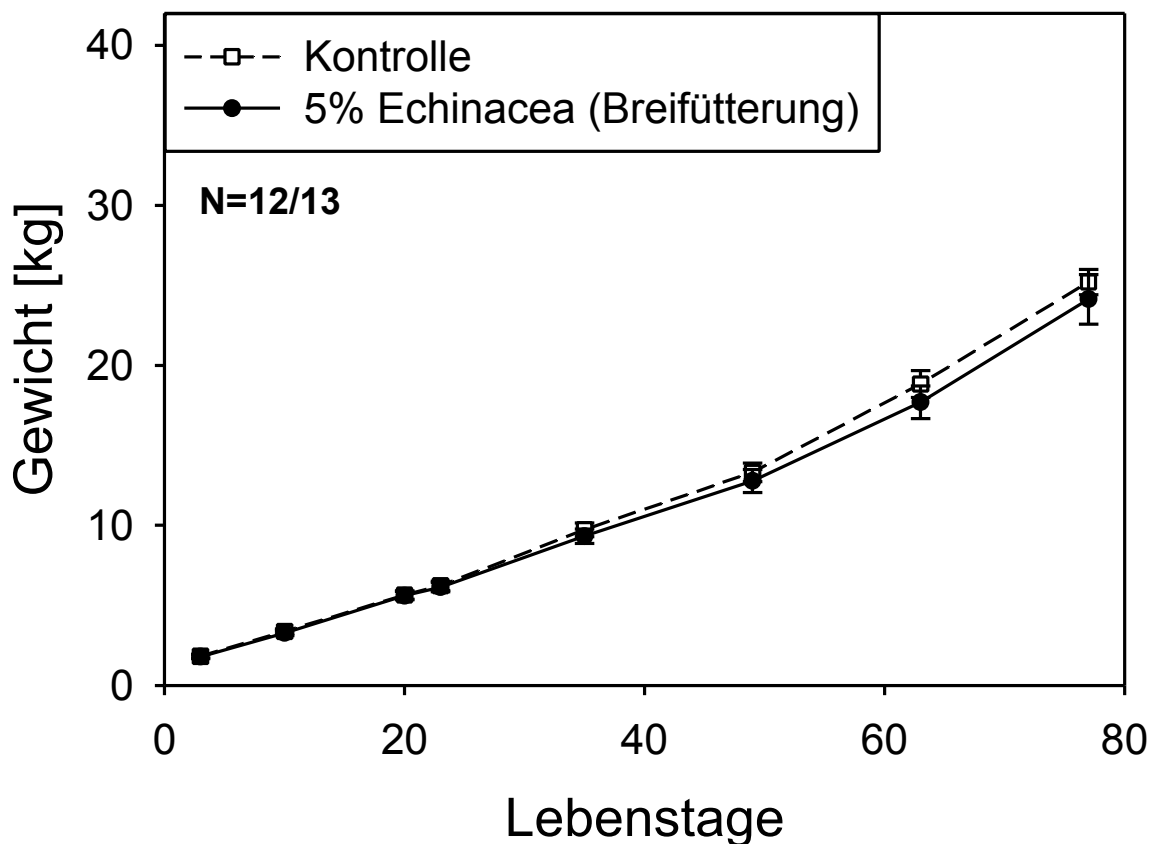


Abb. 10: Gewichtsentwicklung bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea-Breifütterung (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=12/13$).

4.4.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf die Gewichtsentwicklung

Die Ferkel der Versuchsgruppe erhielten ab dem 22. Tag 5% Echinacea in das Ferkelkorn einpelletiert. Zuvor wurde ihnen ab dem 18. Tag 20 ml Echinacea-Grünmehl p.o. verabreicht. Somit bestand ein Einfluss von Echinacea auf die Gewichtsentwicklung ab dem 18. Tag. In dieser Versuchsserie konnte eine parallele Entwicklung der Ferkelgewichte bis zum Tag 35 beobachtet werden. Die Echinaceagruppe zeigte ein anfängliches Gewicht von $1,6 \pm 0,2$ kg (MW \pm SEM) im Gegensatz zu der Kontrollgruppe, die ein Gewicht von $1,8 \pm 0,1$ kg aufwies. Bei der 7. Gewichtskontrolle an Tag 63 wies die Echinaceagruppe ein Gewicht von $18,0 \pm 1,5$ kg auf, im Gegensatz zur Kontrollgruppe mit einem Gewicht von $23,1 \pm 1,3$ kg. Bei der letzten Wiegung lag die Versuchsgruppe bei $25,8 \pm 2,0$ kg und die Kontrolle bei $33,5 \pm 1,7$ kg (s. Abb. 11 und Tab. 25 im Anhang). Die Echinaceagruppe war am 63. und 77. Lebenstag signifikant ($p \leq 0,05$) niedriger in den Gewichten als die Kontrollgruppe.

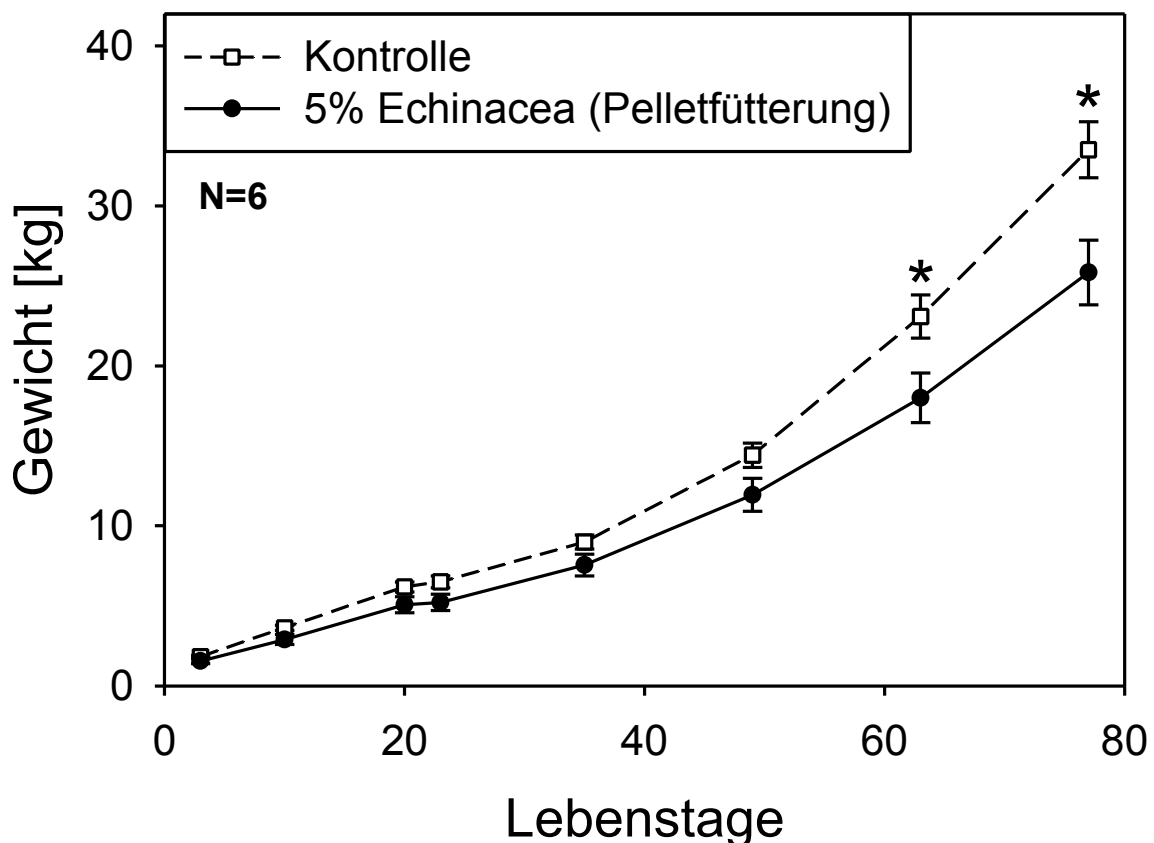


Abb. 11: Gewichtsentwicklung bei Schweinen unter Einfluss einer 5% Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: MW \pm SEM; *: $p \leq 0,05$).

4.4.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf die Gewichtsentwicklung

Die Ferkel dieser Gruppe erhielten ab dem 22. Tag 1% Echinacea in der Versuchsgruppe. Somit kann ein Einfluss von Echinacea auf die Gewichtsentwicklung ab dem 22. Tag erwartet werden. Bei der ersten Gewichtskontrolle zeigte die Echinaceagruppe ein durchschnittliches Gewicht von $1,8 \pm 1,0$ kg (MW \pm SEM) und die Kontrollgruppe ein Gewicht von $1,9 \pm 1,0$ kg. Bis hin zur letzten Wiegung waren keine signifikanten Unterschiede in den beiden Gruppen festgestellt worden. Es ergab sich ein paralleler Kurvenverlauf der Gewichtsentwicklung in beiden Gruppen. Bei der letzten Wiegung zeigte die Echinaceagruppe ein Gewicht von $37,6 \pm 1,3$ kg und die Kontrolle ein durchschnittliches Endgewicht von $38,2 \pm 1,6$ kg (s. Abb. 12 und Tab. 26 im Anhang).

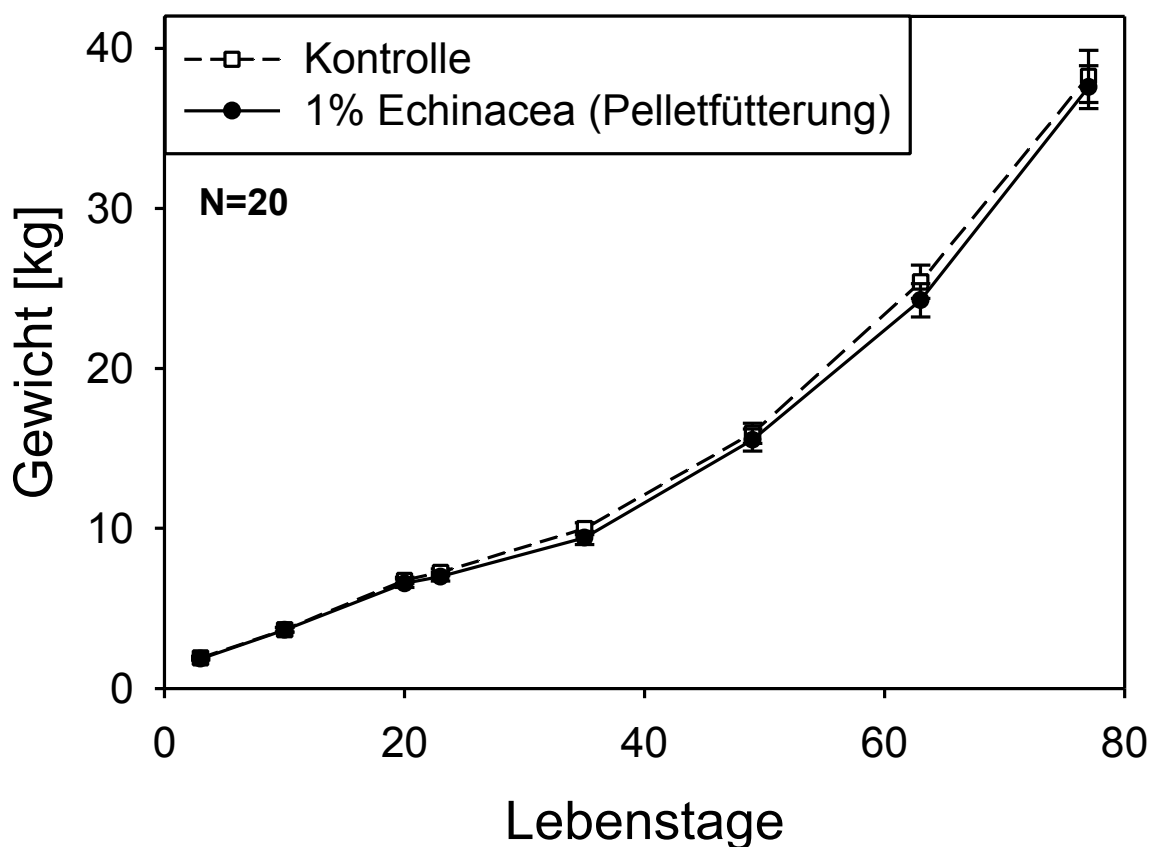


Abb. 12: Gewichtsentwicklung bei Schweinen unter Einfluss einer 1% Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: MW \pm SEM; N=20).

4.5 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf den Kortisolgehalt im Serum von Ferkeln

4.5.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf den Kortisolgehalt im Serum

Kortisol wurde im Serum am 20., 23. und 35. Tag p.n. bestimmt, da Unterschiede aufgrund des Stressgeschehens um den Absetzzeitpunkt zu erwarten waren. Die Serum-Kortisol-Konzentrationen lagen bei der Echinaceagruppe am 20. Lebenstag bei $49,8 \pm 3,7$ ng/ml und stiegen am 23. Tag auf $60,6 \pm 8,3$ ng/ml. Von Tag 23 auf Tag 35 fiel die Serum-Kortisol-Konzentration auf $41,6 \pm 4,7$ ng/ml ab. Die Kortisol-Konzentrationen waren zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (s. Abb. 13 und Tab. 27, 28 im Anhang). Die Versuchsgruppe wies am 20. Tag eine Kortisol-Konzentration von $56,6 \pm 8,6$ ng/ml, am 23. Tag eine Konzentration von $74,9 \pm 10,6$ ng/ml auf. Vom 23. Tag auf den 35. Tag fiel sie auf $44,8 \pm 5,8$ ng/ml ab (Alle Werte: MW \pm SEM). Die Zahl der Versuchstiere (N=10/11) bzw. Kortisolproben verringerte sich aufgrund hämolytischer Proben, die mit dem LIA nicht gemessen werden konnten.

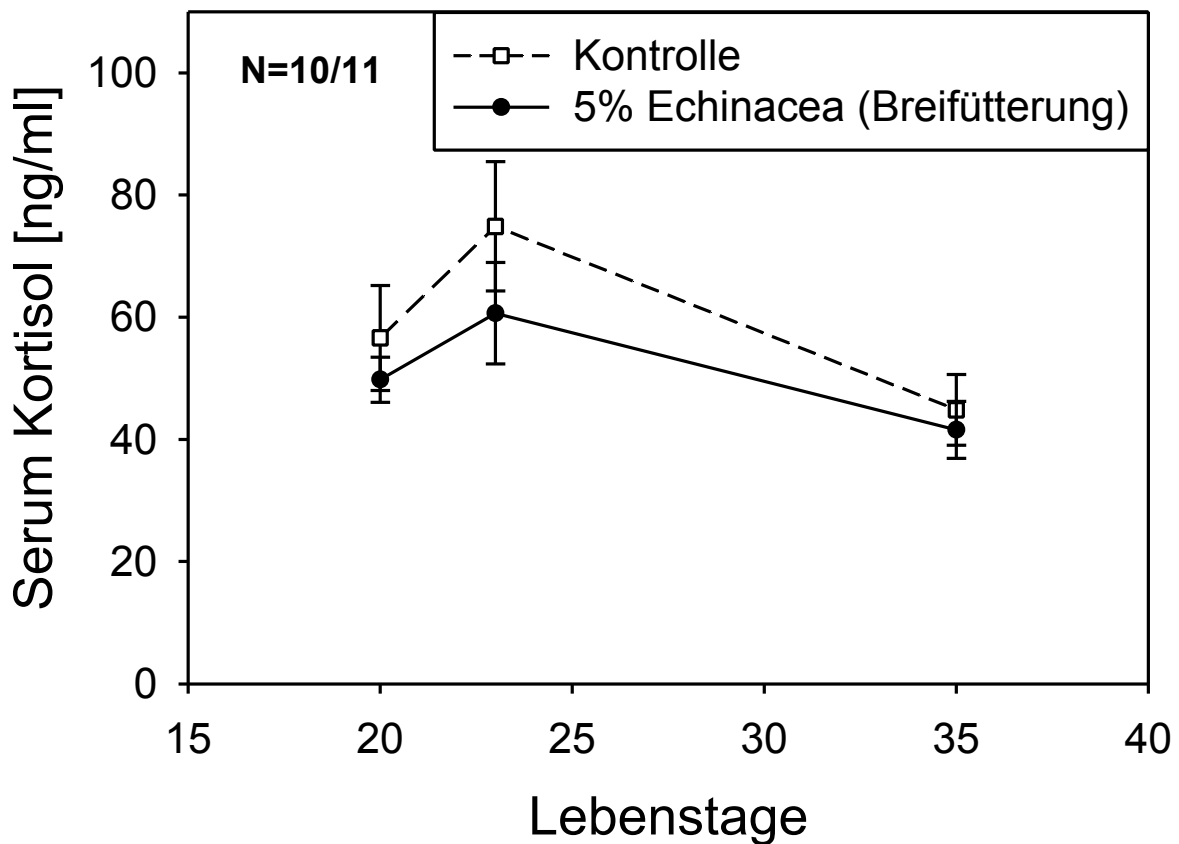


Abb. 13: Kortisol-Konzentrationen im Serum von Schweinen unter Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung.

Die Tiere wurden am 22. Lebensstag abgesetzt (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=10/11$).

4.5.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den Kortisolgehalt im Serum

Bei der Serumprobe am 20. Tag lag die Echinaceagruppe bei einer Serum-Kortisol-Konzentration von $68,4 \pm 8,6$ ng/ml, die Kontrollgruppe bei $52,6 \pm 12,0$ ng/ml. Die Echinaceagruppe zeigte einen tendenziellen Abfall zum 23. Tag auf $55,8 \pm 9,4$ ng/ml. Die Kontrollgruppe stieg scheinbar auf $55,8 \pm 4,2$ ng/ml an. Die letzte Serumprobe fiel bei beiden Gruppen bis zum 35. Tag ab. Bei der Echinaceagruppe fiel sie auf $35,3 \pm 6,1$ ng/ml, und bei der Kontrollgruppe auf $43,2 \pm 6,5$ ng/ml. Die Kortisol-Konzentrationen waren zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (s. Abb. 14 und Tab. 27, 28 im Anhang).

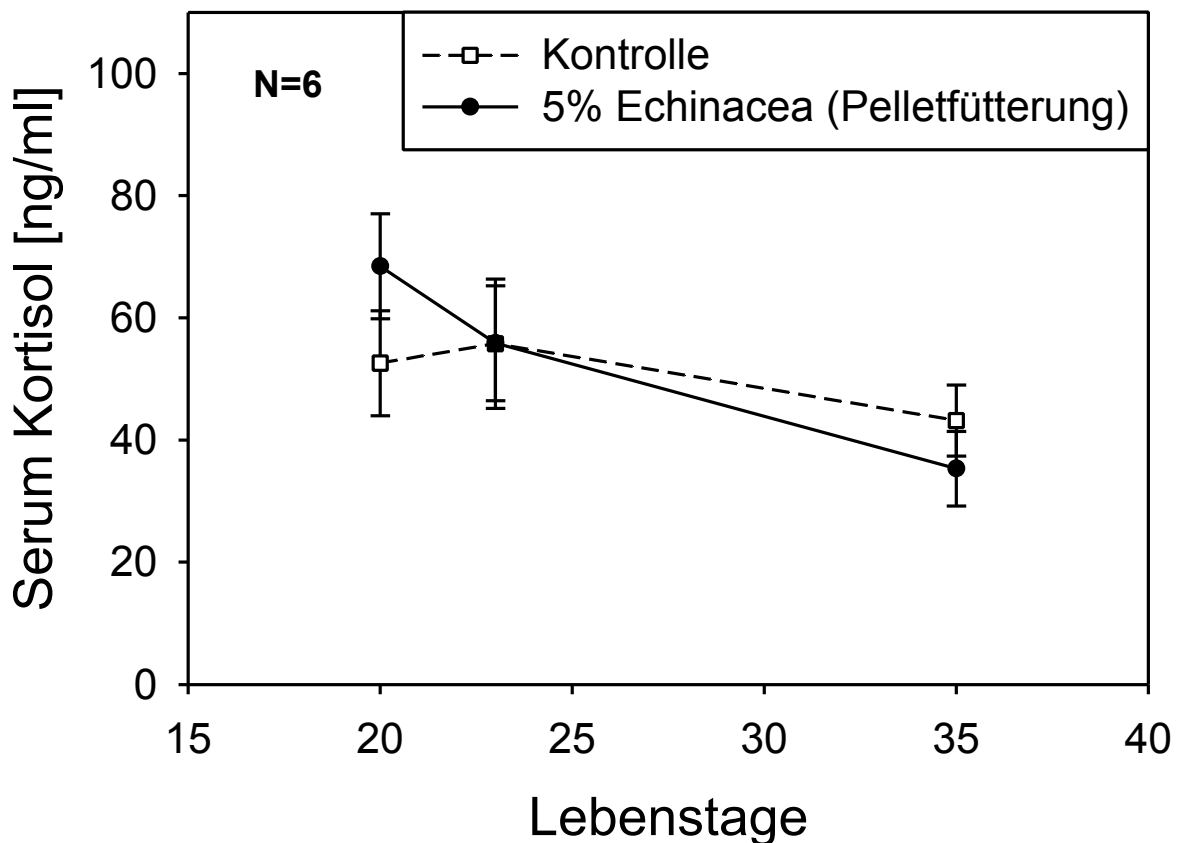


Abb. 14: Kortisol-Konzentrationen im Serum von Schweinen unter Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung.

Die Tiere wurden am 22. Lebensstag abgesetzt (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=6$).

4.5.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf den Kortisolgehalt im Serum

Die Ferkel dieser Versuchsserie wurden am 22. Tag abgesetzt und erhielten ab diesem Zeitpunkt Echinacea in 1% Konzentration in der Versuchsgruppe. Somit lagen die Kortisol-Konzentrationen am 20. Tag noch nicht unter dem Einfluss von Echinacea. Dies war erst bei den Kortisolproben vom 23. und 35. Tag der Fall. In der Kontrollgruppe konnten nur 19 Proben ausgewertet werden, da eine Probe hämolytisch war.

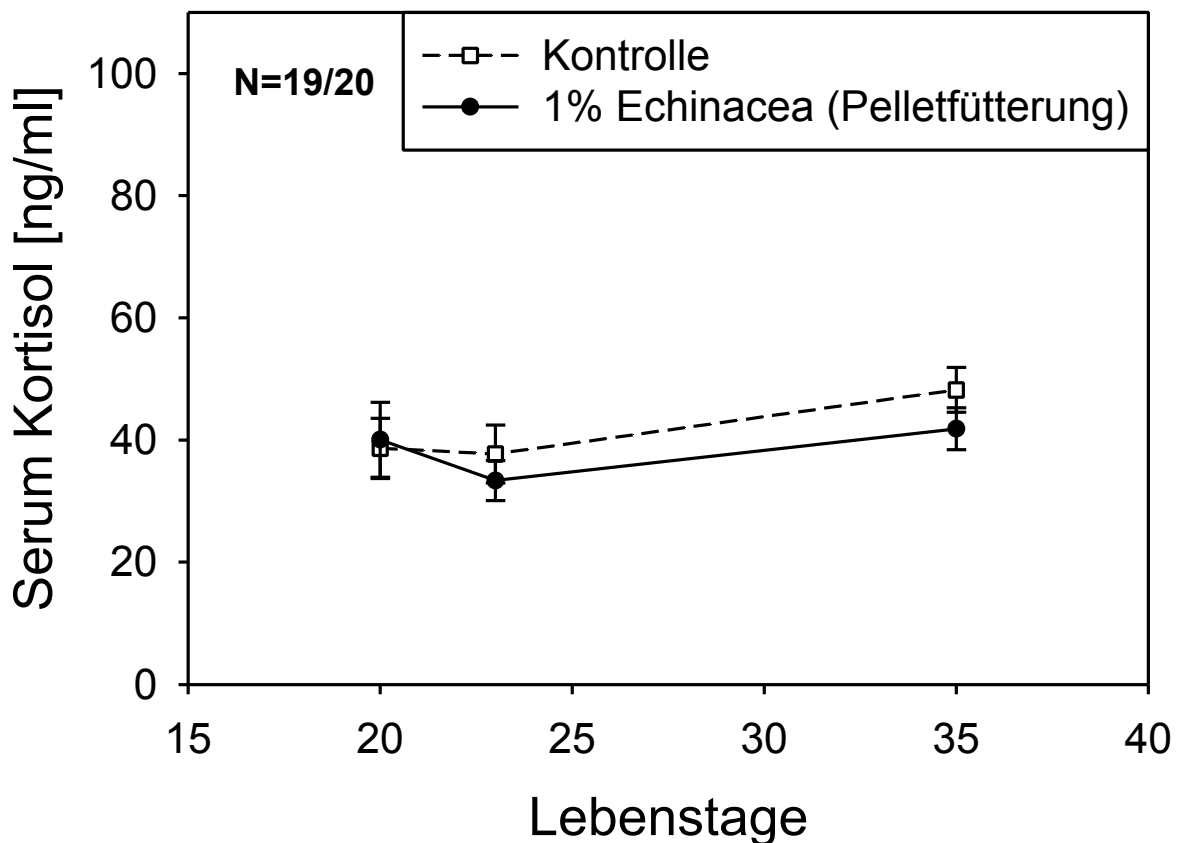


Abb. 15: Kortisol-Konzentrationen im Serum von Schweinen unter Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: $MW \pm SEM$; $N=19/20$).

Die Versuchsgruppe lag am 20. Tag bei einer Serum-Kortisol-Konzentration von $40,0 \pm 6,1$ ng/ml und fiel scheinbar auf $33,4 \pm 3,3$ ng/ml am 23. Tag ab, um dann bis zum 35. Tag auf eine Konzentration von $41,9 \pm 3,4$ ng/ml anzusteigen. Die Kontrollgruppe wies am 20. Tag eine Kortisol-Konzentration von $38,6 \pm 4,9$ ng/ml auf und fiel dann scheinbar auf $37,7 \pm 4,7$ ng/ml ab. Am 35. Tag lag die Kortisol-Konzentration bei $48,2 \pm 3,7$ ng/ml. Die Kortisol-Konzentrationen waren zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (s. Abb. 15 und Tab. 27, 28 im Anhang).

4.6 Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf das Verhalten nach dem Absetzen

Die Verhaltensbeobachtungen wurden vier Tage lang nach dem Absetzen durchgeführt (Methodik s. Kap. 3.4.2.1). Ausgewertet wurden das Ruheverhalten, die Bewegung und das Nahrungsaufnahmeverhalten (genaue Zuordnung zu den Verhaltensweisen s. Kap. 3.4.2.2). Auffällig war das synchrone Verhalten der Ferkel. Es gab fast keine Abweichungen von der Gruppe. Es wurden nur selten Einzelhandlungen der Ferkel beobachtet (Daten nicht gezeigt).

4.6.1 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf das Verhalten

Ein Überblick bestätigt, dass in allen Gruppen das Schlafverhalten überwogen hat, gefolgt vom Bewegungsverhalten und anschließend dem Nahrungsaufnahmeverhalten (s. Abb. 16). Es wurden alle Tage der jeweiligen Gruppen gemittelt zusammengefasst und das Ergebnis in Minuten aufgetragen (s. Abb. 16 und Tab. 29, 30 im Anhang). Die Echinaceagruppe ruhte durchschnittlich 822 Minuten pro Tag, die Kontrollgruppe ruhte 778 Minuten pro Tag. Die Ferkel, denen Echinacea gefüttert wurde, waren 478 Minuten in Bewegung und fraßen 138 Minuten pro Tag. Die Kontrollgruppe war 505 Minuten in Bewegung und fraß 166 Minuten pro Tag (s. Abb. 16). Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen der Echinacea- und der Kontrollgruppe in den Verhaltensweisen festzustellen. In der Versuchsgruppe waren die Ferkel durchschnittlich 56 Minuten nicht synchron, in der Kontrollgruppe 42 Minuten. Fehlende Synchronität bedeutet in diesem Fall, dass nicht alle Ferkel eines Wurfes bei ein und derselben Verhaltensweise beobachtet werden konnten.

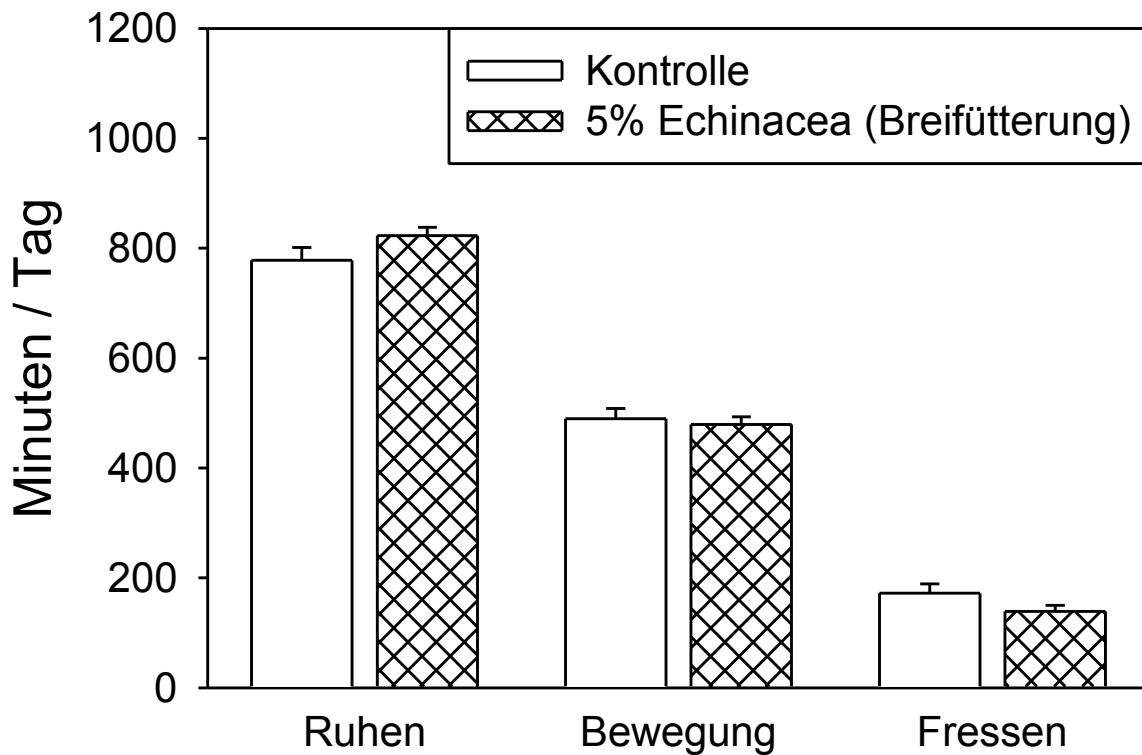


Abb. 16: Einfluss einer 5%igen Echinacea-Breifütterung auf das Verhalten von Schweinen nach dem Absetzen.

Die Verhaltensaufnahmen wurden vier Tage lang nach dem Absetzen durchgeführt und im 24 Stunden-Rhythmus aufgezeichnet. Ausgewertet wurden das Ruheverhalten, die Bewegung und das Nahrungsaufnahmeverhalten (Alle Werte: $MW \pm SEM$).

4.6.2 Einfluss einer 5%igen Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten

Die Durchführung verlief wie in Kap. 4.6 erläutert. Die Echinaceagruppe zeigte sich gegenüber der Kontrollgruppe in allen drei Verhaltensweisen nicht signifikant unterschiedlich. Die Echinaceagruppe ruhte durchschnittlich 854 Minuten pro Tag, die Kontrollgruppe ruhte 790 Minuten. Die Echinaceagruppe war 471 Minuten in Bewegung und fraß 114 Minuten pro Tag. Die Kontrollgruppe bewegte sich 505 Minuten und fraß 144 Minuten. Die Ferkel der Versuchsgruppe waren insgesamt 16 Minuten nicht synchron, die der Kontrolle 23 Minuten (s. Abb. 17 und Tab. 31, 32 im Anhang).

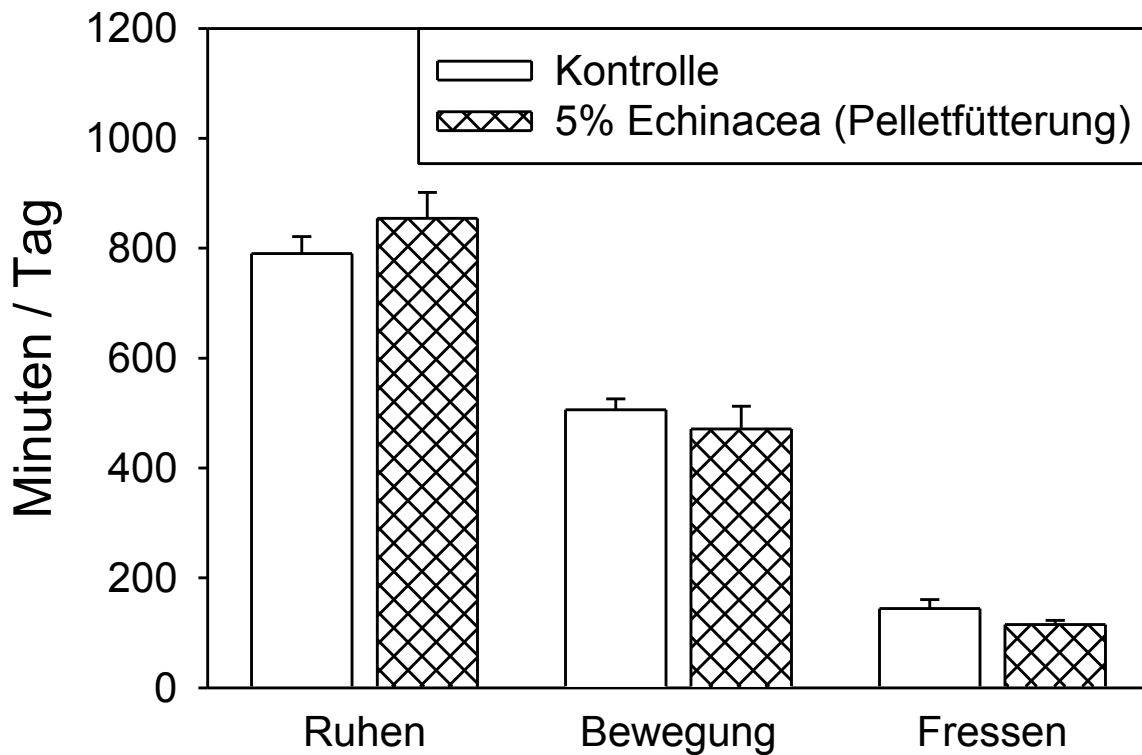


Abb. 17: Einfluss einer 5% Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten von Schweinen nach dem Absetzen.

Die Verhaltensaufnahmen wurden vier Tage lang nach dem Absetzen aufgezeichnet. Ausgewertet wurden das Ruheverhalten, die Bewegung und das Nahrungsaufnahmeverhalten (Alle Werte: $MW \pm SEM$).

4.6.3 Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten

Auch in diesem Versuchsteil waren die beiden Gruppen in allen drei Verhaltensweisen nicht signifikant unterschiedlich. Die Echinaceagruppe ruhte durchschnittlich 824 Minuten pro Tag, die Kontrollgruppe ruhte 793 Minuten. Die Ferkel der Echinaceagruppe waren 440 Minuten in Bewegung und fraßen 175 Minuten. Die Kontrollgruppe bewegte sich 454 Minuten und fraß 191 Minuten. Die Tiere der Versuchsgruppe waren insgesamt 70 Minuten nicht synchron, die der Kontrolle 72 Minuten (s. Abb. 18 und Tab. 33, 34 im Anhang).

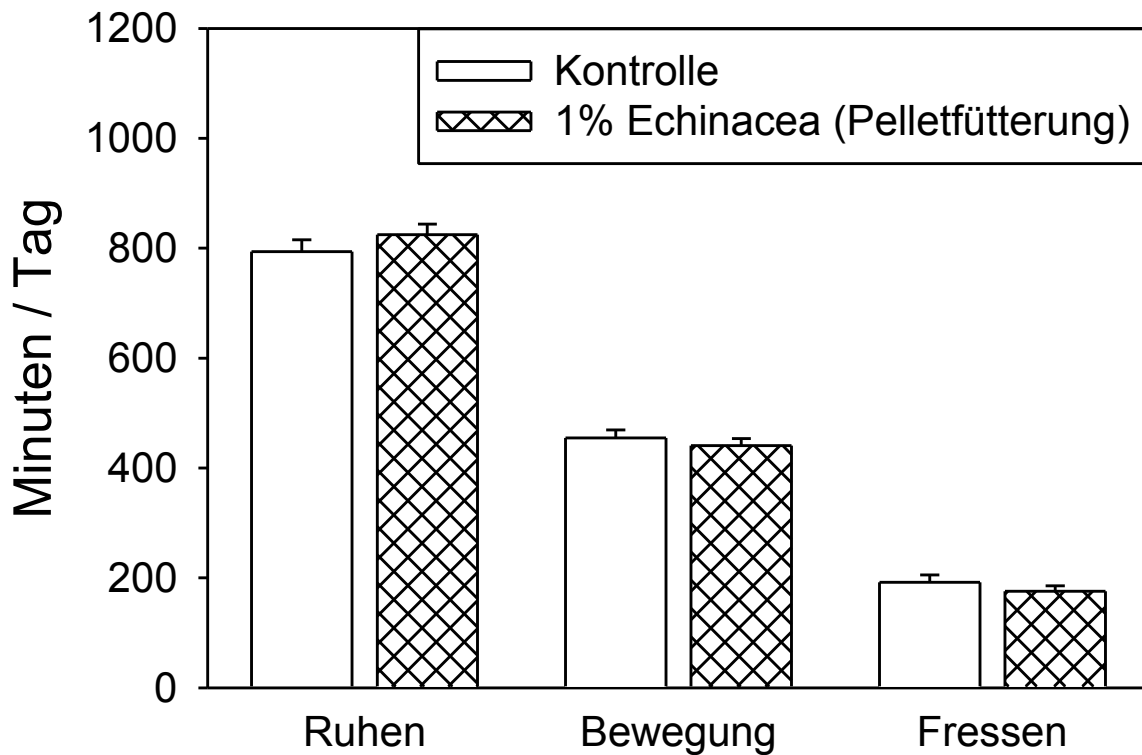


Abb. 18: Einfluss einer 1%igen Echinacea-Pelletfütterung auf das Verhalten von Schweinen nach dem Absetzen.

Die Verhaltensaufnahmen wurden vier Tage lang nach dem Absetzen aufgezeichnet. Ausgewertet wurden das Ruheverhalten, die Bewegung und das Nahrungsaufnahmeverhalten (Alle Werte: $MW \pm SEM$).

4.7 Saugordnung bei Ferkeln

Die Aufzeichnung der Saugakte wurde ab dem 3. bis zum 5. Tag p.n. durchgeführt. Von jedem Wurf wurden 20 Saugakte ausgewertet. Hierzu wurde die Position des Ferkels am Gesäuge der Mutter registriert. Saugte ein Ferkel 20 Mal am gleichen Mammarkomplex wurde es der Gruppe 20:0 zugeteilt, saugte ein Ferkel 19 Mal am gleichen Mammarkomplex und einmal an einer anderen, dann wurde es in der Gruppe 19:1 registriert (18:2, 17:3, etc. entsprechend). Die Einteilung der Mammarkomplexe erfolgte dabei wie in Kap. 3.4.1 beschrieben.

Bei 75,3% der beobachteten Ferkel wurde kein Wechsel des Gesäugekomplexes festgestellt. 11,7% wechselten nur einmal den Komplex. Bei weiteren 11,7% konnten zwei Wechsel beobachtet werden und bei 1,3% (1 Ferkel) wurden vier Wechsel ermittelt. Die Verteilung 17:3 konnte nicht beobachtet werden (s. Abb. 19 und Tab. 35 im Anhang). Tendenziell wechselten die Ferkel in großen Würfen häufiger ihre Position als in den kleineren Würfen.

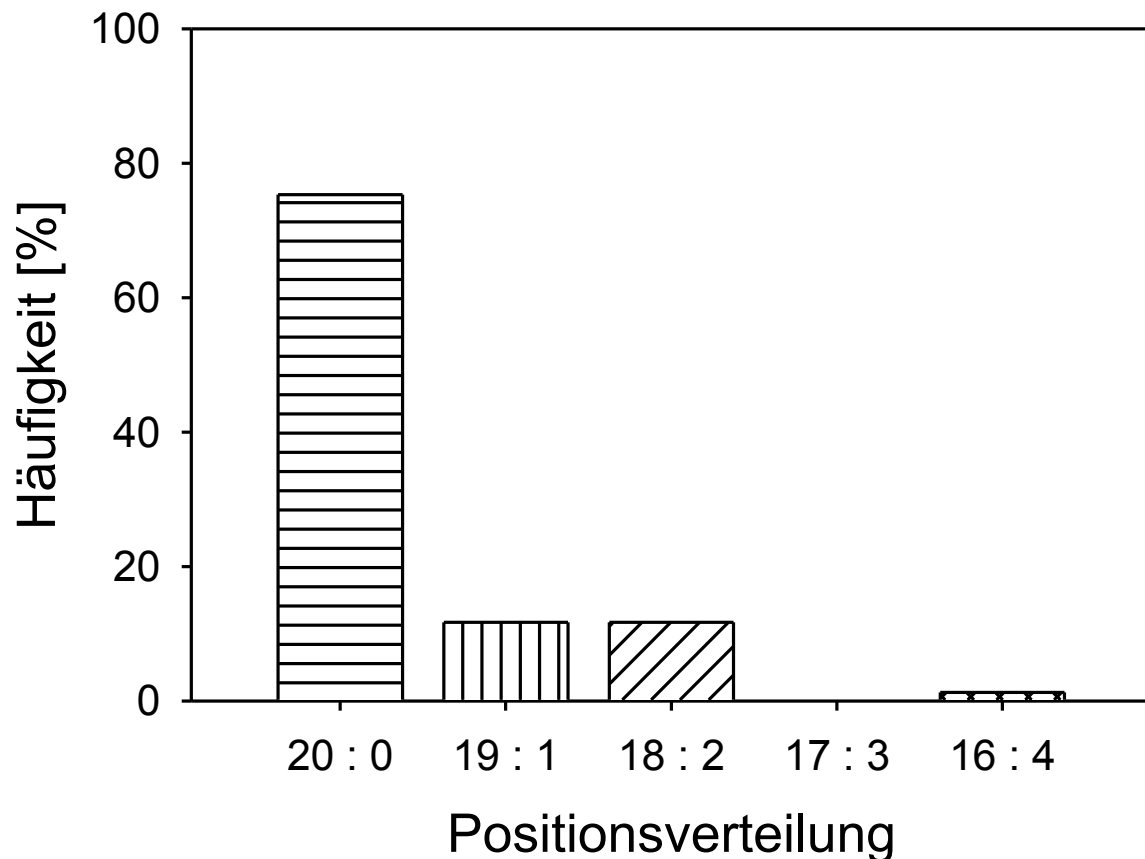


Abb. 19: Saugordnung bei Ferkeln vom 3. bis 5. Tag p.n..

Dargestellt ist die Häufigkeit des Wechsel des Mammarkomplexes beim Saugen der Ferkel innerhalb von 20 Beobachtungen. In der Spalte 20:0 sind alle Ferkel vertreten, die den Mammarkomplex nicht wechselten. Entsprechend sind in den Spalten 19:1, 18:2, und 16:4 die Ferkel vertreten, die jeweils einmal, zweimal bzw. viermal an einem anderen Komplex beim Saugen beobachtet werden konnten. Die Komplexe wurden gemäß Kap. 3.4.1 eingeteilt.

5 DISKUSSION

5.1 Beurteilung des Immunstatus von Ferkeln in den ersten Lebenswochen

Durch Messung von Immunglobulin-Konzentrationen im Serum (IgG) und im Speichel (IgA) sollte das systemische (IgG) bzw. lokale (IgA) Immunsystem von Ferkeln beurteilt werden. Erhöhte IgG-Konzentrationen würden für eine erhöhte Abwehrbereitschaft sprechen und könnten eventuell das Auftreten der Infektionskrankheiten von Ferkeln in den ersten Lebenswochen und speziell um den Absetzzeitpunkt reduzieren.

5.1.1 Beurteilung des Immunstatus anhand der Serumkonzentrationen des IgG

Um den Verlauf der IgG-Konzentration im Serum von Ferkeln in den ersten Lebenswochen darstellen zu können, wurde in dieser Arbeit bei 38 Tieren zwischen Tag 3 und Tag 77 p.n. mehrmals Blut entnommen. Darüber hinaus wurde bei sechs dieser Tiere der IgG-Gehalt im Serum durch vier weitere Blutentnahmen bis zum Zeitpunkt von 193 Tagen bestimmt.

Da intrauterin keine Übertragung von Immunglobulinen von der Sau auf das ungeborene Ferkel aufgrund der Plazentaform möglich ist (BRAMBELL, 1969; BUTLER und BROWN, 1994; BUTLER 1998), werden Ferkel weitgehend ohne Immunschutz geboren. Daher wird die Immunität von Ferkeln anfangs durch maternale Antikörper gewährleistet, welche sie über Kolostrum in den ersten 24 Stunden zugeführt bekommen (BUTLER und BROWN, 1994; BUTLER, 1998). MILLER et al. (1961) geben bei neugeborenen Ferkeln ohne Kolostrumaufnahme eine IgG-Konzentration im Serum von $1,4 \pm 0,5$ mg/ml an. Da in den eigenen Untersuchungen der Schwerpunkt auf die IgG-Versorgung der Ferkel nach Kolostrumaufnahme lag, wurden die Serum-IgG-Konzentrationen der neugeborenen Ferkel zum ersten Mal an Tag 3 p.n. bestimmt. An diesem Tag lag die IgG-Konzentration im Serum mit 16,3 mg/ml ähnlich hoch wie bei MILLER et al. (1961) beschrieben (21,6 mg/ml an Tag 2 p.n.). Somit ist von einer effizienten Versorgung mit maternalen Antikörpern durch Kolostrumaufnahme bei neugeborene Ferkeln auszugehen. Probleme mit der Versorgung maternaler Antikörper, wie sie z.B. beim Kalb beschrieben sind (ERHARD et al., 1999), kommen bei Ferkeln scheinbar nicht vor.

Im Gegensatz zum Kalb (ERHARD et al., 1999) und Fohlen (ERHARD et al., 2001) kommt es bei Ferkeln zu einem sehr starken Abfall der IgG-Konzentrationen im Serum bis zum Tag 20 p.n. (5,57 mg/ml; s. Abb. 2). Dies kann einerseits dadurch begründet sein, dass die maternalen Antikörper einem Abbau unterliegen. Andererseits tritt durch eine wachstumsbedingte Zunahme des Blutvolumens ein Verdünnungseffekt ein. Da Ferkel im Gegensatz zu den anderen Tieren (Kalb, Fohlen) sehr schnell an Gewicht zunehmen (s. Abb. 10, 11, 12), scheint der starke Abfall der IgG-Konzentration im Serum besonders durch den beschriebenen Verdünnungseffekt bedingt zu sein.

Zwischen Tag 20 und Tag 49 p.n. betragen die Immunglobulin-Konzentrationen bei den Ferkeln in den eigenen Untersuchungen zwischen 5,6 mg/ml und 4,6 mg/ml (35. Tag p.n.). Dies ist der Zeitraum in dem die maternalen Antikörper weitgehend abgebaut sind und die Eigensynthese der Immunglobuline bei Ferkeln noch nicht ausreichend gewährleistet ist. Am 49. Lebenstag lagen die IgG-Konzentrationen im Serum bei 5,6 mg/ml. Die Ferkel zeigten somit am 49. Lebenstag immer noch einen sehr niedrigen IgG-Status, so dass man bis zu diesem Zeitraum von dem Bereich der „immunologischen Lücke“ sprechen kann. Bei MILLER et al. (1961) lagen die IgG-Konzentrationen von Ferkeln am 2. Tag p.n. durchschnittlich bei 21,6 mg/ml. Bei Ferkeln im Alter von 3 Wochen ermittelten die Autoren eine IgG-Konzentration von 4,6 mg/ml und im Alter von 24 Wochen 13,1 mg/ml. Die Autoren haben dabei Stichproben von unterschiedlichen Tieren gewonnen. Im Gegensatz dazu wurden in den eigenen Untersuchungen die Serum-IgG-Konzentrationen von immer den gleichen Schweinen bestimmt. Dennoch konnten durch die eigene Arbeit die Ergebnisse von MILLER et al. (1961) bestätigt werden.

In den Bereich der „immunologischen Lücke“ fällt auch der Absetzzeitpunkt. Laut der Schweinehaltungsverordnung vom 18. Februar 1994, § 3a dürfen Ferkel erst ab einem Alter von über drei Wochen abgesetzt werden. Die Ferkel könnten zu einem späteren Zeitpunkt von der Mutter getrennt werden. Dem stehen allerdings Management-bedingte Probleme und wirtschaftliche Interessen entgegen. Das Frühabsetzen (21. Lebenstag) hat sich in der Praxis durchgesetzt. Ökonomische Gründe (schnelles Belegen der Sau, bessere ökonomische Auslastung der Sauenhaltung, hohe Ferkelanzahl pro Muttertier) sind hierfür ausschlaggebend (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). Am 9. November 2001 wurde die EU-Richtlinie 2001/93/EG erlassen, nach der ein Absetzen der Ferkel erst ab dem 28. Tag gestattet ist. Allerdings ist diese Richtlinie bis heute nicht in deutsches Recht umgesetzt worden. Der

Immunstatus der Ferkel ist zu diesem Zeitpunkt unverändert gegenüber dem Status beim Absetzen am 21. Tag. Dies konnte durch die eigenen Ergebnisse bestätigt werden. Die Ferkel befinden sich in diesem Zeitraum noch immer im Bereich der „immunologischen Lücke“. In Bezug auf den Immunstatus wäre es sinnvoll, die Ferkel erst zu einem sehr viel späteren Zeitpunkt (ab dem 49. Lebenstag), wenn sie einen ausreichenden immunologischen Schutz entwickelt haben, abzusetzen.

Auch BOURNE (1973) untersuchte den Immunglobulinstatus von Saugferkeln. Um eine Aussage über die IgG-Konzentrationen im Gesäuge der Muttertiere machen zu können wurden Mischfraktionen des Kolostrums und der Milch aus allen Komplexen gebildet (BOURNE, 1973). In der Literatur liegt keine Beschreibung von Untersuchungen über die IgG-Konzentrationen an den einzelnen Gesäugekomplexen vor. Ebenso fehlt die Erläuterung von einem Zusammenhang zwischen der Saugposition und der IgG-Konzentration im Serum der Ferkel. Dieser Zusammenhang sollte in der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Es sollte die Frage geklärt werden, ob Ferkel, die eine bestimmte IgG-Konzentration aufweisen, immer in einem Bereich des Gesäuges saugen. Weiterhin sollte deutlich gemacht werden, ob dadurch Rückschlüsse auf die IgG-Konzentration in diesem Bereich des Gesäuges gezogen werden können (s. Kap. 4.2.5 und Abb. 6). Dennoch konnte auch in dieser Arbeit kein Einfluss der Saugposition auf die IgG-Konzentration der Ferkel ermittelt werden. Somit war auch kein Rückschluss auf unterschiedliche IgG-Konzentrationen an den verschiedenen Gesäugebereichen möglich.

In der Literatur gibt es keine Hinweise auf den Einfluss von Kastrationsstress auf die IgG-Synthese bei männlichen Ferkeln. Um dies zu untersuchen wurden die IgG-Konzentrationen der männlichen und weiblichen Ferkel am 3. und 10. Lebenstag gemessen. Die Konzentrationen der männlichen und weiblichen Tiere waren jedoch nicht signifikant unterschiedlich. Daraus kann man die Schlussfolgerung ziehen, dass kein Einfluss des Kastrationsstresses auf die IgG-Konzentration bei den männlichen Tieren bestand (s. Kap. 4.2.6).

Das Untersuchungsziel dieser Arbeit war es nun, durch die Fütterung der oberirdischen Pflanzenteile (Grünmehl) von *Echinacea purpurea* einen besseren Immunstatus nach dem Absetzen von Ferkeln zu erzielen. In den eigenen Untersuchungen wurden bei allen Versuchsserien (5% Echinacea-Breifütterung, 5% Echinacea-Pelletfütterung und

1% Echinacea-Pelletfütterung) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen festgestellt (s. Kap. 4.2.2 bis 4.2.4 und Abb. 3, 4, 5). Es konnte kein Einfluss von *Echinacea purpurea* auf die IgG-Konzentrationen im Serum nachgewiesen werden. Nach BAUER (1997) zählen Echinacea-haltige Präparate derzeit in der Humanmedizin zu den bedeutendsten pflanzlichen Immunstimulantien. In der Tiermedizin wurde bisher über die Anwendbarkeit von Phytotherapeutika bei Nutztieren nur wenig geforscht. Es wurden schon Fütterungsversuche mit Echinacea-Präparationen durchgeführt, es handelte sich dabei aber meist um Futtermischungen, denen nicht nur Echinacea beigefügt war. HEMPEL (2002) untersuchte den Immunglobulin-G-Status bei neugeborenen Kaninchen und deren Müttern. Es wurde eine Mischung mit Echinacea-Krautmehl eingesetzt. Die Fütterungsphase dauerte in diesen Untersuchungen von Tag 0 bis zum 42. Lebenstag an. Nach HEMPEL (2002) lagen die IgG-Konzentrationen bei den Kaninchen in der Echinaceagruppe am 14. Lebenstag signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Ab dem 42. Lebenstag gab es keine Unterschiede mehr in der Entwicklung der IgG-Konzentrationen. Die IgG-Konzentrationen im Serum der Kaninchen konnten somit durch Echinacea beeinflusst werden. Die Erkrankung an dem Symptomenkomplex der Enterocolitis wurde jedoch nicht verhindert (HEMPEL, 2002).

Echinacea wurde in vielen Studien auf seine Wirksamkeit als Immunmodulator untersucht (siehe Kap. 2.2.4). Die Ergebnisse bezogen sich dabei auf die Fähigkeit von Echinacea, die unspezifische Immunantwort zu stimulieren. Besonders gut untersucht sind die Wirkung auf die Aktivierung von Makrophagen (Steigerung der Phagozytoseaktivität) und der Einfluss auf T-Zellen (Ausschüttung der Lymphokine) (WAGNER, 1990; DORSCH, 1996; COWAN, 1999). Über den Einfluss von Echinacea auf das spezifische Abwehrsystem, besonders auf die B-Zellen, ist dagegen bisher wenig bekannt.

Die verschiedenen Inhaltsstoffe, nach Einteilung von BAUER (1994), haben unterschiedliche Wirkungen auf das Immunsystem. Von den gefundenen Inhaltsstoffen postuliert BAUER (1994) für die Stoffklasse der Glykoproteine eine B-Zell-stimulierende Wirkung. Nach Ansicht des Autors handelt es sich dabei um Glykoprotein-Polysaccharid-Komplexe. REHMAN et al. (1999) untersuchten ebenfalls den Einfluss auf die spezifische Immunabwehr. Sie verabreichten *Echinacea angustifolia* oral an Ratten. Sie konnten zeigen, dass die IgG-Konzentration im Serum der Ratten, die *Echinacea angustifolia*-Wurzelextrakt über das Trinkwasser verabreicht bekommen haben, früher anstiegen als bei unbehandelten Ratten. Keiner der Autoren konnte jedoch einen direkten Einfluss von *Echinacea angustifolia*

oder einer anderen Echinaceaart auf das spezifische Abwehrsystem feststellen. Durch die eigenen Untersuchungen konnte dies bestätigt werden. In der Humanmedizin werden häufig die Wurzeln von Echinacea verwendet. In dieser Arbeit sollte aber überprüft werden, ob die oberirdischen Pflanzenteile einen Einfluss auf den Immunstatus haben und in der Nutztierwirtschaft eingesetzt werden können. Ein sinnvoller Einsatz von *Echinacea purpurea* bei Ferkeln um den Absetzzeitraum ist jedoch aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit nicht gegeben.

5.1.2 Beurteilung des Immunstatus anhand der Speichelkonzentration des IgA

IgA ist der vorherrschende Antikörper in seromukösen Sekreten, wie Speichel, Tränenflüssigkeit, Nasen- und Tracheobronchialsekret (TIZARD, 2000). IgA ist zuständig für die immunologische Abwehr an Schleimhautoberflächen. Dort dient es zur Agglutination von Bakterien und Viren und zur Neutralisation von Toxinen. IgA ist der Hauptbestandteil des mukosalen Immunsystems. Versuche mit radioaktiv-markierten Immunglobulinen konnten zeigen, dass 97% der IgA-Produktion vor Ort stattfanden und nicht aus dem Serum stammten (MORGAN und BOURNE, 1980). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit der Speichel von den Ferkeln gewonnen, um den IgA-Gehalt bestimmen zu können. Die Speichel-Gewinnung gestaltete sich jedoch in allen Versuchsserien als schwierig. In den ersten Lebenswochen bis zum 35. Tag p.n. konnte kein Speichel bei den Ferkeln gewonnen werden, da die Speichelproduktion für die entsprechende Analytik nicht ausreichte. Somit war die Menge an Speichel erst ab dem 35. Tag oder gar ab dem 49. Tag ausreichend, um die Laboruntersuchungen durchführen zu können. Ein Einsatz von Speichelstimulantien (z. B. Zitronensaft) wurde wegen der möglichen Beeinflussung der IgA-Konzentrationen im Speichel wieder verworfen.

Zu den IgA-Konzentrationen im Speichel gibt es nur wenige Angaben in der Literatur. Bei DE BUYSSCHER und BERMAN (1980) ist eine IgA-Konzentration bei 10 Wochen alten Ferkeln mit 3 bis 10 mg/100 mg Protein angegeben, umgerechnet anhand des Gesamtproteingehalts in die absolute IgA-Konzentration wären dies 0,2 mg/ml. In dieser Arbeit wurden aber bei gleichaltrigen Ferkeln höhere IgA-Konzentrationen im Speichel ermittelt. In der Serie der 1% Echinacea-Pelletfütterung lagen die IgA-Gehalte am 77. Tag

bei $4,1 \pm 0,8$ mg/ml. Bei 12 bis 24 Wochen alten Jungschweinen konnte TEUBNER (2002) sogar eine Maximalkonzentration von IgA aus dem Speichel von 7,2 mg/ml ermitteln.

Das am Institut etablierte Sandwich-ELISA-Verfahren erwies sich als gut geeignet für die Messung des IgA im Schweinespeichel (TEUBNER, 2002). Durch die Untersuchungen des IgA im Schweinespeichel konnte ein Verlauf der IgA-Entwicklung dargestellt werden. Um eine Aussage über die Echinacea-Fütterung machen zu können dürfte die Gewinnung des Speichels ab dem 35. Tag ausreichend gewesen sein, da die Ferkel das Echinacea in den ersten beiden Gruppen ab dem 18. Tag (20 ml Echinaceabrei p.o.) und in der letzten Gruppe ab dem 22. Tag erhalten haben. In der Versuchsserie der 5% Echinacea-Breifütterung konnte kein Einfluss von *Echinacea purpurea* auf die IgA-Konzentrationen ermittelt werden, da beide Gruppen nicht signifikant unterschiedlich waren (s. Kap. 4.3.1 und Abb. 7). Ebenso verhielt es sich bei der 5% Echinacea-Pelletfütterung (s. Kap. 4.3.2 und Abb. 8). Bei der 1% Echinacea-Pelletfütterung ergab sich bei der letzten Probenentnahme am 77. Tag ein signifikanter Unterscheid ($p \leq 0,05$) zwischen den beiden Gruppen (s. Kap. 4.3.3 und Abb. 9). Die Speichel-IgA-Konzentration lag bei der Kontrollgruppe um das 1,7fache höher als bei der Versuchsgruppe. Man kann hier von einem negativen Effekt des *Echinacea purpurea* auf den IgA-Gehalt im Speichel der Ferkel in der Versuchsgruppe sprechen. Von einer Langzeitgabe des Echinacea sollte abgesehen werden, da es zu einer Hemmung der IgA-Synthese führen kann. Auch von KEMP und FRANCO (2002) wird ein negativer Langzeiteffekt von Echinacea vermutet. Sie berichten von einer Patientin, die nach einer Langzeiteinnahme von Echinacea mit einer Leukopenie reagierte. Die Patientin nahm Echinacea-Kapseln über Monate dreimal täglich ein, obwohl die Empfehlung bei sechs Wochen oder weniger lag. Nach dem Absetzen der Echinacea-Kapseln stiegen die weißen Blutzellen bei der Patientin wieder an. In den eigenen Untersuchungen jedoch konnte ein negativer Langzeiteffekt von *Echinacea purpurea* auf die IgA-Synthese bewiesen werden.

5.2 Beurteilung der Gewichtsentwicklung der Ferkel

Die Versuchs- und die Kontrollgruppe der 5% Echinacea-Breifütterung waren in ihrer Gewichtsentwicklung nicht signifikant unterschiedlich. Es konnte bei beiden Gruppen eine eher schlechte Entwicklung der Gewichte festgestellt werden (s. Kap. 4.2.1 und Abb. 10). Bei der 5% Echinacea-Pelletfütterung waren die Gewichte der Ferkel der Versuchsgruppe am 63. und 77. Lebenstag signifikant niedriger als die der Kontrollgruppe (s. Kap. 4.2.2 und Abb. 11). Die Versuchs- und die Kontrollgruppe der 1% Echinacea-Pelletfütterung zeigten eine sehr gute Gewichtsentwicklung. Die beiden Gruppen waren nicht signifikant unterschiedlich (s. Kap. 4.2.3 und Abb. 12). Zu Beginn der Versuchsserien stellte sich das Problem, dass die Ferkel das Echinacea-Grünmehl aufgrund des bitteren Geschmacks nicht fressen wollten. Echinacea konnte nur mit Wasser zu einem Brei angemischt verfüttert werden. Es wäre sonst von den Ferkeln nicht aufgenommen worden. Die Breifütterung erwies sich aber als nicht besonders praktikabel, da die Tiere das Futtermisch überall hin verteilten. Der Brei stand nicht *ad libitum* zur Verfügung. Weiterhin kam es durch den Brei, der sich überall ablagerte, zu einer größeren Verunreinigung als bei der Pelletfütterung. Man kann hier von einer schlechten Durchführbarkeit für den Versuch sprechen. Aus eben genannten Gründen entwickelten sich die Gewichte der Ferkel in der ersten Versuchsserie (5% Echinacea-Breifütterung) nicht wie erwartet. Daraufhin wurde das Echinacea-Grünmehl in 5%igem und 1%igem Anteil in den Ferkelstarter eingearbeitet und als Pellets verfüttert. Die Pelletfütterung stellte sich im Gegensatz zur Breifütterung als die bessere Art der Fütterung heraus und die Ferkel hatten das Futter *ad libitum* zur Verfügung. Auch SAMBRAUS und PORZIG (1991) stellten fest, dass Ferkel eine Affinität zur physikalischen Konsistenz des Futters haben. Pellets werden der mehligen Form vorgezogen. Bezüglich der Pelletgröße fällt die Wahl auf 2,5 mm. Die Ferkel ziehen trockenes Futter allem anderen vor (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). Die Autoren bestätigten auch, dass die Fütterung *ad libitum* bei jungen Tieren sehr erfolgreich ist. Dies konnte auch in dieser Arbeit festgestellt werden, da sich die Gewichtsentwicklung bei der *ad libitum* Fütterung deutlich verbesserte. Ferkel haben einen starken Drang nach Zucker und ziehen Rationen mit Zucker denen mit Saccharin vor (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). Echinacea enthält aber z. B. Cichoriensäure als bitter schmeckenden Stoff (BAUER, 1994). Bei der 5% Echinacea-Pelletfütterung entwickelte sich die Kontrollgruppe, die kein Echinacea bekommen hat, deutlich besser in den Gewichten als die Versuchsgruppe. Bei der 1% Echinacea-Pelletfütterung hingegen entwickelten sich beide Gruppen gleich gut. Dies ist auf die bitteren Geschmacksstoffe von Echinacea, die in der

1%igen Fütterung nicht mehr zum Tragen kommen, zurückzuführen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Futterzusammenstellung mit 1% Zusatz von Echinacea, die Verabreichungsform (Pellet statt Brei) und die Rationen *ad libitum* gefüttert, in dieser Versuchseinstellung zu einer Optimierung des Leistungsparameters Gewicht führten.

Es könnte vermutet werden, dass eine jahreszeitliche Abhängigkeit in den einzelnen Versuchsserien bestand. Die Versuche begannen im Dezember 2001 und endeten im Juli 2002. Dabei wurden die Versuche mit 5% Echinacea-Breifütterung im Winter, die mit 5% Echinacea-Pelletfütterung im Frühjahr und die Versuche mit 1% Echinacea-Pelletfütterung im Sommer durchgeführt. Allerdings sollten jahreszeitliche Schwankungen durch den Nachweis der konstanten stallhygienischen Parameter Temperatur und Luftfeuchtigkeit weitgehend ausgeschlossen werden können. Auch in der Literatur konnten keine jahreszeitlichen Abhängigkeiten der Gewichtszunahme bei Schweinen gefunden werden.

Nur Tiere, die in freier Wildbahn leben sind in der Gewichtszunahme abhängig von den jahreszeitlichen Schwankungen. Nach SAMBRAUS und PORZIG (1991) wird das Futteraufnahmeverhalten der Schweine beeinflusst durch das Tier (Alter, Masse, Geschlecht), durch die Haltung (Stallklima, Gruppengröße, Besatzdichte, Anzahl der Fressplätze, Krippenlänge), durch das Futter (Geschmack, Zusammensetzung der Ration, Futterstruktur, Futtermischung, -qualität und -konsistenz) und durch das Fütterungsregime (Fütterungsfrequenz, Trog, Automat). In den eigenen Versuchen wurden die Ferkel nach dem Absetzen in gleichgroßen Gruppen in einem Maststall untergebracht. Die maximale Besatzdichte für eine Box (3 x 5 m) bestand aus sechs Ferkeln. (s. Kap. 3.1). Alle Ferkel wurden unter den gleichen optimalen Bedingungen aufgezogen. Somit sollte auch die Haltung der Ferkel keinen Einfluss auf die Gewichtsentwicklung besessen haben.

5.3 Beurteilung des Stressgeschehens um den Absetzzeitraum

Bei Mensch, Schwein und Hund wird Kortisol, bei Kaninchen, Maus und Ratte Kortikosteron bei Stress aus der Nebenniere freigesetzt (ZEROBIN, 1987). Kortisol kann als Stressparameter im Blut, im Speichel, im Urin, in der Milch und im Kot nachgewiesen werden. Da die Kortisol-Konzentration im Speichel wie im Blut von einer zirkadianen Rhythmik abhängig ist (KIRSCHBAUM und HELLHAMMER, 1989), müssen die Proben zur gleichen Tageszeit genommen werden, um vergleichbare Werte zu erhalten. Daher wurden bei den eigenen Untersuchungen die Blutentnahmen immer zum gleichen Zeitpunkt (10 Uhr morgens) durchgeführt, um einen zeitlichen Einfluss auf die Kortisolwerte ausschließen zu können.

Das Absetzen der Ferkel und das damit verbundene Umstallen und die Trennung der Würfe muss als Stressor eingestuft werden. Aus diesem Grund wurden in den Versuchsserien die Kortisol-Konzentrationen zwei Tage vor dem Absetzen (20. Tag), einen Tag nach dem Absetzen (23. Tag) und nochmals am 35. Lebenstag ausgewertet. Die ermittelten Serum-Kortisol-Konzentrationen dieser Arbeit lagen zwischen 33,4 und 74,9 ng/ml (s. Kap. 4.5). SCHÖNREITER (1996) untersuchte zwei bis vier Wochen alte Ferkel und erhielt Plasmakortisolwerte im Bereich zwischen 44,89 ng/ml und 64,25 ng/ml. McCAULEY und HARTMANN (1984) untersuchten ebenfalls Plasmakortisol. Sie erstellten einen Verlauf der Plasmakortisolkonzentrationen bei Ferkeln von der Geburt bis drei Wochen nach dem Absetzen. Die Kortisol-Konzentrationen waren am höchsten p.n. (193 ng/ml), zwölf Mal höher als die Werte von erwachsenen Schweinen (15,5 ng/ml). Nach der Geburt fielen die Konzentrationen ab und erreichten am 5. Tag p.p. Werte, die denen eines adulten Tieres glichen. Die Konzentrationen stiegen nach dem Absetzen nochmals kurzzeitig auf 35 ng/ml an, um dann bis zum 21. Tag nach dem Absetzen wieder auf die Konzentrationen der erwachsenen Tiere abzufallen. Trotz der optimalen Bedingungen unter denen die Ferkel gehalten wurden (s. Kap. 3.1) lagen die Kortisol-Konzentrationen in den eigenen Untersuchungen höher, als die in der Literatur beschriebenen Werte. Eine Erklärung dafür wäre die Fixation und Manipulation bei der Blutentnahme. Diese könnten sich durchaus als Stressor bei den Ferkeln auswirken und die erhöhten Kortisol-Konzentrationen bewirken. Im Verhalten der Ferkel konnte kein Hinweis auf ein Stressgeschehen ermittelt werden (s. Kap.4.6 und 5.4).

In den vorliegenden Untersuchungen des Kortisols waren in allen Versuchsserien die Echinacea- und die Kontrollgruppen nicht signifikant unterschiedlich. Es konnte kein Einfluss von Echinacea auf die Kortisol-Konzentrationen nachgewiesen werden. Es ergaben sich keine Signifikanzen vor und nach dem Absetzen in der 5% Echinacea-Breifütterung (s. Kap. 4.5.1 und Abb. 13) und in der 5% Echinacea-Pelletfütterung (s. Kap. 4.5.2 und Abb. 14). Nur in der 1% Echinacea-Pelletfütterung war in der Versuchs- und in der Kontrollgruppe der Anstieg vom 23. auf den 35. Tag signifikant (s. Kap. 4.5.3 und Abb. 15). Der Anstieg der Kortisol-Konzentrationen vom 23. Lebenstag auf den 35. Lebenstag entsteht durch das Vorhandensein eines Stressors. Ob es sich dabei allerdings um ein Stressgeschehen durch das Absetzen handelt bleibt fraglich. DALIN et al. (1993) untersuchten Schweine während und nach Transportstress auf ihren Plasmakortisolspiegel, der innerhalb von 10 Minuten nach Transportbeginn von einem Ausgangswert von 14,5 ng/ml auf 25,4 ng/ml und nach 30 Minuten auf 31,5 ng/ml anstieg. Vier Stunden nach Transportende wurde der Ausgangswert erreicht. Bei den eigenen Untersuchungen könnte man bei einem Zeitraum von 12 Tagen (23. bis 35. Tag) nach Einwirken des Stressors (in diesem Fall das Absetzen) davon ausgehen, dass der signifikante Anstieg in der letzten Versuchsserie (1% Echinacea-Pelletfütterung) von Tag 23 auf Tag 35 nicht mit einem akuten Stressgeschehen aufgrund des Absetzens einhergeht, da sich beide Blutentnahmen bereits nach dem Absetzen befanden und sich die Kortisol-Konzentrationen zwischen dem 20. und 35. Lebenstag nicht signifikant veränderten.

RUSHEN (1986) machte in seiner Literaturstudie darauf aufmerksam, dass der Anstieg der Kortikosteron-Konzentration bei der Ratte alleine nicht dazu ausreicht, Stress oder Wohlbefinden eines Tieres abzuschätzen. Er begründete diese Aussage damit, dass die Höhe des Kortikosteronanstiegs bei Ratten nicht sehr sensibel gegenüber Unterschieden in der Schmerzstärke (Elektroschocks) reagierte. Kortisol steigt auch in alltäglichen Situationen wie etwa bei regulärer Fütterung an. FRASER et al. (1975) definieren ein „Tier im Stresszustand“, wenn von ihm abnorme oder extreme Anpassungen außerhalb seines physiologischen Rahmens oder seines Normalverhaltens verlangt werden. Auch konnten in den eigenen Untersuchungen keine Verhaltensweisen (s. Kap. 4.6) festgestellt werden, die Rückschlüsse auf ein Stressgeschehen bei den Ferkeln zuließen. Die Ferkel zeigten ein ausgeprägtes Schlafverhalten, und auch die Futteraufnahme und das Aktivitätsverhalten deuteten eher auf ein geringes Stressgeschehen hin.

5.4 Verhalten der Ferkel nach dem Absetzen

Die Verhaltensbeobachtungen wurden vier Tage lang nach dem Absetzen durchgeführt. Es wurde die „Scan Sampling“-Methode nach MARTIN und BATESON (1986) angewandt. Diese Art der Beobachtung schien hier besonders geeignet, da eine ganze Gruppe in bestimmten Intervallen schnell „gezählt“ und das Verhalten eines jeden Individuums in diesem Moment aufgezeichnet wurde. Die Zeit in der die Beobachtungen gemacht wurden, sollte möglichst kurz und gleichlang sein. Um das Verhalten der Ferkel nach dem Absetzen zu dokumentieren und auszuwerten, wurden die Videoaufnahmen alle fünf Minuten angehalten. Die Beobachtungen wurden notiert. Untersucht wurde das Ausruh-, Bewegungs- und Nahrungsaufnahmeverhalten. Es sollte ermittelt werden, ob Ferkel, denen Echinacea gefüttert wurde, ein anderes Verhalten aufweisen als die Kontrollgruppe und ob ein Stressgeschehen nach dem Absetzen festgestellt werden kann.

Auffällig bei allen Aufnahmen war die Synchronität, mit der die Ferkel sich verhielten. Die Ferkel eines Wurfes wurden als synchron in ihrem Verhalten bezeichnet, sobald sie alle gleichzeitig Aktivität oder Schlafverhalten gezeigt haben. Pro Tag waren die Ferkel nur 16 bis 56 Minuten nicht synchron in ihrem Verhalten.

Aufgrund von subjektiven Beobachtungen konnte das Auseinanderliegen der Ferkel in den eigenen Videountersuchungen nicht bestätigt werden. In allen Gruppen überwog das Ausruhverhalten, gefolgt vom Bewegungsverhalten und anschließend dem Nahrungsaufnahmeverhalten. Ferkel sind Gruppentiere, das bedeutet, dass die Individualdistanz um so geringer ist, je jünger die Tiere sind (MARX, 1973). Nach VAN PUTTEN (1978) bleibt die Kontaktneigung bis in die Mastperiode hinein erhalten. MARX (1973) hingegen beobachtet ab der dritten bis fünften Lebenswoche ein zunehmendes Auseinanderliegen der Ferkel. Aufgrund von subjektiven Beobachtungen konnte das Auseinanderliegen der Ferkel in den eigenen Videountersuchungen nicht bestätigt werden.

In den eigenen Untersuchungen lag das Erkundungsverhalten der Ferkel direkt nach dem Absetzen im Durchschnitt bei 32% in einem Zeitraum von 24 Stunden. Subjektiv beobachtet bestand eine deutliche Tagesperiodik mit einer Nachtphase von 20 bis 6 Uhr und einer aktiveren Tagesphase von 7 bis 19 Uhr. Nach GÜNSTER (1972) besteht ein ständiger Wechsel zwischen Schlafen und Saugen. Bei Ferkeln im Alter von drei bis sechs Wochen

steigt dann das Erkundungsverhalten an. Die Ferkel zeigen zunehmend eine zirkadiane Rhythmik. Die Ruhephasen bestimmen den größten Teil des Tagesablaufes und hängen im allgemeinen von der Fütterungstechnik und der Aufstallungsform ab. Es bildet sich eine deutliche Tagesperiodik heraus mit einer Nachtphase von 20 bis 5 Uhr und einer aktiveren Tagesphase von 6 bis 19 Uhr (GÜNSTER; 1972). Somit stimmen die subjektiven Beobachtungen mit denen von GÜNSTER (1972) überein. Bei den eigenen Beobachtungen stellte sich das aktivere Verhalten der Ferkel mit dem Fütterungszeitpunkt um 7 Uhr ein.

In den eigenen Untersuchungen überwog das Schlafverhalten bei den Ferkeln. So schlief die Versuchsgruppe der 5% Echinacea-Breifütterung (s. Kap. 4.6.1 und Abb. 16) 822 Minuten durchschnittlich in 24 Stunden, die Kontrollgruppe 778 Minuten. In der 5% Echinacea-Pelletfütterung (s. Kap. 4.6.2 und Abb. 17) schlief die Versuchsgruppe 854 Minuten innerhalb von 24 Stunden und die Kontrollgruppe 790 Minuten. Bei der 1% Echinacea-Pelletfütterung (s. Kap. 4.6.3 und Abb. 18) schlief die Versuchsgruppe 824 Minuten und die Kontrollgruppe 793 Minuten (in 24 Stunden). Die Versuchsgruppen tendierten vermutlich zum längeren Ruhen und weniger Fressen, da das Futter mit zugesetztem Echinacea nicht so schmackhaft war. Nach VAN PUTTEN (1978) verschläft das Schwein 4/5 des Tages. MARX (1973) gibt als durchschnittliche tägliche Liegehäufigkeit drei bis sechs Wochen alter Ferkel Werte zwischen 69,9% und 76,2% an; für das Aktivverhalten, speziell Stehen und Spielen, Werte zwischen 11% und 16,5%, wobei das Maximum in der dritten Lebenswoche liegt. Einen Tag-/Nachtrhythmus stellt er bereits ab der zweiten Woche fest. In den eigenen Untersuchungen dagegen lag die Liegehäufigkeit der Ferkel in der vierten Woche in den Echinaceagruppen nur bei durchschnittlich 58% und in den Kontrollgruppen nur bei durchschnittlich 54%.

Die Ferkel waren in Buchten aufgestallt, die mit Stroh eingestreut waren. Somit waren sie immer angeregt ihr Erkundungsverhalten auszuleben und im Stroh zu wühlen. Dies könnte eine Begründung sein für das ausgeprägte Bewegungs- und Erkundungsverhalten. In den eigenen Untersuchungen spielten die Ferkel im Durchschnitt 32% (von 24 Stunden). Diese Ergebnisse liegen deutlich höher als die von MARX (1973). Nach SAMBRAUS und PORZIG (1991) verwenden Ferkel am Futtertrog durchschnittlich 1 bis 68 Minuten/Tag zum Fressen. Die Verzehrszeit in der 4. Lebenswoche weist z.T. erhebliche Unterschiede zwischen Tag und Nacht auf. Der zeitliche Anteil der Futteraufnahme am gesamten Verhalten lag von Beginn bis zum Alter von drei Monaten bei 3,2%, am Ende bei 6,6% (SAMBRAUS und

PORZIG, 1991). Die eigenen Ergebnisse gehen mit den Angaben der Literatur nicht konform, da die Ferkel durchschnittlich 10% des Tages gefressen haben.

5.5 Saugordnung oder Zitzenkonstanz der Ferkel (3-5 Tage p.n.)

Die Saugaktbeobachtungen erfolgten vom 3. bis zum 5. Lebenstag, um eine Aussage über die Saugordnung treffen zu können. 75,3% der Ferkel saugten bereits konstant an einer Position. 11,7% der Ferkel wechselten ihre Position nur noch einmal. Ebenso wechselten 11,7% der Ferkel ihre Position zweimal. Ein dreimaliger Wechsel der Saugposition kam nicht vor. Viermal wechselten nur 1,3% der Ferkel noch die Saugposition. Dies bedeutet, dass schon am dritten Tag p.n. eine konstante Saugordnung vorherrschte.

Die Saugordnung entwickelt sich meist in den ersten Lebenstagen der Ferkel. Zwischen dem dritten und dem siebten Tag geht immer deutlicher hervor, dass jedes Ferkel eine bestimmte Zitze bevorzugt; ab dem siebten Tag besetzt jedes Ferkel eine bestimmte Zitze, manchmal auch zwei (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Diese besetzte Zitze wird nun auch verteidigt. Deswegen spricht man anstatt von Saugordnung auch von „Zitzenkonstanz“, „Zitzenpräferenz“ oder „Zitzenpezifität“ (SAMBRAUS und PORZIG, 1991). SAMBRAUS und PORZIG (1991) geben vom 3. Lebenstag bis zu einer Woche p.n. zu 60% eine feste Position am Gesäuge an. Bei Ihnen haben die Ferkel sich erst im Alter von 2 Wochen ihre Position an den Mammarkomplexen zu 75% gesichert. In den eigenen Untersuchungen konnte die „Zitzenkonstanz“ der Ferkel bestätigt werden, allerdings schon zu einem früheren Zeitpunkt als bei ROSILLON-WARNIER und PAQUAY (1984). Man muss aber berücksichtigen, dass die Beobachtungen bei den anderen Autoren über einen längeren Zeitraum als über fünf Tage gemacht wurden.

In der Entwicklung der Saugordnung treten Variationen zwischen den Würfen auf. Der wichtigste Faktor hierfür ist die Größe des Wurfs (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Die Wurfgröße in der vorliegenden Arbeit variierte von 5 bis zu 13 Ferkeln. Eine endgültige Saugordnung stellte sich bei kleinen Würfen schneller als bei großen Würfen ein (subjektive Beobachtungen). In den großen Würfen gab es auch einen vermehrten Wechsel zwischen den Positionen am Gesäuge. Sind die Würfe größer und nicht jedes Ferkel kann an

einer Zitze saugen, gilt das Recht des Stärkeren und die großen Ferkel stoßen die kleineren zur Seite (VAN PUTTEN, 1990). Eine stabile Saugordnung ist vorteilhaft für das Ferkelwachstum, da, wenn jedes Ferkel wenigstens eine Zitze belegt, in geringerem Maße Auseinandersetzungen stattfinden und einzelne Ferkel weniger Säugeakte verpassen. Diese Ordnung ist jedoch nicht hundertprozentig stabil, es gibt immer Ferkel die Unruhe und einen Wechsel der Zitzenpositionen auslösen. Solche Ferkel sind vermehrt in Kämpfe verwickelt, verpassen Saugakte und weisen geringere Gewichtszunahmen auf als ihre Wurfgeschwister (DE PASSILLÉ et al., 1988). Subjektive Beobachtungen in den eigenen Untersuchungen konnten dieses Verhalten bestätigen. Ferkel identifizieren ihre Zitze durch ihr Aussehen und den Geruch, sowie das Wiedererkennen ihrer benachbarten Geschwister (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY, 1984). Generell werden die vorderen Zitzen bevorzugt (DE PASSILLÉ et al., 1988). In den eigenen Untersuchungen jedoch konnte bei einem Wurf von fünf Ferkeln beobachtet werden, dass die Ferkel nur an den hinteren Gesäugekomplexen saugten.

5.6 Schlussbetrachtung

Das Ziel dieser Arbeit war es, den Immunglobulinstatus von neugeborenen Ferkeln in den ersten Lebenswochen und die Effekte einer Fütterung oberirdischer Pflanzenteile von *Echinacea purpurea* nach dem Absetzen zu untersuchen.

Die IgG- und IgA-Konzentrationen sollten als wichtige Parameter des systemischen (IgG) und des lokalen (IgA) Immunsystems den Immunstatus der Schweine widerspiegeln. Eine hohe Immunglobulin-Konzentration führt zu geringerer Krankheitsanfälligkeit und lässt damit Rückschlüsse auf das Befinden der Tiere zu. Eine Beurteilung des lokalen Immunsystems war aufgrund unzureichender Speichelgewinnung erst ab dem 35. oder 49. Lebenstag möglich. Die Untersuchungen des IgG bestätigten, dass die Ferkel in dem Zeitraum vom 20. bis 49. Tag p.n. („immunologische Lücke“) wenig Schutz durch IgG besaßen. Somit wäre eine mögliche Steigerung der Abwehrbereitschaft (höhere Immunglobulin-Spiegel) durch die Fütterung von *Echinacea purpurea* eine Möglichkeit, den Ferkelerkrankungen in diesem Zeitraum vorzubeugen. Die im vorliegenden Versuch gewonnenen Ergebnisse zeigten keinen Einfluss von *Echinacea purpurea* auf den IgG-Status.

Die Echinacea-Fütterung brachte jedoch viele Nachteile mit sich. In der 1% Echinacea-Pelletfütterung konnte ein negativer Effekt von Echinacea auf den IgA-Status ermittelt werden. Es wäre möglich, dass es sich hier um einen Langzeiteffekt bei der Applikation von *Echinacea purpurea* handelt. Die Gewichtszunahmen der Ferkel entwickelten sich bei einem hohen Gehalt (5%) an Echinacea schlechter, was durch den bitteren Geschmack begründet sein kann. Ebenso konnten die Serum-Kortisol-Konzentrationen um den Absetzzeitpunkt nicht durch *Echinacea purpurea* beeinflusst werden. Durch Verhaltensbeobachtungen sollte der Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf das Verhalten nach dem Absetzen aufgezeigt werden. Es ergaben sich zwar keine signifikanten Einflüsse von *Echinacea purpurea* auf das Verhalten, jedoch bestand in allen Versuchsreihen bei den Ferkeln eine Tendenz zu einem ausgeprägteren Schlafverhalten.

Abschließend kann gesagt werden, dass *Echinacea purpurea* unter den getesteten Bedingungen (optimale Haltung der Ferkel) keine positiven Auswirkungen auf den Immunglobulinstatus bei Ferkeln in den ersten Lebenswochen hat. Somit scheint Echinacea nicht sinnbringend in der Ferkelaufzucht eingesetzt werden zu können.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Einfluss einer Echinacea-Fütterung auf Immunstatus und Verhalten bei Ferkeln in den ersten Lebenswochen

Direkt nach der Geburt erhalten Ferkel durch kolostrale Antikörper einen passiven Immunschutz. Diese maternale Immunität nimmt jedoch stetig ab und die Eigensynthese der Immunglobuline ist noch nicht ausgereift. Man spricht von einer „immunologischen Lücke“. In den Zeitraum des vermuteten schwachen Immunschutzes fällt der Absetzzeitpunkt. Dabei werden Ferkel durch Trennung von der Mutter, Futterumstellung und verändertes Keimpektrum in neuer Umgebung zusätzlich belastet. Ziel der Arbeit war es daher, den Immunstatus von Ferkeln in den ersten Lebenswochen zu bestimmen. Außerdem sollte der Einfluss der immunstimulatorisch wirksamen Pflanze *Echinacea purpurea* auf den Immunglobulinstatus und das Verhalten von Ferkeln nach dem Absetzen untersucht werden.

Die Untersuchungen wurden an 8 Würfen mit insgesamt 77 Ferkeln durchgeführt. Die Ferkel blieben alle bis zum 21. Tag bei der Mutter. Am 22. Tag wurden sie abgesetzt und in eine Versuchs- und Kontrollgruppe unterteilt. Die Ferkel der Versuchsgruppen erhielten ab dem Absetzzeitpunkt das Grünmehl der oberirdischen Pflanzenteile von *Echinacea purpurea* in 5%iger und 1%iger Dosierung dem Ferkelstarter beigemischt. Das Futter wurde in Breiform (5% Echinacea) oder in Pelletform (5% und 1% Echinacea) verabreicht. An den Lebenstagen 3, 10, 20, 23, 35, 49, 63 und 77 wurde den Ferkeln Blut und Speichel entnommen. Zudem wurden die Ferkel gewogen. Bei sechs Ferkeln wurde durch vier weitere Blutentnahmen eine Verlaufskurve des Immunglobulin G (IgG) bis zum 193. Lebenstag erstellt. Die Bestimmung von IgG und Kortisol erfolgte aus dem Serum, die des Immunglobulin A (IgA) aus dem Speichel. IgG und IgA wurden mittels eines Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) untersucht, das Kortisol durch einen Luminescence immunoassay (LIA). Am 3. bis 5. Lebenstag erfolgten Beobachtungen der Saugakte. Vier Tage lang nach dem Absetzen wurden Verhaltensbeobachtungen von beiden Gruppen angefertigt, um das Ruhe-, das Nahrungsaufnahme- und das Bewegungsverhalten dokumentieren zu können.

Die Untersuchungen zum IgG-Verlauf bestätigten die Annahme des schlechten Immunglobulinstatus der Ferkel zum Absetzzeitpunkt („immunologische Lücke“). Die IgG-Konzentration im Serum fiel von 16,3 mg/ml am 3. Lebenstag, auf 5,6 mg/ml am 23. Tag p.n.

ab. Am 35. Lebenstag lag sie nur noch bei 4,6 mg/ml. Bis zum 193. Tag p.n. stieg die IgG-Konzentration im Serum wieder auf 12,3 mg/ml an. Bei der Auswertung der IgG-Konzentrationen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Echinacea- und den Kontrollgruppen festgestellt werden. Auch die IgA-Konzentrationen der Echinacea- und Kontrollgruppen waren bei 5% Echinacea-Breifütterung und 5% Echinacea-Pelletfütterung nicht signifikant unterschiedlich. Bei der 1% Echinacea-Pelletfütterung jedoch waren die IgA-Konzentrationen am 77. Lebenstag geringer in der Echinacea- als in der Kontrollgruppe ($p \leq 0,05$). Es wurde hier ein negativer Langzeiteinfluss von *Echinacea purpurea* festgestellt.

Die Ferkel zeigten bei der 1% Echinacea-Fütterung die höchsten Zunahmen in der Körpergewichtsentwicklung. Bei der 5% Echinacea-Pelletfütterung war die Echinaceagruppe am 63. und 77. Lebenstag niedriger in den Gewichten als die Kontrollgruppe. Auch die Kortisol-Konzentration um den Absetzzeitpunkt konnte durch *Echinacea purpurea* nicht beeinflusst werden.

Bei der Untersuchung des Verhaltens der Ferkel wurden die Ruhephasen, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten beobachtet. In allen Versuchseinstellungen überwog das Schlafverhalten, gefolgt vom Bewegungsverhalten und anschließend dem Nahrungsaufnahmeverhalten. Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kontroll- und Versuchsgruppen festzustellen. Die Saugordnung war bereits am dritten Lebenstag stabil, da 75,3% der Ferkel den Gesäugekomplex bei 20 Beobachtungen nicht mehr wechselten. Ein Zusammenhang zwischen den IgG-Konzentrationen und der Saugposition der Ferkel konnte nicht nachgewiesen werden. Auch konnte bei den männlichen Tieren kein Einfluss des Kastrationsstresses auf die IgG-Konzentration ermittelt werden.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse konnte kein positiver Einfluss von *Echinacea purpurea* auf den Immunglobulinstatus und das Verhalten der Ferkel festgestellt werden. *Echinacea purpurea* hatte ebenfalls keinen Einfluss auf die „immunologische Lücke“.

7 SUMMARY

Influence of Echinacea-feeding on the immune status and behaviour of piglets in their first weeks of life

New born piglets are protected by maternal antibodies. The amount of maternal antibodies decreases continuously and the piglets' ability to synthesize their own immunoglobulins is not yet matured. This is called the "immunological gap", which occurs between day 20 and 49 *post natum*. During this time period the piglets are weaned. This new situation in addition to a new diet and a different bacteriological spectrum in the new surroundings put additional stress on the piglets. The purpose of this study was to measure the immunoglobulin status of piglets and to evaluate the possible impact of *Echinacea purpurea* on their immunoglobulin status and behaviour in their first weeks of life.

Eight litters with a total of 77 piglets were evaluated in this study. All piglets stayed with their mothers until day 21. On day 22, all piglets were weaned and were divided into treatment groups and control groups. The piglets in the treatment groups received a diet of standard starter-food for piglets with additional green herbs of *Echinacea purpurea*. One group received mash with 5% *Echinacea purpurea*. The remaining treatment groups received pellets with 5% and 1% *Echinacea purpurea*. Serum and saliva samples were taken on day 3, 10, 20, 23, 35, 49, 63, 77. In addition each piglet was weighed on the days when blood samples were taken. To get a general idea of the immunoglobulin status, the development of immunoglobulin G (IgG) concentrations in six piglets was recorded as a curve over a period of 193 days. IgG and cortisol values were measured in serum samples and immunoglobulin A (IgA) was measured in saliva. An enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was used to evaluate IgG and IgA concentrations and a luminescence immunoassay (LIA) was used to measure cortisol concentrations. Nursing activity was assessed on day three through five. The behaviour of the treatment groups and the control groups was observed for four days after the piglets were weaned. The behaviour of the piglets was assessed by evaluating the resting period, periods of food intake and activity.

The results of the studies of the IgG concentrations over the first 193 days of the piglets' lives did confirm the "immunological gap". The IgG concentration on day 3 was 16.3 mg/ml and decreased to 5.6 mg/ml on day 23 p.n.. On day 35 the IgG concentration was 4.6 mg/ml.

However there was an increase of the IgG concentration until day 193 to 12.3 mg/ml. The results of this study did not reveal a statistically significant difference in the IgG concentrations between the treatment groups and the control groups. Also no significant difference in IgA concentrations was identified between the group receiving mash with 5% *Echinacea purpurea* and the group receiving 5% *Echinacea purpurea* in pellets. At day 77 a significant difference in the IgA saliva concentration was seen between the treatment group which had received 1% *Echinacea purpurea* with pellets and the control group ($p \leq 0.05$). This finding suggests that there is a negative long-term impact of *Echinacea purpurea*. The piglets receiving pellet food with 1% *Echinacea purpurea* gained most weight. On day 63 and 77 the weight of the piglets receiving pellets with 5% *Echinacea purpurea* was less than the piglets in the control group. Additionally there is no evidence that a diet with *Echinacea purpurea* has an influence on the cortisol concentration at around weaning time.

The studies of the piglets' behaviour showed mainly resting period followed by activity and food intake. There was no significant difference in the behaviour of treatment and control groups. The nursing hierarchy had been established by day three as 75.3% of the piglets did not change their positions over a period of 20 observations. There was no relation between IgG-concentrations and nursing order of the piglets. In addition there was no negative impact of the stress caused by castration on the IgG-concentration in the serum of male piglets.

The results of this study did not reveal a positive impact of *Echinacea purpurea* on the immunoglobulin status and the behaviour of the piglets. *Echinacea purpurea* did not have any impact on the "immunological gap".

8 LITERATURVERZEICHNIS

- BALDI A., M. VERGA, M. MAFFII, E. CANALI, D. CHIATAVIGLIO and C. FERRARI, 1989
Effects of blood sampling procedures, grouping and adrenal stimulation on stress responses in the growing pig.
Reprod. Nutr. Dev. **29**, 95-103
- BANKS K.L., 1982
Host defence in the newborn animal.
J. Am. Vet. Med. Ass. **181**, 1053-1056
- BARRIGA O.O. and W.L. INGALLS, 1984
Potentiation of an IgE-like response to *Bordetella bronchoseptica* in pigs following *Ascaris suum* infection.
Vet. Parasitol. **16**, 343-345
- BATE L.A. and R.R. HACKER, 1985
Influence of environmental temperature during late gestation and soon after birth on IgG absorption by newborn piglets.
Can. J. Anim. Sci. **65**, 87-93
- BAUER R. und H. WAGNER, 1990
Echinacea. Handbuch für Ärzte, Apotheker und andere Naturwissenschaftler.
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 27-28
- BAUER R., 1994
Echinacea. Eine Arzneidroge auf dem Weg zum rationalen Phytotherapeutikum.
Deutsche Apotheker Zeitung **134**, 18-27
- BAUER R., 1997
Echinacea- Pharmaceutical quality and therapeutical value; Echinacea-pharmazeutische Qualität und therapeutischer Wert.
Z. Phytother. **18**, 207-214
- BLECHA F. and K.W. KELLEY, 1981
Effects of cold and weaning stressors on the antibody-mediated immune response of pigs.
J. Anim. Sci. **53**, 439-447
- BLECHA F., D.S. POLLMANN and D.A. NICHOLS, 1983
Weaning piglets at an early age decreases cellular immunity.
J. Anim. Sci. **56**, 396-400
- BLECHA F., D.S. POLLMANN and D.A. NICHOLS, 1985
Immunologic reactions of pigs regrouped at or near weaning.
Am. J. Vet. Res. **46**, 1934-1937

- BODINET C., I. WILLIGMANN and N. BEUSCHER, 1993
Host resistance increasing activity of root extracts from Echinacea species.
Planta Med. **59**, A672-A673
- BOGNER H. und A. GRAUVOGL (Hrsg.), 1984
Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer, 246-297
- BORRELL VON E. and J. LADEWIG, 1992
Relationship between behaviour and adrenocortical response pattern in domestic pigs.
Appl. Anim. Beh. Sci. **34**, 195-205
- BOURNE F.J., 1973
The immunoglobulin system of the suckling pig.
Proc. Nutr. Soc. **32**, 205-215
- BOURNE F.J., 1976
Humoral immunity in the pig.
Vet. Rec. **98**, 499-501
- BRAMBELL F.W.R., 1969
The transmission of immune globulins from the mother to the foetal and newborn young.
Proc. Nutr. Soc. **28**, 35-41
- BRAUNIG B., M. DORN und E. KNICK, 1992
Enhancement of resistance in common cold by *Echinacea purpurea* radix.
Echinacea purpurea radix: Zur Stärkung der körpereigenen Abwehr bei grippalen Infekten.
Z. Phytother. **18**, 155-162
- BÜGENER B., 1982
Untersuchungen über die quantitativen Veränderungen von Lactoferrin, Lysozym und der Immunglobulinfraktionen im Blut und in der Milch von Sauen sowie im Blut ihrer Ferkel.
Vet. med. Diss., Gießen
- BUTLER J.E., F. KLOBASA and E. WERHAHN, 1981
The differential localization of IgA, IgM and IgG in the gut of suckled neonatal piglets.
Vet. Immunol. Immunopathol. **2**, 53-65
- BUTLER J.E. and W.R. BROWN, 1994
The immunoglobulins and immunoglobulin genes of swine.
Vet. Immunol. Immunopathol. **43**, 5-12
- BUTLER J.E., 1998
Immunoglobulin diversity, B-cell and antibody repertoire development in large farm animals.
Rev. Sci. Tech. **17**, 43-70

- CASTRÉN H., B. ALGERS and P. JENSEN, 1989
Occurrence of unsuccessful sucklings in newborn piglets in a semi-natural environment.
Appl. Anim. Beh. Sci. **23**, 61-73
- COWAN M.M., 1999
Plant products as antimicrobial agents.
Clin. Microbiol. Rev. **12**, 564-582
- CRENSHAW T.D., M. E. COOK, J. ODLE and R.E. MARTIN, 1986
Effect of nutritional status, age at weaning and room temperature on growth and systemic immune response of weaning pigs.
J. Anim. Sci. **63**, 1845-1853
- CURTIS J. and F.J. BOURNE, 1971
Immunoglobulin quantitation in sow serum, colostrum and milk and the serum of young pigs.
Biochim. Biophys. Acta **236**, 319-332
- CURTIS J. and F.J. BOURNE, 1973
Half-lives of immunoglobulins IgG, IgA and IgM in the serum of newborn pigs.
Immunol. **24**, 147-155
- DALIN A.M., U. MAGNUSSON, J. HAGGENDAL and L. NYBERG, 1993
The effect of transport stress on plasma levels of catecholamines, cortisol, corticoid binding globulin, blood cell count and lymphocyte proliferation in pigs.
Acta Vet. Scand. **34**, 59-68
- DE BUYSSCHER E.V. and D.T. BERMAN, 1975
Isolation of porcine secretory Immunoglobulin A by affinity chromatography and determination of its component chains.
Am. J. Vet. Res. **36**, 1659-1661
- DE BUYSSCHER E.V. and D.T. BERMAN, 1980
Secretory immune response in intestinal mucosa and salivary gland after experimental infection of pigs with transmissible gastroenteritis virus.
Am. J. Vet. Res. **41**, 1214-1220
- DE PASSILLÉ A.M.B., J. RUSHEN and T.G. HARTSOCK, 1988
Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling.
Can. J. Anim. Sci. **68**, 325-338
- DORSCH W., 1996
Klinische Abwendung von Extrakten aus *Echinacea purpurea* oder *Echinacea pallida*. Kritische Wertung kontrollierter klinischer Studien; Clinical application of extracts of *Echinacea purpurea* or *Echinacea pallida*. Critical evaluation of controlled clinical studies.
Z. Ärztl. Fortbid. (Jena) **90**, 117-22

- EICHLER S., J. KADEN, U. OTTO, H. MROCHEN und K. SCHRÖDER, 1986
Das postnatale Verhalten von Immunglobulinspiegel und T-Lymphozytenzahl bei Ferkeln der Rasse Mini-Lewe.
Arch. Exp. Vet. **40**, 925-932
- ELSÄSSER-BEILE U., W. WILLENBACHER, H.H. BARTSCH, H. GALLATI, J. SCHULTE-MONTING and S. VON KLEIST, 1996
Cytokine production in leukocyte cultures during therapy with Echinacea extract.
J. Clin. Lab. Anal. **10**, 441-445
- ENGBERS H. und A. WÖSTAMNN, 1986
Untersuchungen zur Stimulierung der Phagozytoseaktivität von peripheren Leukozyten durch verschiedene Dilutionen von Echinacea *angustifolia*, gemessen an der Chemilumineszenz aus dem Vollblut.
Tierärztl. Umsch. **41**, 878-885
- ERHARD M.H., P. AMON, S. NÜSKE and M. STANGASSINGER, 1999
Studies on the systemic availability of maternal and endogenously produced immunoglobulin G1 and G2 in newborn calves by using newly developed ELISA systems.
J. Anim. Phys. Anim. Nutr. **81**, 239-248
- ERHARD M.H., C. LUFT, H.-P. REMLER and M. STANGASSINGER, 2001
Assessment of colostrum transfer and systemic availability of immunoglobulin G in newborn foals using a newly developed ELISA system.
J. Anim. Phys. Anim. Nutr. **85**, 164-173
- FRASER D., J.S.D. RITCHIE and A.F. FRASER, 1975
The term „stress“ in a veterinary context.
Brit. Vet. J. **131**, 653-661
- FRASER D., 1980
A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig.
Applied Animal Ethology **6**, 247-255
- FRENYO V.L., G. PETHES, T. ANTAL and I. SZABO, 1981
Changes in colostrum and serum IgG content in swine in relation to time.
Vet. Res. Comm. **4**, 275-282
- GORMAN N.T. and R.E. HALLIWELL, 1989
Veterinary Clinical Immunology.
W.B. Saunders Company **2**, 19-54
- GRAUVOGL A., 1975
Ethologische Aspekte der neuzeitlichen Ferkelhaltung.
Prakt. Tierarzt **56**, 225-230

- GÜNSTER B., 1972
Untersuchungen über das Verhalten von Ferkeln bei Einzelkäfighaltung und konventioneller Aufzucht.
Vet. med. Diss., Hannover
- GÜNTHER H., 1973
Die Absorption von Makromolekülen im Darm neugeborener Haustiere.
MH Vet. Med. **28**, 314-318
- HABE F., 1974
Die quantitativen Veränderungen der Immunglobuline im Blutserum der Ferkel bei verschiedenen Aufzuchtverfahren.
Gießen, Univ., Fachber. angewandte Genetik, Diss.
- HAYE S.N. and E.T. KORNEGAY, 1979
Immunoglobulin G, A and M and antibody response in sow-reared and artificially reared pigs.
J. Anim. Sci. **48**, 1116-1121
- HEMPEL M., 2002
Untersuchungen zum Immunglobulin-G Status bei neugeborenen Kaninchen und deren Häsinnen unter Berücksichtigung der Verfütterung von Phytotherapeutika.
Vet. med. Diss., München
- HERRMANN H., 1984
Immunologische Parameter als Selektionskriterium in der Tierzucht –ein Immunkompetenzprofil des Schweins.
Univ., Landwirtsch. Fak., Diss., Göttingen
- HESSING M.J., G.J. COENEN, M. VAIMANN and C. RENARD, 1995
Individual differences in cell-mediated and humoral immunity in pigs.
Vet. Immunol. Immunopathol. **45**, 79-113
- HOERLEIN A.B., 1957
The influence of colostrum on antibody response in baby pigs.
J. Immunol. **78**, 112-117
- HOLST VON D., 1993
Zoologische Stressforschung, ein Bindeglied zwischen Psychologie und Medizin.
Spekt. Wissensch. **5**, 92-96
- HONG G., O. CHAPPEY, E. NIEL and J.M. SCHERRMANN, 2000
Enhanced cellular uptake and transport of polyclonal immunoglobulin G and fab after their cationization.
J. Drug. Target. **8**, 67-77

- HURLIMANN J. and H. DARLING, 1971
In vitro synthesis of immunoglobulin-A by salivary glands from animals of different species.
Immunol. **21**, 101-111
- JAMES V.H.T. and J.D. FEW, 1985
Adrenocorticosteroids: chemistry synthesis and disturbances in disease.
Clin. Endocrinol. Metab. **14**, 867-892
- KACSKOVICS I., J. SUN and J.E. BUTLER, 1994
Five putative subclasses of swine IgG identified from cDNA sequences of a single animal.
J. Immunol. **153**, 3565-73
- KELLEY K.W. and R.A. EASTER, 1991
Nutritional and environmental influences on immunocompetence in: Miller E.R., D.E. Ullrey und J.A. Lewis (Hrsg.): Swine nutrition. *Verlag Butterworth-Heinemann, Boston*, 401-413
- KEMP H.E. and K.N. FRANCO, 2002
Possible leukopenia associated with long-term use of Echinacea.
J. Am. Board. Fam. Pract. **15**, 417-419
- KIRIYAMA H., 1992
Enzyme-linked immunosorbent assay of colostral IgG transported into lymph and plasma in neonatal pigs.
Am. J. Physiol. **263**, 976-980
- KIRSCHBAUM C. and D.H. HELLHAMMER, 1989
Salivary cortisol in psychobiological research: an overview.
Neuropsychobiol. **22**, 150-169
- KLINKE R. und S. SILBERNAGL (Hrsg.), 1996
Lehrbuch der Physiologie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2. Aufl., 63-68, 406-7
- KLOBASA F., F. HABE, E. WERHAHN and J.E. BUTLER., 1985
Changes in concentration of serum IgG, IgA and IgM of sows throughout the reproductive cycle.
Vet. Immunol. Immunopathol. **10**, 341- 353
- KLOBASA F., J.E. BUTLER and F. HABE, 1990
Maternal-neonatal immunoregulation: suppression of de novo synthesis of IgG and IgA, but not IgM, in neonatal pigs by bovine colostrum, is lost upon storage.
J. Am. Vet. Med. Assoc. **51**, 1407-1412
- KLOBASA F. und E. WERHAHN, 1991
Einfluss verzögerter Verabreichung der Rinderkolostralmilch auf die Immunglobulinkonzentrationen im Blutserum neugeborener Ferkel.
Landbauforschg. Völkenrode **41**, 82-89

- KOSHLAND M.E., 1985
The coming of age of J-chain.
Ann. Rev. Immunol. **3**, 425
- KRÄUSSLICH H., H. BUSCHMANN, J. MEYER und A. KLEINSCHMIDT, 1983
Ein Selektionsversuch auf Antikörperbildungsvermögen beim Schwein.
Z. Tierz. Züchtungsbiol. **100**, 101-108
- LEARY H.L. and J.G. LECCE, 1979
The preferential transport of immunoglobulin G by the small intestine of the neonatal piglet.
J. Nutr. **109**, 458-466
- LENK W., 1989
Acute toxicity of various polysaccharides from *Echinacea purpurea* in the mouse; Akute Toxizität von verschiedenen Polysacchariden aus *Echinacea purpurea* an der Maus.
Z. Phytother. **10**, 49-51
- LEPINE A.J., R.D. BOYD and J. WELCH, 1989
Effect of colostrum intake on plasma glucose, non-esterified fatty acid and glucoregulatory hormone patterns in neonatal pig
Domest. Anim. Endocrinol. **6**, 231-241
- LUSTERMANN H. und H. GÜNTHER, 1977
Absorption von Kolostrumbestandteilen im Darm –Übersicht.
Arch. exp. Veterinärmed. **31**, 53-59
- MACHADO-NETO R., C.N. GRAVES and S.E. CURTIS, 1987
Immunoglobulins in piglets from sows heat-stressed prepartum.
J. Anim. Sci. **65**, 445-455
- MARTIN P. and P. BATESON, 1986
Measuring behaviour. An Introductory Guide.
Cambridge University Press, Cambridge, London, New York.
- MARX D., 1973
Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten von Saugferkeln und frühabgesetzten Ferkeln in Käfiggruppenhaltung (Batteriehaltung).
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **86**, 289-306
- MARX D. und B. HAECKER, 1981
Vergleichende Kortisol- und Triglyzeridbestimmungen im Blut frühabgesetzter und konventionell gehaltener Ferkel als Beitrag zum fraglichen Stress während moderner Ferkelaufzuchtverfahren.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **94**, 8-13

- MASON J.W., 1974
Specificity in the organisation of neuroendocrine response profiles.
In: Seemann P. und G. Brown (Hrsg.): *Frontiers in Neurology and Neuroscience Research*.
Univ. of Toronto, Toronto, 68-80
- McCAULEY I. and P.E. HARTMANN, 1984
Changes in piglet leukocytes, B lymphocytes and plasma cortisol from birth to three weeks after weaning.
Res. Vet. Sci. **37**, 234-241
- McGLONE J.J., J.L. SALAK, E.A. LUMOKIN, R.I. NICHOLSON, M. GIBSON and R.L. NORMAN, 1993
Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity and leukocyte numbers.
J. Anim. Sci. **71**, 888-896
- McGREGOR R.L., 1968
The Taxonomy of the Genus *Echinacea* (Compositae).
The University of Kansas Science Bulletin **48**, 113-142
- MEHRAZAR K., A. GILMAN-SACHS and K. YOON-BERM, 1993
Intestinal absorption of immunologically intact macromolecules in germfree colostrum-deprived piglets maintained on total parenteral nutrition.
J. Parenter. Enter. Nutr. **17**, 8-15
- MILLER E.R., D.E. ULLREY, I. ACKERMANN, D.A. SCHMIDT, J.A. HOEFER and R.W. LUECKE, 1961
Swine haematology from birth to maturity. I. Serum proteins.
J. Anim. Sci. **20**, 31-35.
- MILLER L.G., 1998
Herbal medicinals: selected clinical considerations focusing on known or potential drug-herb interactions.
Arch. Intern. Med. **158**, 2200-2211
- MILON A., A. AUMAITRE, J. LE DIVIDICH, J. FRANZ and J.J.METZGER, 1983
Influence of birth prematurity on colostrum composition and subsequent immunity of piglets.
Ann. Rech. Vét. **14**, 533-540
- MOBERG G.P., 1987
Problems in defining stress and distress in animals.
J. Am. Vet. Med. Ass. **191**, 1207-1211
- MORGAN K.L. and F.J. BOURNE, 1980
Immunoglobulin levels in porcine nasal and tracheal secretions –The influence of the method of collection.
J. Immunol. Meth. **37**, 165-173

- MORGAN K.L., A.M. HUSSEIN, T.J. NEWBY and F.J. BOURNE, 1980
Quantification and origin of the immunoglobulins in porcine respiratory tract secretions.
Immunol. **41**, 729-736
- MORROW-TESCH J.L., J.J. McGLONE and J.L. JOHNSON, 1994
Heat and social stress effects on pig immune measures.
J. Anim. Sci. **72**, 2599-2609
- MÜLLER J., 1985
Die Aldosteronbiosynthese und ihre Regulation.
In: Hauri D. und O. Schmucki (Hrsg.): Erkrankungen der Nebenschilddrüsen und Nebennieren.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 113-117
- MURATA H. and S. NAMIOKA, 1977
The duration of colostral immunoglobulin uptake by the epithelium of the small intestine of neonatal piglets.
J. comp. Pathol. **87**, 431-439
- NEWBERRY R.C. and D.F.M. WOOD-GUSH, 1985
The suckling behaviour of domestic pigs in a semi-natural environment.
Anim. Beh. **95**, 11-25
- OSBURN B.I., 1973
Immune responsiveness of the fetus and neonate.
J. Am. Vet. Med. Ass. **163**, 801-803
- PERRY N.B., J.W. VAN KLINK, E.J. BURGESS and G.A. PARMENTER, 2000
Alkamide levels in *Echinacea purpurea*: Effects of processing, drying and storage.
Planta Med. **66**, 54-56
- PORTER P., 1969
Transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM to lacteal secretions in the parturient sow and their absorption by the neonatal piglet.
Biochem. Biophys. Acta **181**, 381-392
- PORTER P. and W.D. ALLEN, 1972
Classes of immunoglobulins related to immunity in the pig.
J. Am. Vet. Med. Assoc. **160**, 511-518
- PORTER P. and I.R. HILL, 1970
Serological changes in immunoglobulins IgG, IgA and IgM and *Escherichia coli* antibodies in the young pig.
Immunol. **18**, 565-573
- PROCHAZKA Z., M. FRANEK and J. KREJCI, 1979
Duration of the persistence of ¹³¹J-labelled colostral and serum IgG in the blood of newborn piglets.
Zentralbl. Veterinärmed. B. **26**, 366-370

- QUALMANN B., 1993
Mechanismus des Transports von Makromolekülen durch das Darmepithel von neugeborenen Ferkeln.
Dipl.-Arb., Naturwiss. Fak., Univ. Hannover
- RADL J., H.R.E. SCHUIT, J. MESTECKY and W.HIJMANS, 1974
The origin of monomeric and polymeric forms of IgA in man.
Adv. Exp. Med. Biol. **45**, 57-65
- REDMAN D.R., 1979
Prenatal influence on immunocompetence of the neonate.
J. Anim. Sci. **49**, 258-267
- REHMAN J., J.M. DILLOW, S.M. CARTER, J. CHOU, B. LE and A.S. MAISEL, 1999
Increased production of antigen-specific immunoglobulins G and M following in vivo treatment with medicinal plants *Echinacea angustifolia* and *Hydrastis canadensis*.
Immunol. Lett. **68**, 391-395
- ROESLER J., C. STEINMUELLER, A. KIDERLEN, A. EMMENDOERFFER, H. WAGNER and M.L. LOHMANN-MATTHES, 1991
Application of purified polysaccharides from cell cultures of the plant *Echinacea purpurea* to mice mediates protection against systemic infections with *Lysteria monocytogenes* and *Candida albicans*.
Int. J. Immunopharmacol. **13**, 27-38
- ROITT I.M., D.BROSTOFF und K. MALE, 1991
Kurzes Lehrbuch der Immunologie.
Thieme Verlag, Stuttgart, New York, **2**
- ROSILLON-WARNIER A. and R. PAQUAY, 1984
Development and consequences of teat-order in piglets.
Appl. Anim. Beh. Sci. **13**, 47-58
- ROTH R., 1993
Phytotherapeutic agents of the future: *Viscum album*, *Thuja occidentalis* and *Echinacea angustifolia*; Phytotherapeutika der Zukunft: *Viscum album*, *Thuja occidentalis* und *Echinacea angustifolia*.
Dtsch. Z. für Onkol. **25**, 102-104
- RUSHEN J., 1986
Some problems with the physiological concept of "stress".
Austr. Vet. J. **63**, 359-361
- RUSHEN J. and D. FRASER, 1989
Nutritive and non-nutritive suckling and the temporal organization of the suckling behaviour of domestic piglets.
Develop. Psychobiol. **22**, 789-801

- SAMBRAUS H.H., 1978
Nutztierethologie. 1. Aufl.
Paul Parey Verlag, 168-212
- SAMBRAUS H.H. und E. PORZIG, 1991
Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH, 290-339
- SANDNER N., 1987
Tracerkinetische Untersuchungen zur Glukokortikoid-Wirkung auf den
Glukosestoffwechsel von Zwergziegen.
Vet. med. Diss., München
- SANFORD J., R. EWBANK, W. MOLONY, W.D. TAVERNOR and O. UVAROW,
1986
Guidelines for the recognition and assessment of pain in animals.
Vet. Rec. **118**, 334-338
- SCHEFELS J., 2001
Einfluss der kolostralen Aufnahme von homologen Milchproteinen auf die
humorale Immunität bei neugeborenen Ratten, Fohlen und Kälbern.
Vet. med. Diss., München
- SCHÖNREITER S., 1996
Bestimmung der Kortisolkonzentration im Speichel als tierschutzrelevante
Alternative zur Messung des Kortisolspiegels aus dem Blut von Saugferkeln.
Vet. med. Diss., München
- SCHRAMA J.W., J.M. SCHOUTEN, J.W. SWINKELS, J.L. GENTRY, G. DE
VRIES REILINGH and H.K. PARMENTIER, 1997
Effect of hemoglobin status on humoral immune response of weaning pigs
differing in coping styles.
J. Anim. Sci. **75**, 2588-2596
- SELYE H., 1976
Gesamtheit und Stresskonzept.
in: Selye H. (Hrsg.) *Bewertung von Risiken für die Gesundheit*
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
- SENF B., F. KLOBASA und F. HABE, 1975
Quantitative Veränderungen der Immunglobulinklassen im Blutserum
wachsender Schweine.
Züchtungskunde **47**, 87-95
- SETCAVAGE T.M. and Y.B. KIM, 1976
Variability of the immunological state of germfree colostrum-deprived
miniature piglets.
Infect. Immun. **13**, 600-607

- SIBERNAGL S. und A. DESPOPOULOS, 2000
Taschenatlas der Physiologie.
Thieme Verlag, Stuttgart, New York; 5. Aufl., 66-70, 222
- SIMPSON-MORGAN M.W. and T.C. SMEATON, 1972
The transfer of antibodies by neonates and adults.
Adv. Vet. Sci. Comp. Med. **16**, 355-386
- SMITH M.W., K.A. BURTON and E.A. MUNN, 1979
Vacuolation and non-specific protein transport by the newborn pig intestine.
In: HEMMINGS W.A. (Hrsg.): Protein transmission through living membranes.
Elsevier, Amsterdam, 197-214
- SPRECHER E., 1991
Über die Qualität von Phytopharmaka.
Z. Phytother. **12**, 105-113
- STALEY T. E., E. W. JONES and A.E. MARSHALL, 1968
The jejunal absorptive cell of the newborn pig: an electron microscopic study.
Anat. Rec. **161**, 497-516
- STEINHAUF D., J.H. WENIGER und C. AUGUSTINI, 1969
Stressresistenz als Leistungsmerkmal beim Schwein.
Züchtungskunde **41**, 335-345
- STONE S.S., M. PHILLIPS and L.J. KEMENY, 1979
Stability of porcine colostral immunoglobulins IgA, IgG₂ and IgM to proteolytic enzymes.
Vet. Res. **40**, 607-612
- STREY A., 1996
Immunopharmaka.
In: Frey H.H. und W. Löscher (Hrsg.), Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 612-621
- STREYER L., 1996
Biochemie
Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 4. Aufl.
- STUART D.L. and R.B.H. WILLS, 2003
Effect of drying temperature on alkylamide and cichoric acid concentrations of *Echinacea purpurea*.
J. Agric. Food Chem. **51**, 1608-1610
- SVENDSEN J. and P. BROWN, 1973
IgA immunoglobulin levels in porcine sera and mammary secretions.
Res. Vet. Sci. **15**, 65-69

- SVENDSEN L.S., B.R. WESTRÖM, J. SVENDSEN, A.C. OLSSON and B.W. KARLSSON, 1990
Intestinal macromolecular transmission in underprivileged and unaffected newborn pigs: implication for survival of underprivileged pigs.
Res. Vet. Sci. **48**, 184-189
- SWANSON L.W., 1986
Organisation of mammalian neuroendocrine system.
In: Mountcastle V.B., F.W. Bloom und S.R. Geiger (Hrsg.): Handbook of physiology.
American Physiology Society, Bethesda Md., 317-363
- SZEKY A., F. FRATZ and G. NAGY, 1976
Morphological changes related to absorption of undigested protein in small intestinal epithelium cells of suckling pigs.
Acta vet. Acad. Sci. hung. **26**, 271-280
- TEUBNER H., 2002
Einfluss verschiedener Lichtintensitäten und -qualitäten auf den Melatonin- und IgA-Spiegel im Speichel und auf das Verhalten von Jungschweinen.
Vet. med. Diss., München
- THUN R. und D. SCHWARTZ-PORSCHKE, 1994
Nebennierenrinde.
In: Döcke F. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Endokrinologie.
Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 3. Aufl., 315-329
- TIZARD I.R., 2000
Veterinary immunology: an introduction.
W. B. Saunders Company Philadelphia, Pennsylvania; 6. Auflage
- TODD A.C.E., 1964
Animal Husbandry.
Austral. J. exp. Agric. **4**, 282
- VAERMAN J.P. and K.J. HEREMANS, 1970
Immunglobulin A in the pig.
Int. Arch. Immunol. **38**, 561-572
- VAERMAN J.P., A. LANGENDRIES, R. PABST and J. ROTHKÖTTER, 1997
Contribution of serum IgA to intestinal lymph IgA and vice versa in minipigs.
Vet. Immunol. Immunopathol. **58**, 301-308
- VAN PUTTEN G., 1978
Schwein. In: Sambras H. H. (Hrsg.): Nutztierethologie.
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 168-212
- VAN PUTTEN G., 1990
Schweinehaltung – modern und tiergerecht.
Deutsche Tierärztl. Wschr. **97**, 146-148

- VARLEY M.A., R.G. WILKONSON and A.MAITLAND, 1987
Artificial rearing of baby piglets: the effect of colostrum on survival and plasma concentrations of IgG.
Br. J. Vet. Res. **143**, 369-378
- VERNERSSON M., G. PEJLER, T. KRISTERSSON, K. ALVING and L. HELLMAN, 1997
Cloning, structural analysis and expression of the pig IgE epsilon chain.
Immunogenetics. **46**, 461-468
- WACKER A. und G. HILBIG, 1978
Virushemmung mit Echinacea purpurea
Planta Med. **33**, 89-102
- WAGNER H., A. PROKSCH, I. RIESS-MAURER, A. VOLLMAR, S. ODENTHAL, H. STUPPNER, K. JURCIC, M. LE TURDU und J.N. FANG, 1985
Immunstimulierend wirkende Polysaccharide (Heteroglykane) aus höheren Pflanzen.
Drug Res. **35**, 1069-1075
- WAGNER H., 1986
Immunstimulantien und Phytotherapeutika.
Z. Phytother. **7**, 91-98
- WAGNER H., 1990
Echinacea immunostimulation. Immunstimulation durch Echinacea.
Ars Med. **80**, 294-299
- WERHAHN E. und F. KLOBASA, 1980
Über das Abwehrsystem und seine Bedeutung für die Jungtieraufzucht.
Tierzüchter **6**, 228-229
- WESTRÖM B.R., J. SVENDSEN, B.G. OHLSSON, C. TAGESSON and B.W. KARLSSON, 1984
Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC-labelled dextrans) in the neonatal pig.
Biol. Neonate **46**, 20-26
- WILLS R.B.H. and D.L. STUART, 2000
Effect of handling and storage on alkylamides and cichoric acid in Echinacea purpurea.
J. Sci. Food Agricul. **80**, 1402-1406
- YABIKI T., M. KASHIWASAKI and S. NAMIOKA, 1974
Quantitative analysis of three classes of immunoglobulins in serum of newborn pigs and milk of sows.
Am. J. Vet. Res. **35**, 1483-1489

- YANO K., Y. HASHIMTO, H. KITAGAWA, Y. KON and N. KUDO, 1988
Histological and immunohistochemical studies on the localization of immunoglobulins in porcine placenta.
Jap. J. Vet. Res. **36**, 205-221
- ZERBONI VON H.N. und A. GRAUVOGL, 1984
Schwein. In: Bogner H. und A. Grauvogl (Hrsg.): Verhalten der landwirtschaftlichen Nutztiere.
Verlag Eugen Ulmer, 246-258
- ZEROBIN K., 1987
Physiologie der Fortpflanzung.
In: Scheunert A. und A. Trautmann (Hrsg.): Physiologie der Haustiere.
Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg, 7. Aufl., 461-462
- ZHANG Y., W.J. CLIFF, G.I. SCHOEFL and G. HIGGINS, 1993
Plasma protein insudation as an index of early coronary atherogenesis.
Am. J. Pathol. **143**, 496-506
- ZHAO Y., I. KACSKOVICS, Q. PAN, D.A. LIBERLES, J.GELI, S.K. DAVIS, H. RABBANI and L. HAMMARSTROM, 2002
Artiodactyl IgD: the missing link.
J. Immunol. **169**, 4408-4416

9 TABELLARISCHER ANHANG

Tab. 8: Stallhygienische Parameter Temperatur (°C) und Luftfeuchtigkeit (%).

Die stallhygienischen Parameter wurden in Stall II mittels eines Thermohygrographen über einen Zeitraum von 23 Wochen aufgezeichnet (Alle Werte: MW ± SEM).

	Temperatur in ° C		Luftfeuchte in%	
	MW	SEM	MW	SEM
1. Woche	20,6	0,3	58,9	4,6
2. Woche	20,6	0,3	66,2	0,7
3. Woche	20,4	0,4	67,6	0,5
4. Woche	20,1	0,4	72,6	1,5
5. Woche	21,8	0,4	77,0	1,2
6. Woche	21,5	0,4	78,7	2,2
7. Woche	20,1	0,3	73,3	1,7
8. Woche	19,9	0,4	69,3	2,4
9. Woche	20,4	0,3	69,0	2,2
10. Woche	20,7	0,4	68,1	2,1
11. Woche	20,9	0,4	65,9	2,4
12. Woche	21,1	0,3	70,1	2,7
13. Woche	20,1	0,3	64,4	2,0
14. Woche	20,6	0,4	62,9	2,6
15. Woche	20,2	0,2	72,9	2,6
16. Woche	21,0	0,2	74,4	4,3
17. Woche	21,1	0,1	69,3	3,2
18. Woche	21,7	0,1	76,6	3,0
19. Woche	22,4	0,4	71,6	3,2
20. Woche	22,3	0,4	80,3	1,7
21. Woche	22,1	0,3	74,7	1,9
22. Woche	22,4	0,3	83,2	3,5
23. Woche	24,5	0,1	89,6	2,5
Gesamtsumme	21,2	0,3	72,0	2,4

Tab. 9: Verlaufskontrolle der IgG-Konzentrationen [mg/ml].

Bei den 38 Schweinen der Kontrollgruppen wurde über 77 Tage eine IgG-Verlaufskurve erstellt (Alle Werte: MW \pm SEM; N=38).

Verlaufskontrolle der IgG-Konzentrationen		
Einheit [mg/ml]	MW	SEM
1. Probe	16,34	0,88
2. Probe	9,96	0,63
3. Probe	5,57	0,39
4. Probe	5,57	0,38
5. Probe	4,61	0,23
6. Probe	5,65	0,29
7. Probe	7,13	0,44
8. Probe	8,89	0,51

Tab. 10: IgG-Konzentrationen [mg/ml] der Echinaceagruppe 5% Echinacea-Breifütterung.

Diese Gruppe erhielt *Echinacea purpurea* in einem 5%igen Brei angemischt mit Ferkelstarter und zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml *Echinacea p.o.* (Alle Werte: MW \pm SEM).

IgG-Werte [mg/ml]	Wurf A		Wurf B		Wurf C	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
1. Probe	21,48	1,62	16,04	1,24	22,15	2,25
2. Probe	6,72	0,21	10,50	0,69	15,25	1,05
3. Probe	4,16	0,39	5,95	0,67	6,30	0,50
4. Probe	3,84	0,43	6,43	0,82	6,55	1,05
5. Probe	2,70	0,57	7,08	0,63	3,85	1,15
6. Probe	2,46	0,22	6,47	0,81	5,55	1,15
7. Probe	3,06	0,42	7,12	0,88	6,85	2,05
8. Probe	3,92	0,32	7,93	1,09	8,25	2,75

Tab. 11: IgG-Konzentrationen [mg/ml] der Kontrollgruppe 5% Echinacea-Breifütterung.

Hierbei handelt es sich um die IgG-Konzentrationen der Kontrollgruppe der obengenannten Echinaceagruppe (Alle Werte: MW \pm SEM).

IgG-Werte [mg/ml]	Wurf A		Wurf B		Wurf C	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
1. Probe	19,43	4,28	17,80	2,11	14,90	3,42
2. Probe	9,78	2,56	10,16	0,70	13,23	1,43
3. Probe	4,25	0,92	7,10	1,26	6,40	1,16
4. Probe	4,30	0,78	7,18	1,05	6,23	0,70
5. Probe	3,10	0,48	6,14	0,11	5,73	0,24
6. Probe	3,58	0,66	6,84	1,33	6,57	0,58
7. Probe	3,35	0,43	6,66	0,32	10,67	3,17
8. Probe	4,45	0,35	9,26	1,00	11,40	2,83

Tab. 12: Gesamtergebnis der IgG-Konzentrationen [mg/ml] der 5% Echinacea-Breifütterung
(Alle Werte: MW ± SEM).

IgG-Werte der Gruppe 5%Echinacea Breifütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	Einheit [mg/ml]	MW	SEM	MW
1. Probe	19,33	1,21	17,62	1,77
2. Probe	9,78	0,89	10,80	0,97
3. Probe	5,32	0,42	5,98	0,72
4. Probe	5,45	0,55	5,98	0,62
5. Probe	5,08	0,72	5,03	0,44
6. Probe	4,82	0,65	5,68	0,69
7. Probe	5,52	0,74	6,56	1,09
8. Probe	6,44	0,82	8,19	1,11

Tab. 13: Gesamtergebnis der IgG-Konzentrationen der 5% Echinacea-Pelletfütterung.

Die Ferkel erhielten Echinacea in 5% -Pelletform und zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml Echinacea p.o. (Alle Werte: MW ± SEM).

IgG-Werte [mg/ml] der Gruppe 5%Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	Wurf D	MW	SEM	MW
1. Probe	19,02	0,58	18,00	1,47
2. Probe	10,58	0,71	10,18	0,57
3. Probe	5,95	0,67	8,27	0,95
4. Probe	6,48	0,81	7,10	1,01
5. Probe	7,08	0,63	6,27	0,11
6. Probe	7,80	0,79	7,27	0,61
7. Probe	9,03	0,94	9,42	0,52
8. Probe	12,33	0,49	11,97	0,37

Tab. 14: IgG-Konzentrationen [mg/ml] der Echinaceagruppe 1% Echinacea-Pelletfütterung.

Diese Gruppe erhielt Echinacea purpurea in 1%iger Konzentration in Pelletform angemischt mit Ferkelstarter (Alle Werte: MW ± SEM).

IgG-Werte [mg/ml]	Wurf E		Wurf F		Wurf G		Wurf H	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
1. Probe	23,37	2,09	16,68	1,76	15,05	1,75	18,80	1,12
2. Probe	10,47	2,19	10,32	0,85	6,65	0,70	14,60	2,38
3. Probe	7,33	0,47	4,86	0,32	4,00	0,43	7,63	0,94
4. Probe	6,37	1,02	4,68	0,40	3,63	0,24	8,53	0,90
5. Probe	4,43	0,66	3,90	0,40	3,97	0,19	4,95	0,54
6. Probe	5,87	0,64	4,04	0,49	5,00	0,57	4,78	0,17
7. Probe	6,87	1,10	4,90	0,60	6,68	0,35	6,27	0,31
8. Probe	8,00	0,66	5,66	0,43	9,20	0,67	8,87	0,66

Tab. 15: IgG-Konzentrationen [mg/ml] der Kontrollgruppe 1% Echinacea-Pelletfütterung.

Hierbei handelt es sich um die IgG-Konzentrationen der Kontrollgruppe der obengenannten Echinaceagruppe (Alle Werte: MW ± SEM).

IgG-Werte [mg/ml]	Wurf E		Wurf F		Wurf G		Wurf H	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
1. Probe	8,37	1,92	17,32	1,39	12,00	1,76	19,63	1,13
2. Probe	7,13	3,05	9,56	0,66	5,32	0,88	14,47	1,24
3. Probe	2,83	0,79	4,82	0,41	3,60	0,46	6,02	0,48
4. Probe	2,73	0,86	4,88	0,54	3,45	0,38	7,33	0,66
5. Probe	2,83	0,68	3,60	0,28	3,70	0,21	4,77	0,32
6. Probe	5,17	0,44	5,34	0,74	5,40	0,34	4,73	0,40
7. Probe	8,67	1,38	5,26	0,54	7,45	0,93	6,45	0,25
8. Probe	9,70	1,14	6,92	1,08	8,85	0,87	8,50	0,88

Tab. 16: Gesamtergebnis der IgG-Konzentrationen der 1% Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: MW \pm SEM).

IgG-Werte der Gruppe 1% Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
Einheit [mg/ml]				
1. Probe	17,83	0,99	15,08	1,19
2. Probe	10,53	1,05	9,40	1,03
3. Probe	5,81	0,48	4,52	0,35
4. Probe	5,78	0,55	4,87	0,49
5. Probe	4,32	0,23	3,87	0,21
6. Probe	4,83	0,25	5,15	0,24
7. Probe	6,14	0,29	6,79	0,43
8. Probe	8,04	0,44	8,34	0,54

Tab. 17: IgA-Konzentrationen [mg/ml] der Echinaceagruppe 5% Echinacea-Breifütterung.

Diese Gruppe erhielt 5% Echinacea purpurea in einem Brei angemischt mit Ferkelstarter und zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml Echinacea p.o. (Alle Werte: MW \pm SEM).

IgA-Werte [mg/ml]	Wurf A		Wurf B		Wurf C	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
5. Probe	0,06	0,04	0,10	0,03	6,00	1,30
6. Probe	0,08	0,02	0,15	0,07	0,55	0,45
7. Probe	0,08	0,06	1,13	0,71	0,85	0,35
8. Probe	0,12	0,04	1,10	0,26	2,25	0,85

Tab. 18: IgA-Konzentrationen [mg/ml] der Kontrollgruppe 5% Echinacea-Breifütterung.

Hierbei handelt es sich um die Speichel-IgA-Konzentrationen der Kontrollgruppe der obengenannten Echinacea-Gruppe (Alle Werte: MW \pm SEM).

IgA-Werte [mg/ml]	Wurf A		Wurf B		Wurf C	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
5. Probe	0,43	0,13	0,08	0,04	0,47	0,12
6. Probe	0,05	0,03	0,20	0,04	1,10	0,29
7. Probe	0,08	0,03	0,80	0,41	2,47	0,46
8. Probe	0,08	0,08	1,74	0,61	2,07	0,30

Tab. 19: Gesamtergebnis der Speichel-IgA-Konzentrationen der 5% Echinacea-Breifütterung

(Alle Werte: MW \pm SEM; Einheit [mg/ml]).

IgA-Werte der Gruppe 5% Echinacea Breifütterung	Echinacea-Gruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
5. Probe	0,99	0,63	0,29	0,07
6. Probe	0,18	0,08	0,38	0,14
7. Probe	0,68	0,34	0,98	0,33
8. Probe	0,90	0,26	1,27	0,36

Tab. 20: Gesamtergebnis der IgA-Konzentrationen der 5% Echinacea-Pelletfütterung.

Die Ferkel erhielten Echinacea in 5% -Pelletform und zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml Echinacea p.o. (Alle Werte: MW \pm SEM; Einheit [mg/ml]).

IgA-Werte der Gruppe 5%Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	Wurf D	MW	SEM	MW
6. Probe	2,10	0,47	1,77	0,43
7. Probe	1,93	0,47	3,65	1,18
8. Probe	3,58	1,74	2,80	0,69

Tab. 21: IgA-Konzentrationen der Echinaceagruppe 1% Echinacea-Pelletfütterung.

Diese Gruppe erhielt Echinacea purpurea in 1%iger Konzentration in Pelletform angemischt mit Ferkelstarter (Alle Werte: MW \pm SEM; Einheit [mg/ml]).

IgA-Werte [mg/ml]	Wurf E		Wurf F		Wurf G		Wurf H	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
5. Probe	1,30	0,50	0,85	0,32	2,33	1,08	2,30	0,42
6. Probe	0,80	0,30	1,94	0,15	2,93	1,30	1,30	0,66
7. Probe	2,07	0,23	3,22	0,61	2,97	1,04	1,20	0,28
8. Probe	0,70	0,00	2,46	0,97	3,93	1,29	1,63	0,37

Tab. 22: IgA-Konzentrationen der Kontrollgruppe 1% Echinacea-Pelletfütterung.

Hierbei handelt es sich um die IgA-Konzentrationen der Kontrollgruppe der obengenannten Echinaceagruppe (Alle Werte: MW \pm SEM; Einheit [mg/ml]).

IgA-Werte [mg/ml]	Wurf E		Wurf F		Wurf G		Wurf H	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
5. Probe	1,00	0,15	2,85	0,45	2,30	0,71	0,83	0,22
6. Probe	1,03	0,44	2,84	0,81	4,00	0,66	1,00	0,34
7. Probe	0,97	0,20	3,28	0,44	4,27	1,13	2,97	0,37
8. Probe	0,83	0,07	5,60	1,59	4,65	1,62	4,25	0,98

Tab. 23: Gesamtergebnis der IgA-Konzentrationen der 1% Echinacea-Pelletfütterung (Alle Werte: MW \pm SEM; Einheit [mg/ml]).

IgA-Werte der Gruppe 1%Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
Einheit [mg/ml].				
5. Probe	1,88	0,40	1,62	0,32
6. Probe	1,88	0,45	2,37	0,41
7. Probe	2,37	0,39	3,14	0,43
8. Probe	2,39	0,51	4,14	0,78

Tab. 24: Gesamtergebnis der Gewichtsentwicklung [kg] in der 5% Echinacea-Breifütterung (Alle Werte: MW \pm SEM).

Gewichte [kg] der Gruppe 5%Echinacea Breifütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
Würfe A, B, C				
1. Probe	1,78	0,12	1,82	0,11
2. Probe	3,26	0,16	3,37	0,14
3. Probe	5,60	0,25	5,64	0,24
4. Probe	6,13	0,29	6,21	0,24
5. Probe	9,31	0,45	9,72	0,42
6. Probe	12,77	0,71	13,30	0,57
7. Probe	17,69	1,51	18,83	0,83
8. Probe	24,12	1,54	25,20	0,79

Tab. 25: Gesamtergebnis der Gewichtsentwicklung [kg] der 5% Echinacea-Pelletfütterung.

Die Ferkel erhielten Echinacea in 5% -Pelletform und zusätzlich vier Tage vor dem Absetzen 20 ml Echinacea p.o. (Alle Werte: MW \pm SEM).

Gewichte [kg] der Gruppe 5%Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
Wurf D				
1. Probe	1,55	0,17	1,82	0,07
2. Probe	2,89	0,30	3,62	0,15
3. Probe	5,06	0,49	6,18	0,30
4. Probe	5,21	0,50	6,50	0,37
5. Probe	7,55	0,67	8,98	0,44
6. Probe	11,93	1,03	14,41	0,76
7. Probe	18,00	1,55	23,08	1,35
8. Probe	25,83	2,02	33,50	1,75

Tab. 26: Gesamtergebnis der Gewichtsentwicklung [kg] der 1% Echinacea-Pelletfütterung

(Alle Werte: MW \pm SEM).

Gewichte [kg] der Gruppe 1%Echinacea Pelletfütterung	Echinaceagruppe		Kontrollgruppe	
	MW	SEM	MW	SEM
Würfe E, F, G, H				
1. Probe	1,85	0,096	1,90	0,09
2. Probe	3,65	0,15	3,66	0,14
3. Probe	6,56	0,25	6,75	0,19
4. Probe	6,97	0,26	7,24	0,20
5. Probe	9,40	0,40	9,98	0,37
6. Probe	15,52	0,69	15,94	0,63
7. Probe	24,25	1,03	25,40	1,03
8. Probe	37,57	1,33	38,25	1,63

Tab. 27: Kortisol-Konzentrationen der Versuchsgruppe vor und nach dem Absetzen (Alle Werte: $MW \pm SEM$).

Kortisol-Werte [ng/ml]	5% Echinacea-Breifütterung		5% Echinacea-Pelletfütterung		1% Echinacea-Pelletfütterung	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
3. Probe	49,79	3,70	68,43	8,61	40,02	3,79
4. Probe	60,65	8,31	55,85	9,42	33,36	3,62
5. Probe	41,57	4,69	35,31	6,09	41,86	3,43

Tab. 28: Kortisol-Konzentrationen der Kontrollgruppe vor und nach dem Absetzen (Alle Werte: $MW \pm SEM$).

Kortisol-Werte [ng/ml]	5% Echinacea-Breifütterung		5% Echinacea-Pelletfütterung		1% Echinacea-Pelletfütterung	
	MW	SEM	MW	SEM	MW	SEM
Kontrollgruppe						
3. Probe	56,61	8,59	52,59	12,01	38,64	4,93
4. Probe	74,86	10,58	55,76	4,16	37,70	4,74
5. Probe	44,83	5,81	43,20	6,49	48,21	3,66

Tab. 29: Videoauswertung der Echinaceagruppe der Gruppe 5% Echinacea–Breifütterung.

In dieser Tabelle wird die Echinaceagruppe der Gruppe 5% Echinacea–Breifütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war der Zeitraum, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war die Zeit von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Es wurde von den Würfen A, B, und C eine Gesamtsumme pro Tag erstellt.

Videoauswertung 5% Echinacea-Breifütterung		Echinaceagruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	826	483	130	10
2. Tag	Min.	763	540	135	10
3. Tag	Min.	836	463	139	15
4. Tag	Min.	855	427	156	10
Gesamtsumme (MW)	Min.	822	478	138	56

Tab. 30: Videoauswertung der Kontrollgruppe der Gruppe 5% Echinacea–Breifütterung.

In dieser Tabelle wird die Kontrollgruppe der Gruppe 5% Echinacea–Breifütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war der Zeitraum, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war die Zeit von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Es wurde von den Würfen A, B und C eine Gesamtsumme pro Tag erstellt und nochmals ein Gesamtergebnis festgehalten.

Videoauswertung 5% Echinacea-Breifütterung		Kontrollgruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	732	530	176	12
2. Tag	Min.	776	432	230	7
3. Tag	Min.	780	525	134	9
4. Tag	Min.	781	483	175	6
Gesamtsumme (MW)	Min.	778	505	166	42

Tab. 31: Videoauswertung der Echinaceagruppe der Gruppe 5% Echinacea–Pelletfütterung.

In dieser Tabelle wird die Echinaceagruppe der Gruppe 5% Echinacea–Pelletfütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war der Zeitraum, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war die Zeit (Min.) von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Es wurde von dem Wurf D eine Gesamtsumme pro Tag erstellt und nochmals ein Gesamtergebnis (MW) festgehalten.

Videoauswertung 5% Echinacea- Pelletfütterung		Echinaceagruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	753	569	117	0
2. Tag	Min.	976	370	92	5
3. Tag	Min.	822	495	122	6
4. Tag	Min.	865	448	126	2
Gesamtsumme (MW)	Min.	854	471	114	16

Tab. 32: Videoauswertung der Kontrollgruppe der Gruppe 5% Echinacea–Pelletfütterung.

In dieser Tabelle wird die Kontrollgruppe der Gruppe 5% Echinacea–Pelletfütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war die Zeit, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war der Zeitraum von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Die Zeit wurde in Minuten aufgetragen. Es wurde von Wurf D eine Gesamtsumme pro Tag erstellt und nochmals ein Gesamtergebnis festgehalten.

Videoauswertung 5% Echinacea-Pelletfütterung		Kontrollgruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	710	542	186	4
2. Tag	Min.	778	536	125	6
3. Tag	Min.	855	472	112	5
4. Tag	Min.	816	471	151	4
Gesamtsumme (MW)	Min.	790	505	144	23

Tab. 33: Videoauswertung der Echinaceagruppe der Gruppe 1% Echinacea–Pelletfütterung.

In dieser Tabelle wird die Echinaceagruppe der Gruppe 1% Echinacea–Pelletfütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war der Zeitraum, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war die Zeit von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Es wurde von den Würfen E, F, G und H eine Gesamtsumme pro Tag erstellt und in dieser Gruppe nochmals ein Gesamtergebnis (MW) festgehalten.

Videoauswertung 1% Echinacea-Pelletfütterung		Echinaceagruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	865	418	157	15
2. Tag	Min.	837	423	178	16
3. Tag	Min.	789	478	172	8
4. Tag	Min.	794	456	189	17
Gesamtsumme (MW)	Min.	824	440	175	70

Tab. 34: Videoauswertung der Kontrollgruppe der Gruppe 1% Echinacea–Pelletfütterung.

In dieser Tabelle wird die Kontrollgruppe der Gruppe 1% Echinacea–Pelletfütterung ausgewertet. Beurteilt wurde das Ruheverhalten, das Erkundungsverhalten und das Nahrungsaufnahmeverhalten. Ausschlaggebend war der Zeitraum, in der die Ferkel diese drei Verhaltensweisen zeigten. Weiterhin war die Zeit von Bedeutung, in der die Ferkel nicht synchron agierten. Die Zeit wurde in Minuten aufgetragen. Es wurde von den Würfen E, F, G und H eine Gesamtsumme pro Tag erstellt und nochmals ein Gesamtergebnis (MW) festgehalten.

Videoauswertung 1% Echinacea-Pelletfütterung		Kontrollgruppe			
		Ruhen	Erkundung	Fressen	nicht synchron
1. Tag	Min.	880	381	177	12
2. Tag	Min.	798	437	204	23
3. Tag	Min.	761	504	174	11
4. Tag	Min.	730	483	226	12
Gesamtsumme (MW)	Min.	793	454	191	72

Tab. 35: Anzahl der Ferkel mit fester Zitzenposition am dritten Tage p.n..

Die Saugaktbeobachtungen am dritten Tag nach der Geburt vorgenommen. Es war die Position der Ferkel am Gesäuge ausschlaggebend. Je nachdem wie Häufig die Ferkel die Position wechselten wurden sie in die Gruppen 20:0, 19:1 usw. (20:1 bedeutet, das Ferkel hat 20 mal im selben Komplexbereich gesaugt) eingeteilt. Daraus wurde ein prozentualer Anteil ermittelt.

Saugaktbeobachtungen		
Position	Häufigkeit der Position	Prozentualer Anteil
20:0	58 x	75,32%
19:1	9 x	11,69%
18:2	9 x	11,69%
17:3	0 x	0%
16:4	1 x	1,30%

Tab. 36: Inhaltsstoffe des verwendeten Ferkelstarters.

Wintergerste	21,0%
Winterweizen	44,0%
Körnermais	10,0%
Sojaschrot	22,5%
SALVAzym FK-RAM*	2,5%

*Mineralfutter der Fa. Salvana Tiernahrung GmbH

Tab. 37: Beim ELISA verwendete Puffer und Lösungen.

<u>PBS:</u>	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung pH 7,2	
	8,00 g	Natriumchlorid
	1,45 g	Dinatriumhydrogenphosphat-Dihydrat
	0,20 g	Kaliumhydrogenphosphat
	0,20 g	Kaliumchlorid
	ad 1000 ml	Aqua bidest.
Zur Herstellung von PBS-Tween (pH 7,2) wurde zusätzlich 500 µl Tween 20 zugesetzt.		
<u>Beschichtungspuffer:</u>	Carbonatpuffer pH 9,6	
	3,11 g	Natriumcarbonat
	6,00 g	Natriumhydrogencarbonat
	ad 1000 ml	Aqua bidest.
<u>Waschpuffer:</u>	PBS-Tween	
<u>TMB-Puffer:</u>	Natriumacetat-Citrat-Puffer pH 5,0	
	8,20 g	Natriumcarbonat
	3,15 g	Zitronensäure-Monohydrat
	ad 1000 ml	Aqua bidest.
<u>Stammlösung:</u>	0,06 g	Teramethylbenzidin (Fa. Sigma, Deisenhofen)
	10 ml	Dimethylsulfoxid (Fa. AppliChem, Darmstadt)
<u>Substratlösung:</u>	332 µl	Stammlösung
	10,0 ml	TMB-Puffer
	3,00 µl	30% H ₂ O ₂
<u>Stoppreagenz:</u>	1-molare Schwefelsäure pH 1	
	472 ml	Aqua bidest.
	28 ml	96%ige Schwefelsäure
(soweit nicht anders aufgeführt, sind alle weiteren Chemikalien von der Fa. Merck, Darmstadt)		

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr. M. Erhard gilt mein besonderer Dank, für die Überlassung des Themas, die wertvollen Anregungen und die stets gewährte Hilfe und Unterstützung, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Dr. F. Ahrens für die freundliche und immer hilfsbereite Betreuung bei der Anfertigung dieser Arbeit bedanken.

Danken möchte ich zudem den Laboranten Frau N. Bucher, Herrn L. Matschull und Herrn H. Kuchler, so wie allen anderen Mitarbeitern des Instituts für die immer freundliche Hilfe und das angenehme Arbeitsklima. Frau A. Unger und Frau B. Krammer danke ich ganz herzlich für ihre stete Hilfsbereitschaft bei den Probenentnahmen und für ihre hervorragende Betreuung des Schweinebestandes. Besonders gefreut hat mich die kameradschaftliche Unterstützung während meines gesamten praktischen Teils der Doktorarbeit.

Meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, danke ich außerordentlich für die großzügige Förderung meiner Ausbildung und den häufigen Ansporn, der zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat. Meiner Mutter danke ich dafür, dass sie sich immer für mich eingesetzt hat und es nie einen Moment gab, in dem sie an mir zweifelte. Meinen Geschwistern Nina und Konstantin danke ich für ihre Unterstützung. Meinen Großeltern danke ich dafür, dass sie immer an mich geglaubt haben.

Besonderer Dank gilt Frau Dr. B. Tax und Herrn S. Tafertshofer für ihre immer fortwährende mehr als freundschaftliche Hilfe bei allen großen und kleinen Problemen.

Bei Frau G. Reichert möchte ich mich ganz herzlich für ihre freundschaftliche und moralische Unterstützung besonders in den schwierigen Phasen dieser Arbeit bedanken.

Nicht zuletzt sei allen Freunden für ihre Anteilnahme, Ratschläge, Geduld und auch für gelegentliches Korrekturlesen recht herzlich gedankt.

LEBENS LAUF

Persönliche Angaben

Name: Lang, Eva Angelika
 Eltern: Dr. Lang, Klaus - Facharzt für Chirurgie
 Lang, Hildegard - Physiotherapeutin
 Geschwister: Lang, Nina
 Lang, Konstantin
 Geburtsdatum: 15.07.1971
 Geburtsort: Garmisch-Partenkirchen
 Staatsangehörigkeit: deutsch

Schul- und Berufsausbildung

September 1977 – Juli 1981 Volksschule Oberammergau
 September 1981 – Juli 1985 Benediktinergymnasium Ettal
 September 1985 – Juli 1991 Maximiliansgymnasium, München
 November 1991 – Januar 1993 Studium der Rechtswissenschaften, Universität Augsburg und Ludwig-Maximilians-Universität München
 Februar 1993 – Oktober 1994 Ausbildung zum Pferdewirt –Schwerpunkt Reiten, Deutsche Reitschule Warendorf
 November 1994 – Dezember 2000 Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
 3. Staatsexamen beendet am 22. Dezember 2000
 24. Januar 2001 Approbation als Tierärztin
 Januar 2001 – Mai 2001 Anstellung als wissenschaftliche Hilfskraft in der I. Medizinischen Tierklinik, München
 Doktorandin bei Prof. Dr. K. Hartmann
 Mai 2001 – Juli 2001 Praktikum an der University of Georgia, USA
 Department of Small Animal Medicine
 seit August 2001 Doktorandin bei Prof. Dr. M. Erhard
 am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Ludwig- Maximilians-Universität München