



Abschlussbericht

Antioxidativer und Stoffwechselstatus während Trächtigkeit und Laktation bei Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Betrieb C)

Themenblatt-Nr.: 45.09

Langtitel: Antioxidativer und Stoffwechselstatus während Trächtigkeit und Laktation bei Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen

Kurztitel: Tiergesundheitsmanagement - Intensivstoffwechseluntersuchungen (Betrieb C)

Projekt: Schweinefleischerzeugung

Projektleiter: Dr. Simone Müller

Themenummer: 45.09.520

Themenleiter: Dr. Tatjana Sattler (Universität Leipzig)

Abteilung: Tierproduktion

Abteilungsleiter: Dr. H. Hochberg

Laufzeit: 01/2007 - 12/2007

Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt

Kooperationspartner Universität Leipzig, Medizinische Tierklinik Thüringer Tierseuchenkasse

Namen der Bearbeiter: Tatjana Sattler,
Jacqueline Selchow,
Manfred Fürll
Dr. Simone Müller

Jena, im Oktober 2007

LLD Peter Ritschel
(amt. Präsident)

Dr. Simone Müller
Projektleiter

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
2. Tiere, Material und Methodik.....	7
2. 1. Betrieb	7
2. 2. Versuchsanordnung und Tiere	7
2. 3. Probenentnahme, -aufbereitung und -lagerung	7
2. 4. Untersuchungsspektrum und -methodik	7
Antioxidativer Status	8
Stoffwechselstatus	8
2. 5. Statistische Bearbeitung.....	8
3. Ergebnisse.....	9
3.1. Verbleib der Sauen	9
3. 2. Antioxidativer Status	9
3. 2. 1. Glutathionperoxidase.....	9
3. 2. 2. Selen.....	9
3. 2. 3. Superoxid-Dismutase.....	10
3. 2. 4. Trolox equivalent antioxidative capacity.....	11
3. 2. 5. Antioxidative Kapazität der wasserlöslichen Substanzen	12
ACW mmol/l.....	12
3. 2. 6. Vitamin E.....	12
3. 2. 7. Vitamin A.....	13
3. 3. Stoffwechselstatus.....	14
3. 3. 1. Enzyme.....	14
3. 3. 2. Proteine.....	15
3. 3. 3. Elektrolyte.....	15
3. 3. 4. Weitere klinisch-chemische Parameter	16
3. 4. Blutbild.....	17
3. 5. Ergebnisse der Futteranalysen	18
3. 6. Ergebnisse der Wasseruntersuchung.....	19
4. Diskussion.....	20
4. 1. Verbleib der Sauen	20
4. 2. Antioxidativer Status.....	20
4. 3. Stoffwechselstatus	21
4. 3. 1. Enzyme	21
4. 3. 2. Proteine	22
4. 3. 3. Elektrolyte	22
4. 3. 4. Weitere klinisch-chemische Parameter	23
4. 4. Blutbild	23
4. 5. Ergebnisse der Futteranalysen	23
4. 6. Ergebnisse der Wasseruntersuchung	24
5. Schlussfolgerungen	24
Literaturverzeichnis.....	25

1 Einleitung

Verminderte Trächtigkeits- und Abferkelraten sowie eine erhöhte Abortrate in einem Bestand sind oft auf mehrere Ursachen zurückzuführen (WRATHALL, 1977). Daher sollte die Diagnostik sich nicht auf einzelne betroffene Tiere beschränken, sondern eine umfassende Analyse des Bestandes anhand von Produktionsdaten einschließen. Je besser die Dokumentation im Betrieb, umso besser können Probleme analysiert und behoben werden. Infektiös bedingte Fruchtbarkeitsstörungen müssen ausgeschlossen werden.

Produktionsdaten allein geben jedoch nur einen Anhaltspunkt über das Ausmaß, nicht über die Ursachen der Fruchtbarkeitsstörungen.

Stoffwechseluntersuchungen in Schweinebeständen dienen im Wesentlichen zwei Zielstellungen:

- a) Untersuchung der Stoffwechselsituation bei Verdacht auf nicht ausgewogene Futterrationen mit gesundheitlichen Risiken bzw. Leistungseinbußen
- b) Aufklärung von Ursachen fütterungsbedingter Leistungsdepressionen, Tierverluste bzw. Fertilitätsstörungen.

Verdachtssituationen liegen vor bei:

- erhöhter Anzahl von Umrauschern und Abgängen in der Trächtigkeit und Laktation sowie bei
- hohem Anteil an lebensschwachen, totgeborenen oder untergewichtigen Ferkeln und geringer Wurfgröße.

Die Bedeutung von Radikalen (Elemente oder Verbindungen mit unpaaren Elektronen) auf der einen Seite sowie Antioxidantien (Stoffe, die vor der Wirkung von Radikalen schützen) andererseits ist grundsätzlich seit längerem bekannt. Ihre universelle Bedeutung für Lebensabläufe, Leistungsfähigkeit, die Adaptation und immunologische Reaktionen wie auch für den Alterungsprozess sind in jüngerer Zeit besonders in der Humanmedizin stärker in den Mittelpunkt der Forschung gerückt worden.

Tiere verfügen ebenfalls über ein komplexes System antioxidativer Stoffe, um sich vor der übermäßigen Wirkung von Radikalen zu schützen. Dazu zählen viele Stoffe, die z. T. mit der Nahrung aufgenommen werden wie Carotinoide, Jod, Selen, Vitamin C und Vitamin E, Folsäure, Flavonoide, Riboflavin, Thiamin, Niacin und Chelatbildner, oder im Stoffwechsel entstehen wie z. B. Bilirubin, NADH, NADPH, Transportproteine und Harnsäure. Des Weiteren stehen dem Organismus eine Vielzahl an enzymatischen Systemen zur Verfügung (SOD, GPX usw.).

Der antioxidative Status hat besonders beim Schwein Einfluss auf die gesundheitliche Situation und die Leistung (Zunahme bei Saugferkeln und Mastläufern, Absetzen von der Mutter, Trächtigkeit, Geburt und folgende Laktationsperiode) (Sattler et al., 2004).

Die folgende Untersuchung wurde unter folgender Fragestellung durchgeführt:

- Wie verhalten sich die ausgewählten Blutparameter in Trächtigkeit und Laktation in dem Bestand mit Fruchtbarkeitsstörungen?
- Zeigen Sauen, die nicht tragend werden oder bleiben, Besonderheiten in den Ergebnissen der Blutuntersuchung vor der Besamung?
- Gibt es eine jahreszeitliche Beeinflussung?
- Lassen sich Rückschlüsse auf Ursachen der niedrigen Trächtigkeits- und Abferkelrate des Bestandes ziehen?
- Welchen Einfluss haben Futterzusammensetzung und Mykotoxingehalt des Futters?

Das zu wählende Parameterspektrum und der Probenumfang sowie die Entnahmezeitpunkte entsprechen bezogen auf diese Fragestellungen den Empfehlungen aus ROSSOW und HORWATH (1988) sowie der TGL 35423 (1988).

2 Tiere, Material und Methodik

2.1 Betrieb

In diese Untersuchung wurde eine Thüringer Sauenzuchtanlage einbezogen. Es handelte sich dabei um eine Anlage mit 1500 produktiven Sauen. Der Produktionsrhythmus erfolgte wöchentlich, die Säugezeit betrug 21 Tage. Teile der Produktionsdaten zwischen September 2003 und Juni 2004 sind in Tabelle 1 verzeichnet.

Tabelle 1: Ausschnitt den Produktionsdaten einer Sauenzuchtanlage mit Fruchtbarkeitsstörungen zwischen 09/2003 und 06/2004

Trächtigkeitsrate %	86
Abferkelrate %	79
Abferkelrate JS %	78
gesamt geborene Ferkel	12,2
lebend geborene Ferkel	11,0
abgesetzte Ferkel	9,6
Ferkelverluste bis Absetzen %	11,9
Remontierungsrate %	58

Zusätzlich berichtet der Betrieb über eine stark schwankende Trächtigkeitsrate zwischen 60 und 100 % in den einzelnen Gruppen. Die Abferkelrate ist meist wesentlich niedriger als die Trächtigkeitsrate. Aborte sind teilweise in der achten bis zehnten Trächtigkeitswoche, zuweilen auch ein bis zwei Wochen vor dem Abferkeltermin zu beobachten. Die Remontierungsrate beläuft sich teilweise auf 70 %. Genaue Daten zu einzelnen Gruppen liegen nicht vor. Weiterhin müssen bis zu 10 % der Sauen wegen Milchmangel ausgesondert werden. Nach dem Absetzen treten bei den Sauen oft Lahmheiten oder Tribbeln auf.

2.2 Versuchsanordnung und Tiere

Es fanden vier Untersuchungsdurchgänge von Februar 2005 beginnend in vierteljährlichem Abstand statt. In jedem Durchgang wurden fünf Jungsaugen (nach dem 1. Wurf) und fünf Altsauen untersucht. Die Auswahl der Sauen erfolgte zufällig, jedoch wurden klinisch kranke Sauen von der Untersuchung ausgeschlossen.

Die Entnahme der Blutproben erfolgte bei jeder in die Untersuchung einbezogenen Sau zwei bis drei Tage vor der Belegung, in der vierten Trächtigkeitswoche, in der 14. Trächtigkeitswoche und sieben Tage post partum.

In der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) wurden zu jedem Termin Futtermittelproben und einmalig eine Wasserprobe untersucht.

2.3 Probenentnahme, -aufbereitung und -lagerung

Die Sauen wurden mittels Oberkieferschlinge fixiert. Die Blutentnahme erfolgte aus der Vena cava cranialis mittels Einmalkanülen. Es wurden zu jedem Untersuchungszeitpunkt ein Serum- sowie ein EDTA-Blutröhrchen entnommen. Die Blutproben wurden innerhalb von zwei Stunden im Labor der Medizinischen Tierklinik aufbereitet. Das Blutbild wurde sofort angefertigt. Die Serummonovetten wurden zentrifugiert und bis zur Untersuchung bei -18 °C gelagert.

2.4. Untersuchungsspektrum und -methodik

Zu jeder Entnahme wurde ein Differentialblutbild angefertigt sowie die in Tabelle 2 dargestellten Parameter des Stoffwechsel- und antioxidativen Status bestimmt. Die Untersuchungsmethodik wurde im Methodikteil zu Betrieb 1 (gesunder Hochleistungsbestand) beschrieben.

Tabelle 2: Untersuchte Parameter des Stoffwechsel- und antioxidativen Status in einer Sauenzuchtanlage mit Fruchtbarkeitsstörungen

Antioxidativer Status	Superoxid-Dismutase (SOD)
	Glutathionperoxidase (GPX)
	Antioxidative Kapazität wasserlöslicher Substanzen (ACW)
	Trolox Equivalent der antioxidativen Kapazität (TEAC)
	Vitamin A
	Vitamin E
	Selen
Stoffwechselstatus	Totalprotein
	Albumin
	Bilirubin
	Harnstoff
	Kreatinin
	Glucose
	Cholesterol
	Gamma-Glutamyltransferase (GGT)
	Glutamat-Dehydrogenase (GLDH)
	Creatinkinase (CK)
	Aspartat-Aminotransferase (AST)
	Alkalische Phosphatase (AP)
	gesamt Calcium
	Phosphat

2.5 Statistische Bearbeitung

Die Daten wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS ausgewertet. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test.

Differenzen zwischen den Untersuchungszeitpunkten wurden mit dem Wilcoxon-Test auf Signifikanz geprüft.

Signifikante Unterschiede zwischen zwei unabhängigen Stichproben bei nicht normal verteilten Parametern wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test ermittelt.

Bestehende Unterschiede zwischen mehr als zwei unabhängigen Stichproben wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test auf Signifikanz geprüft. Anschließend erfolgte die Analyse der signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen mit dem Mann-Whitney-U-Test.

Korrelationen zwischen den Parametern wurden mittels Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet.

Als signifikant werden Unterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$ bezeichnet. Korrelationen werden ab einem Korrelationskoeffizienten von 0,4 genannt.

3 Ergebnisse

3.1 Verbleib der Sauen

Die Abferkelrate der untersuchten Sauen betrug 76,3 %. Dabei traten deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Quartalen auf (Abb. 1).

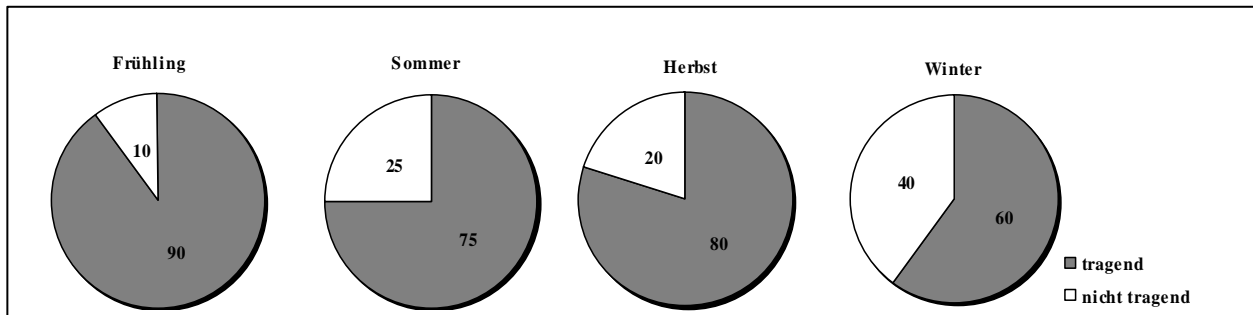


Abbildung 1: Abferkelrate (%) in den einzelnen Quartalen bei 80 Sauen eines Betriebes mit Fruchtbarkeitsstörungen

3.2 Antioxidativer Status

3.2.1 Glutathionperoxidase

Die GPX-Aktivität für alle untersuchten Sauen ist in Abbildung 2 dargestellt.

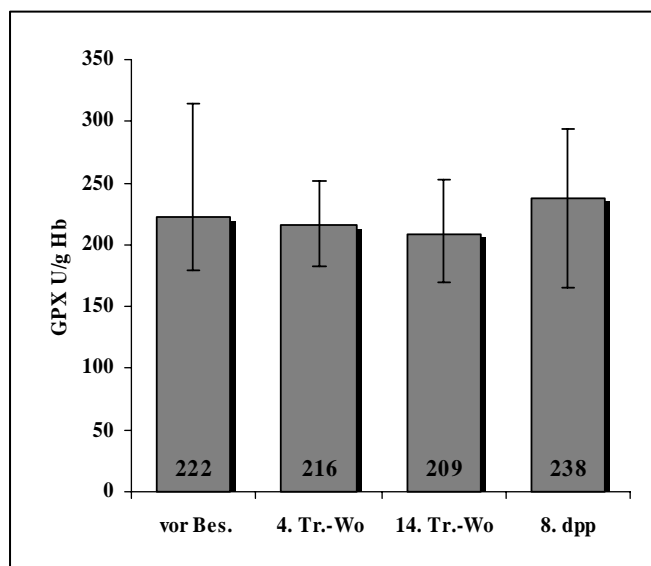


Abbildung 2: GPX-Aktivität im Trächtigtverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Die GPX-Aktivitäten der tragend gewordenen und der umrauschenden Sauen unterschieden sich nicht voneinander.

Vor der Besamung bis zur 4. Trächtigtwoche sinkt die GPX-Aktivität signifikant ab. Zu Beginn der Laktation steigt die GPX-Aktivität tendenziell leicht an. Es ist eine starke Streuung der Werte vorhanden.

Vor der Besamung ist die GPX-Aktivität im Winter mit 342 U/g Hb signifikant höher als in den anderen Jahreszeiten (199 bzw. 184 U/g Hb). Zu den anderen Untersuchungszeitpunkten ist dieser Unterschied nicht mehr nachweisbar.

Die GPX-Aktivität korrelierte am 8. Tag post partum positiv mit der TEAC ($r = 0,78$).

3.2.2 Selen

Abbildung 3 zeigt die Selenkonzentration aller Sauen. Auch hier war kein Unterschied zwischen den gesunden Sauen und denen mit Fruchtbarkeitsstörungen vorhanden. Zwischen den einzelnen Probenzeitpunkten waren keine Schwankungen feststellbar.

In der 4. und 14. Trächtigtkeitswoche wurden in der Herbstgruppe mit 2,24 bzw. 2,03 $\mu\text{mol/l}$ signifikant höhere Konzentrationen gefunden als in den anderen Quartalen (zwischen 1,6 und 1,85 $\mu\text{mol/l}$). Acht Tage post partum hingegen wurden in der Sommergruppe signifikant höhere Selenkonzentrationen gefunden (3,25 $\mu\text{mol/l}$).

Selen korrelierte vor der Besamung positiv mit Kreatinin ($r = 0,42$) sowie negativ mit der Erythrozytenzahl ($r = 0,50$). In der 14. Trächtigtkeitswoche sowie acht Tage post partum zeigte sich eine Korrelation von Selen mit der TEAC ($r = 0,43$).

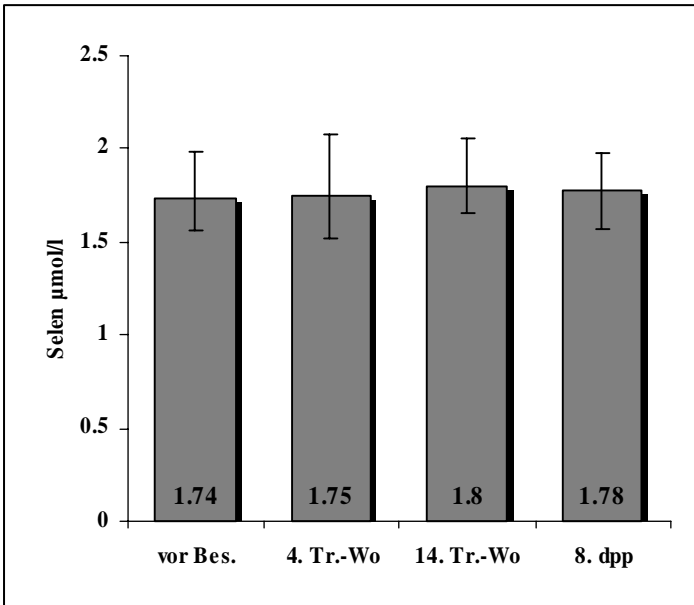


Abbildung 3: Selenkonzentration im Trächtigtkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

3. 2. 3 Superoxid-Dismutase

Die SOD-Aktivitäten aller Sauen sind in Abbildung 4 dargestellt. Zwischen tragenden und umrauschenden Sauen war kein Unterschied in der SOD-Aktivität vorhanden.

Vor der Besamung wurden signifikant höhere SOD-Aktivitäten gemessen als zu den anderen Untersuchungszeitpunkten.

In der 14. Trächtigtkeitswoche wurden im Sommer (1 398 U/g Hb) und im Herbst (1 455 U/g Hb) signifikant höhere SOD-Aktivitäten gefunden als im Frühling (1 157 U/g Hb) und im Winter (1 179 U/g Hb).

Vor der Besamung korrelierte die SOD-Aktivität positiv mit der TEAC ($r = 0,46$), mit der Harnstoffkonzentration ($r = 0,42$) sowie negativ mit der GGT-Aktivität ($r = -0,42$).

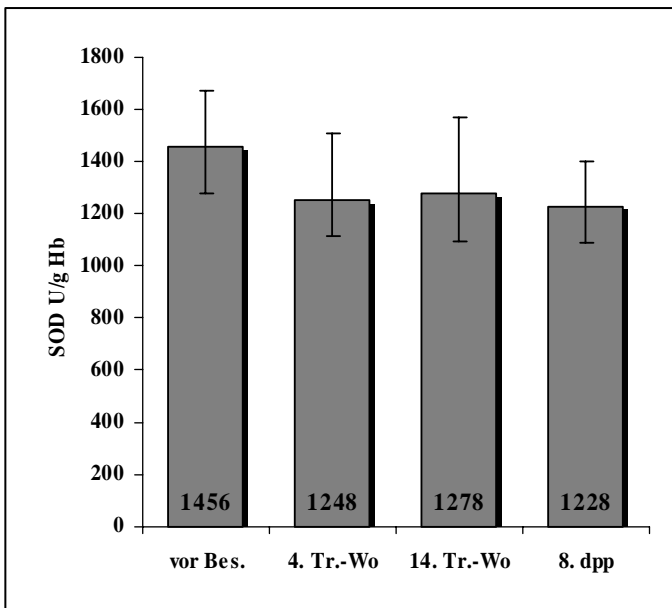


Abbildung 4: SOD-Aktivität im Trächtigkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

3. 2. 4 Trolox equivalent antioxidative capacity

Die TEAC-Konzentrationen zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten sind in Abbildung 5 dargestellt.

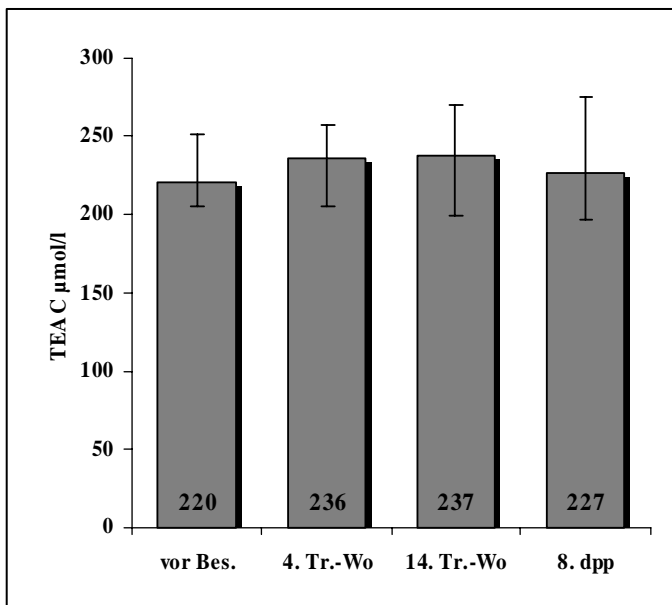


Abbildung 5: TEAC-Konzentration im Trächtigkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Bei den tragend gewordenen Sauen war die TEAC-Konzentration vor der Besamung mit 218 µmol/l signifikant niedriger als bei den Umrauschern (227 µmol/l). Während die TEAC-Konzentration bei den tragenden Sauen signifikant auf 238 µmol/l in der 4. Trächtigungswoche anstieg, war bei den Umrauschern ein tendenzieller Abfall auf 218 µmol/l zu verzeichnen. Vor der Besamung waren signifikant niedrigere TEAC-Konzentrationen festzustellen als in der Trächtigkeit. Acht Tage post partum sank die Konzentration wiederum gegenüber der Trächtigkeit.

Jahreszeitlich waren signifikante Unterschiede festzustellen, wie in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: TEAC-Konzentration im Trächtigtkeits- und Jahresverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

TEAC $\mu\text{mol/l}$	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
Frühling	200 (182, 230)	199 (196, 208)	186 (170, 197)	198 (189, 211)
Sommer	212 (188, 224)	243 (230, 281)	236 (221, 252)	242 (242, 242)
Herbst	221 (216, 245)	243 (235, 257)	291 (270, 355)	fehlend
Winter	255 (223, 286)	254 (200, 272)	245 (230, 260)	276 (252, 293)

Die TEAC-Konzentrationen in der Frühjahrsgruppe waren signifikant niedriger als in den anderen Quartalen.

Zusätzlich zu den oben angegebenen Korrelationen zeigt sich eine positive Korrelation der TEAC zu Vitamin E ($r = 0,48$) in der 4. Trächtigtkeitswoche, zu Selen ($r = 0,43$), Vitamin E ($r = 0,53$), zur CK ($r = 0,55$) und zur AST ($r = 0,57$), sowie eine negative Korrelation zum Totalprotein ($r = -0,44$), zu Calcium ($r = -0,47$) und zum Kreatinin ($r = -0,56$) in der 14. Trächtigtkeitswoche. Am 8. Tag post partum korrelierte die TEAC positiv mit der Selenkonzentration ($r = 0,63$).

3. 2. 5 Antioxidative Kapazität der wasserlöslichen Substanzen

Bei 74 % der Sauen war keine ACW im Serum nachweisbar. Die bei den anderen Sauen gemessenen Konzentrationen lagen nur knapp über der messbaren Untergrenze. Tabelle 4 stellt die gemessenen Konzentrationen bei allen Sauen dar. Zwischen tragenden Sauen und Umrauschern konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Tabelle 4: ACW-Konzentration im Trächtigtkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
ACW mmol/l	4,1 (0; 6,9)	0,48 (0; 3,7)	4,75 (2,7; 7,55)	4,3 (0; 5,8)

Die Unterschiede im Trächtigtkeitsverlauf waren statistisch nicht zu sichern. Zwischen den Quartalen wurden ebenfalls keine Unterschiede festgestellt.

In der 14. Trächtigtkeitswoche war eine positive Korrelation der ACW mit dem Vitamin E positive Korrelation festzustellen ($r = 0,77$).

3. 2. 6 Vitamin E

Die Vitamin E-Konzentrationen der Sauen sind in Abbildung 6 zu sehen.

Tragende und umrauschende Sauen zeigten keine unterschiedlichen Konzentrationen.

Die Vitamin E-Konzentrationen waren in der 14. Trächtigtkeitswoche signifikant niedriger als zu den ersten beiden Entnahmen. Am 8. Tag post partum waren signifikant geringere Vitamin E-Konzentrationen als zu den anderen drei Entnahmen zu finden.

In Tabelle 5 sind die erheblichen und signifikanten jahreszeitlichen Differenzen der Vitamin E-Konzentrationen zu sehen.

Neben den oben bereits genannten Korrelationen war vor der Besamung eine positive Korrelation zu Vitamin A ($r = 0,49$), zum Albumin ($r = 0,49$), zum Cholesterol ($r = 0,80$), zur GLDH ($r = 0,58$) sowie zur CK ($r = 0,41$) festzustellen. In der 4. Trächtigtkeitswoche zeigte sich eine positive Korrelation zum Cholesterol ($r = 0,58$). Am 8. Tag post partum war wiederum eine positive Korrelation zu Vitamin A ($r = 0,43$) und zum Cholesterol ($r = 0,53$) zu finden.

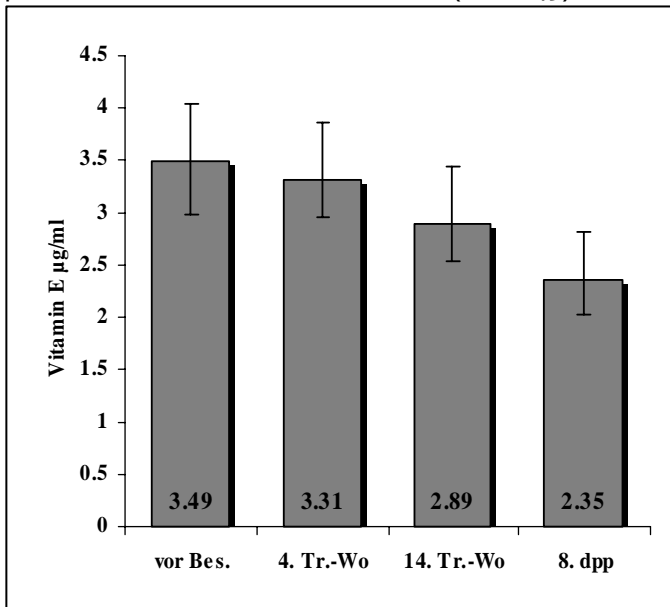


Abbildung 6: Vitamin E-Konzentration im Trächtigtkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Tabelle 5: Vitamin E-Konzentration im Trächtigtkeits- und Jahresverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Vit. E µg/ml	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
Frühling	3,37 (2,94; 4,08)	2,8 (2,45; 2,97)	2,63 (2,37; 2,77)	2,38 (2,04; 2,93)
Sommer	2,87 (2,24; 3,29)	3,27 (2,94; 3,36)	3,59 (2,94; 4,24)	3,03 (3,03; 3,03)
Herbst	3,70 (3,3; 4,28)	3,47 (3,18; 3,83)	2,76 (2,08; 3,23)	fehlend
Winter	3,69 (3,46; 4,42)	4,42 (3,86; 4,7)	3,14 (2,55; 3,33)	2,18 (1,9; 2,63)

3. 2. 7 Vitamin A

Die Vitamin A-Konzentrationen aller Sauen sind in Abbildung 7 dargestellt. Auch hier waren keine Unterschiede zwischen tragenden und umrauschenden Sauen vorhanden.

In der 4. Trächtigtkeitswoche waren signifikant höhere Vitamin A-Konzentrationen zu finden als zu den anderen Untersuchungszeitpunkten. In der 14. Trächtigtkeitswoche und acht Tage post partum waren die Vitamin A-Konzentrationen signifikant niedriger als zu den ersten beiden Untersuchungszeitpunkten.

Die Sommergruppe wies zum Zeitpunkt vor der Besamung mit $0,32 \mu\text{g/ml}$ signifikant niedrigere Vitamin A-Konzentrationen auf als die anderen Gruppen. In der 14. Trächtigtkeitswoche lagen die Vitamin A-Konzentrationen der Sommergruppe mit $0,38 \mu\text{g/ml}$ jedoch signifikant über denen der anderen Gruppen.

Neben den bereits genannten Korrelationen zeigte sich vor der Besamung eine positive Korrelation zwischen Vitamin A und Cholesterol ($r = 0,40$).

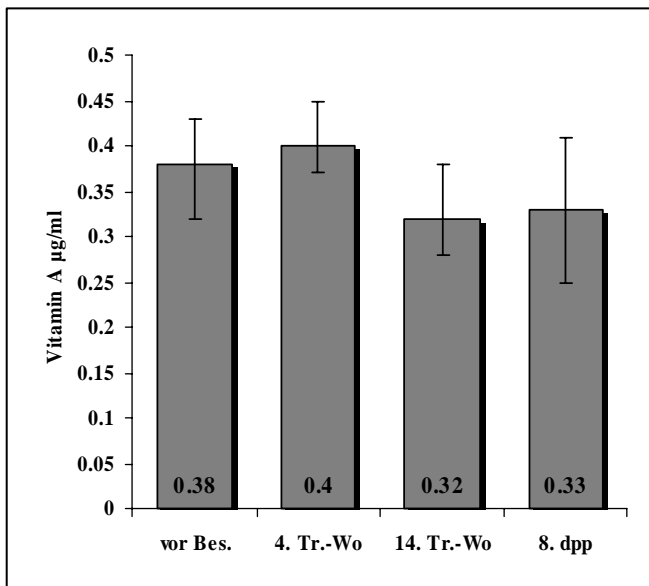


Abbildung 7: Vitamin A-Konzentration im Trächtigtkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

3.3 Stoffwechselstatus

3.3.1 Enzyme

Die Aktivitäten der CK, AST, GLDH, GGT und AP sind in Tabelle 6 dargestellt. Unterschiede zwischen tragenden Sauen und Umrauschern waren nicht vorhanden.

Tabelle 6: Enzymaktivitäten im Trächtigtkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
CK U/l	347 (261, 504)	376 (318, 564)	412 (327, 633)	414 (305, 582)
AST U/l	23,3 (18; 26,3)	22,1 (16,7; 27,2)	18,7 (14,3; 25,2)	21,4 (16,4; 29,3)
GLDH U/l	1,35 (1,0; 1,9)	1,5 (1,2; 1,8)	0,9 (0,7; 1,2)	0,8 (1,3; 0,7)
GGT U/l	29,9 (25,4; 35,1)	30,6 (25,1; 35,8)	31,8 (26,1; 37,4)	28,0 (24,2; 32,7)
AP U/l	62,5 (42,2; 88,0)	79,0 (50,5; 100)	64,0 (47,0; 78,0)	44,5 (30,8; 57,5)

CK und GGT zeigten keine unterschiedlichen Aktivitäten im Untersuchungsverlauf.

Die AST-Aktivität war am 8. Tag post partum signifikant höher als in der 14. Trächtigtkeitswoche.

Die GLDH-Aktivitäten waren vor Besamung und in der 4. Trächtigtkeitswoche signifikant höher als in der 14. Trächtigtkeitswoche und am 8. Tag post partum.

Die AP-Aktivitäten waren zu allen Untersuchungszeitpunkten signifikant unterschiedlich. Die höchsten AP-Aktivitäten wurden in der 4. Trächtigtkeitswoche, die niedrigsten am 8. Tag post partum gemessen.

In der 14. Trächtigtkeitswoche waren die CK-Aktivitäten in der Herbstgruppe mit 3 674 U/l (633; 9 739) signifikant höher als in den anderen Quartalen (zwischen 335 und 395 U/l). Dieser Untersuchungszeitpunkt war der einzige mit CK-Aktivitäten oberhalb des Referenzbereiches von 2 000 U/l. Die anderen CK-Aktivitäten lagen im Normbereich.

Weiterhin waren in der 14. Trächtigtkeitswoche der Herbstgruppe die AST-Aktivitäten mit 31,1 U/l (18,7; 218,7) signifikant höher als in den anderen Quartalen (zwischen 12,8 und 21,5 U/l). Auch hier fallen in dieser Gruppe Aktivitäten oberhalb des Referenzbereiches von 40 U/l. Alle anderen Gruppen zeigten physiologische AST-Aktivitäten.

Die CK-Aktivität korrelierte vor der Besamung positiv mit der AP ($r = 0,48$), mit der Hämoglo-

bin-Konzentration ($r = 0,41$) und mit dem Hämatokrit ($r = 0,53$). In der 4. Trächtigswoche war eine positive Korrelation zwischen CK und AST ($r = 0,51$) nachweisbar, wie auch in der 14. Trächtigswoche ($r = 0,69$) und am 8. Tag post partum ($r = 0,68$).

3. 3. 2 Proteine

Die Konzentrationen von Totalprotein und Albumin sind in Abbildung 8 wiedergegeben. Die Totalproteinkonzentrationen lagen bei den Umrauschenden Sauen vor der Besamung mit 81,3 g/l (75,3; 86,8) signifikant über denen der Sauen, die tragend wurden (74,6 g/l; 71,5; 78,7). Die Proteinkonzentrationen der Umrauscher lagen vor der Besamung teilweise oberhalb des physiologischen Bereiches von 72 bis 85 g/l.

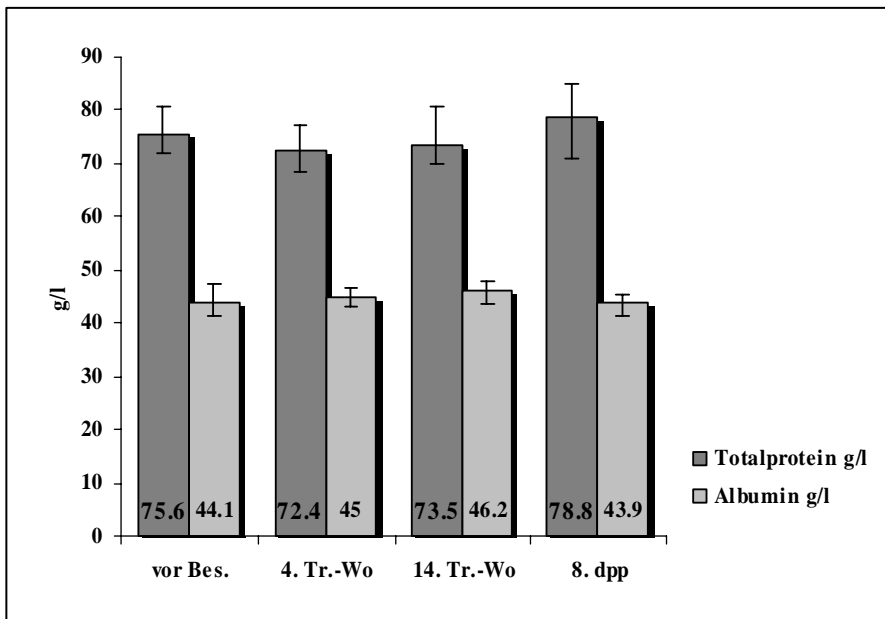


Abbildung 7: Totalprotein- und Albumin-Konzentration im Trächtigsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Die Totalproteinkonzentration sank zur 4. Trächtigswoche signifikant ab um dann am 8. Tag post partum wieder signifikant anzusteigen. Die Albuminkonzentration zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten.

Die Frühjahrsgruppe wies in der 14. Trächtigswoche mit 84,4 g/l signifikant höhere Totalproteinkonzentrationen auf als die anderen Gruppen (zwischen 69 und 74 g/l).

Die Albuminkonzentration zeigte keine Unterschiede zwischen den Quartalen.

Die Totalproteinkonzentration korrelierte in der 14. Trächtigswoche positiv mit dem Kreatinin ($r = 0,62$). Am 8. Tag post partum ergab sich eine positive Korrelation zwischen Totalprotein und Albumin ($r = 0,40$).

Die Albuminkonzentration korrelierte zu allen Untersuchungszeitpunkten positiv mit der Erythrozytenzahl ($r = 0,56$), mit dem Hämoglobin ($r = 0,72$) sowie mit dem Hämatokrit ($r = 0,70$).

3. 3. 3 Elektrolyte

Die Calcium- und Phosphatkonzentrationen aller Sauen sind in Abbildung 8 dargestellt.

Die Phosphatkonzentration der umrauschenden Sauen war mit 1,93 mmol/l (1,71; 2,50) vor der Besamung signifikant niedriger als die der tragend gewordenen Sauen (2,41 mmol/l; 2,15; 2,68).

Die Calciumkonzentration sank in der Trächtigkeit signifikant ab und war am 8. Tag post partum wieder signifikant höher als in der Trächtigkeit.

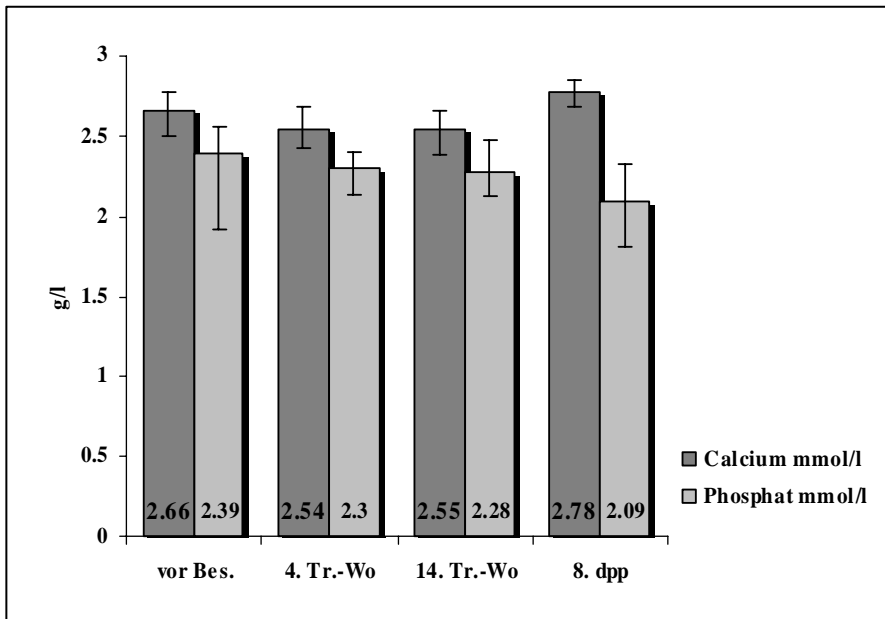


Abbildung 8: Calcium- und Phosphat-Konzentration im Trächtigkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Die Phosphatkonzentration änderte sich zu den einzelnen Untersuchungszeitpunkten nicht. Die Calciumkonzentration zeigte zu allen Untersuchungszeitpunkten signifikante Differenzen zwischen den Quartalen (Tab. 7).

Tabelle 7: Calcium-Konzentration im Trächtigkeits- und Jahresverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

Calcium mmol/l	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
Frühling	2,81 (2,68; 2,86)	2,72 (2,66; 2,75)	2,66 (2,63; 2,73)	2,78 (2,68; 2,84)
Sommer	2,67 (2,60; 2,75)	2,37 (2,22; 2,49)	2,34 (2,15; 2,44)	2,55 (2,55; 2,55)
Herbst	2,36 (2,29; 2,49)	2,46 (2,41; 2,53)	2,40 (2,25; 2,53)	fehlend
Winter	2,67 (2,60; 2,76)	2,64 (2,55; 2,68)	2,62 (2,56; 2,68)	2,80 (2,69; 2,90)

Die Phosphatkonzentration lag vor der Besamung in der Frühjahrsgruppe (2,09 mmol/l) und in der Wintergruppe (2,12 mmol/l) signifikant unter der in der Sommergruppe (2,47 mmol/l) und in der Herbstgruppe (2,50 mmol/l) gemessenen.

Die Phosphatkonzentration korrelierte vor der Besamung negativ mit dem Kreatinin ($r = -0,48$) sowie positiv mit der Erythrozytenzahl ($r = 0,64$) und dem Hämoglobin ($r = 0,43$). In der 4. Trächtigkeitswoche war eine positive Korrelation zwischen Phosphat und der AP festzustellen ($r = 0,46$). Die Calciumkonzentration zeigte keine Korrelationen zu anderen Parametern.

3. 3. 4 Weitere klinisch-chemische Parameter

Die Konzentrationen von Bilirubin, Harnstoff, Kreatinin, Glucose und Cholesterol sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Harnstoffkonzentrationen lagen vor der Besamung und in der 4. Trächtigkeitswoche bei den umrauschenden Sauen mit 5,48 bzw. 4,62 mmol/l signifikant unter den bei den tragenden Sauen gemessenen (6,37 bzw. 5,69 mmol/l). Die Kreatininkonzentration hingegen war mit 133 μ mol/l vor Besamung und 167 μ mol/l in der 4. Trächtigkeitswoche bei den Umrauschern signifikant höher als bei den tragenden (129 bzw. 146 μ mol/l).

Tabelle 8: Klinisch-chemische Parameter im Trächtigkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
Bilirubin $\mu\text{mol/l}$	1,8 (1,4; 2,1)	1,7 (1,4; 2,0)	1,6 (1,0; 2,3)	2,1 (1,7; 3,1)
Harnstoff mmol/l	6,2 (5,1; 7,5)	5,6 (4,9; 6,2)	4,4 (3,3; 5,7)	3,8 (3,2; 4,7)
Kreatinin $\mu\text{mol/l}$	133 (113; 157)	149 (134; 167)	158 (140; 174)	161 (143; 187)
Glucose mmol/l	3,9 (3,6; 4,4)	3,7 (3,4; 4,0)	3,7 (3,3; 4,3)	4,0 (3,6; 4,3)
Cholesteroll mmol/l	2,1 (1,8; 2,5)	1,9 (1,8; 2,1)	1,8 (1,7; 1,9)	1,6 (1,3; 1,8)

Die Bilirubin- sowie die Glucosekonzentrationen änderten sich zu den Untersuchungszeitpunkten nicht. Die Harnstoffkonzentration zeigte einen kontinuierlichen signifikanten Abfall im Verlauf der Untersuchung. Die Kreatininkonzentration hingegen stieg im Verlaufe der Untersuchung kontinuierlich signifikant an.

Die Cholesterolkonzentration sank im Untersuchungsverlauf kontinuierlich signifikant ab.

In der 14. Trächtigkeitswoche lagen die Harnstoffkonzentrationen im Sommer (6,1 mmol/l) und im Herbst (5,1 mmol/l) signifikant über den im Frühling (3,8 mmol/l) und im Winter (3,3 mmol/l) gemessenen.

Die Kreatininkonzentration in der 14. Trächtigkeitswoche lag in der Frühjahrsgruppe mit 189 $\mu\text{mol/l}$ signifikant über den anderen Quartalen (zwischen 140 und 152 $\mu\text{mol/l}$).

Vor der Besamung ergab sich eine negative Korrelation zwischen Harnstoff und Kreatinin ($r = 0,40$).

3. 4. Blutbild

Die Leukozytenzahl, Erythrozytenzahl, die Hämoglobinkonzentration sowie der Hämatokrit sind in Tabelle 9 dargestellt. Die Parameter des Blutbildes zeigten keine Unterschiede zwischen Umrauschern und tragenden Sauen. Die Leukozytenzahl sank in der Trächtigkeit signifikant ab und stieg acht Tage post partum wieder signifikant an.

Die Erythrozytenzahl, die Hämoglobinkonzentration sowie der Hämatokrit hingegen stiegen in der 4. Trächtigkeitswoche signifikant an und verminderten sich am 8. Tag post partum wieder signifikant. In der 14. Trächtigkeitswoche waren in der Herbstgruppe mit 10,9 G/l signifikant niedrigere Leukozytenzahlen zu finden als in den anderen Quartalen (um 15,5 G/l).

Tabelle 9: Klinisch-chemische Parameter im Trächtigkeitsverlauf bei 80 Sauen eines Bestandes mit Fruchtbarkeitsstörungen (Median, 1. und 3. Quartal)

	vor Besamung	4. Tr.-Woche	14. Tr.-Woche	8 Tage p.p.
Leukozyten G/l	15,4 (13,7; 17,7)	13,7 (11,9; 14,9)	13,7 (11,3; 16,2)	15,5 (13,1; 17,7)
Erythrozyten T/l	6,1 (5,5; 6,8)	7,1 (6,5; 7,8)	6,2 (6,1; 6,9)	5,8 (5,5; 6,1)
Hämoglobin mmol/l	7,6 (7,1; 8,0)	8,0 (7,4; 8,3)	7,8 (7,2; 8,1)	7,2 (6,7; 7,6)
Hämatokrit l/l	0,36 (0,33; 0,38)	0,39 (0,36; 0,41)	0,36 (0,34; 0,37)	0,33 (0,30; 0,35)

3. 5. Ergebnisse der Futteranalysen

Die Ergebnisse der Futteruntersuchung sind in den Tabellen 10 und 11 dargestellt. Die Unterteilung erfolgte nach Jungsauenfutter, Trächtigkeitsfutter und Laktationsfutter für alle Abnahmezeitpunkte und Quartale. Fett markierte Werte weichen von den von Hilgers (2005) empfohlenen Normwerten ab.

Tabelle 10: Ergebnisse der Futteranalysen I in einem Sauenbestand mit Fruchtbarkeitsstörungen

Probenart	Datum	Ergebnisse % je kg Originalsubstanz									
		TM	Ra	Rp	Rfa	Rfe	Ca	P	Na	Stärke	Zucker
Lakt.-futter	02.02.05	88.5	5.60	19.1	4.4	5.1	0.94	0.65	0.20	38.2	4.2
Tragefutter	02.02.05	87.9	4.70	13.0	7.4	3.9	0.72	0.57	0.21	40.7	3.2
JS-futter	02.02.05	87.1	5.60	17.5	5.8	3.3	0.80	0.67	0.21	36.1	4.0
JS-futter	08.03.05	88.9	4.70	15.1	3.8	3.6	0.80	0.47	0.22	46.3	3.1
Tragefutter	08.03.05	88.6	4.27	13.2	6.7	3.7	0.60	0.49	0.18	42.0	3.2
Lakt.-futter	08.03.05	88.9	5.60	17.1	4.4	5.7	0.99	0.59	0.23	40.0	3.7
Lakt.-futter	13.04.05	88.9	5.30	17.4	4.1	5.0	0.91	0.68	0.22	41.3	3.4
JS-futter	13.04.05	87.9	5.20	16.3	5.0	4.4	0.69	0.74	0.16	36.5	4.7
Tragefutter	13.04.05	88.8	4.40	13.3	5.8	3.8	0.48	0.58	0.18	40.4	5.2
Tragefutter 6-7/05	26.08.05	89.4	4.90	14.5	6.6	3.7	0.57	0.6		38.3	4.5
JS-futter	26.08.05	88.9	4.47	16.6	5.4	4.0	0.57	0.65		40.3	3.3
Lakt.-futter	26.08.05	89.2	5.03	17.1	4.6	4.3	0.70	0.65		38.6	4.2
JS-futter	26.08.05	89.3	4.77	17	5.5	4.2	0.67	0.63		40.2	3.3
Lakt.-futter 14.6.05	26.08.05	89.3	5.32	18.1	3.9	4.4	0.80	0.65		40.8	4.0
Tragefutter 27.7.05	26.08.05	89.4	4.42	13.4	5.2	4.1	0.59	0.53		41.7	5.1
Tragefutter 23.8.05	26.08.05	89.7	4.64	14.6	5.8	3.7	0.57	0.58		39.5	4.0
JS-futter 23.8.05	26.08.05	89.2	4.32	16.2	5.5	4.1	0.60	0.63		40.2	3.2
Lakt.-futter 23.8.05	26.08.05	89.1	4.61	16.9	4.6	4.2	0.65	0.63		50.5	3.3
JS-futter 27.9.05	04.10.05	87.4	5.96	16.4	5.7	3.6	0.95	0.68		37.5	4.5
Lakt.-futter 27.9.05	04.10.05	88.3	5.54	17.4	4.8	3.9	0.81	0.64		39.5	3.7

Die Rohproteinkonzentration war im Laktations- und Jungsauenfutter teilweise deutlich erhöht. Calcium lag in den meisten Futterproben oberhalb des Bedarfsbereiches bis auf eine Entnahme im Tragefutter. Phosphat war ebenfalls in den meisten Futterproben erhöht. Das Calcium-Phosphor-Verhältnis war aus diesen Gründen teilweise stark verschoben.

Tabelle 11: Ergebnisse der Futteranalysen II in einem Sauenbestand mit Fruchtbarkeitsstörungen

Probenart	Datum	MJ/kg			mg/kg OS				mg/kg TM	
		ME	Lys	Meth	Zn	Cu	DON	Zea	Se	J
Lakt.-futter	02.02.05	13.6	1.04	0.28	128	20.8	0.17	0.021	0.36	
Tragefutter	02.02.05	12.0	0.57	0.19	139	19.7	0.17	0.022	0.25	
JS-futter	02.02.05	12.3	0.91	0.24	134	19.7	0.22	0.020	0.38	
JS-futter	08.03.05	13.5	1.10	0.31	164	125.0	0.14	0.020	0.48	
Tragefutter	08.03.05	12.3	0.64	0.20	135	22.3	0.15	0.020	0.28	
Lakt.-futter	08.03.05	13.6	0.99	0.70	149	21.8	0.11	0.100	0.44	
Lakt.-futter	13.04.05	13.6			138	21.7	0.18	0.270	0.34	
JS-futter	13.04.05	12.8			161	20.5	0.25	0.020	0.56	
Tragefutter	13.04.05	12.5			146	17.9	0.25	0.020	0.57	
Tragefutter 6-7/05	26.08.05	12.3	0.79	0.21	70	14.9	0.39	0.020	0.17	0.53
JS-futter	26.08.05	13.0	0.85	0.25	132	19.3	0.34	0.020	0.52	1.09
Lakt.-futter	26.08.05	13.2	1.00	0.26	101	26.2	0.81	0.043	0.2	1.11
JS-futter	26.08.05	13.1	0.84	0.22	151	20.6	0.29	0.020	0.55	1.32
Lakt.-futter 14.6.05	26.08.05	13.7	1.08	0.28	136	28.3	0.56	0.028	0.3	1.76
Tragefutter 27.7.05	26.08.05	12.9	0.62	0.2	137	19.4	0.30	0.020	0.68	1.17
Tragefutter 23.8.05	26.08.05	12.6	0.79	0.24	77	17.0	0.36	0.020	0.18	0.75
JS-futter 23.8.05	26.08.05	12.9	0.80	0.25	138	18.3	0.29	0.020	0.66	1.15
Lakt.-futter 23.8.05	26.08.05	14.2	0.94	0.26	121	22.1	0.47	0.020	0.34	1.34
JS-futter 27.9.05	04.10.05	12.4	0.99	0.26	144	27.8	0.10	0.020	0.27	2.68
Lakt.-futter 27.9.05	04.10.05	13.0	1.11	0.30	129	26.5	0.10	0.020	0.20	1.09

Die Energiedichte im Laktationsfutter war in einem Fall über dem Bedarfbereich. Der Kupfergehalt war in vier Fällen erhöht. Nur in einem Fall war eine geringfügige Erhöhung der Zearealen-Konzentration feststellbar.

3. 6 Ergebnisse der Wasseruntersuchung

Die Ergebnisse der einmaligen Wasseruntersuchung sind in Tabelle 12 dargestellt. Die Entnahme erfolgte am Zentralwasserhahn im Futterhaus.

Tabelle 12: Ergebnisse der Wasseranalysen in einem Bestand mit Fruchtbarkeitsstörungen

pH-Wert	7,9	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	1253
Nitrit mg/l	<0,3	E. Coli KBE/100 ml	0,3
Nitrat mg/l	31,3	Coliforme Keime KBE/100 ml	0,3
Eisen mg/l	0,01	Koloniezahl 20° KBE/ml	0
Sulfat mg/l	397	Koloniezahl 36° KBE/ml	1
Härtegrad °dH	33,5		

Der Sulfatgehalt sowie der Härtegrad des Wassers (in Tab. 12 fett markiert) lagen deutlich über den als ungeeignet angegebenen Werten (über 250 mg/l für Sulfat sowie über 25 °dH für die Wasserhärte).

4 Diskussion

4.1 Verbleib der Sauen

Die bei den untersuchten Sauen festgestellte Abferkelrate von 76 % widerspiegelt die Situation des Betriebes und kann als zu niedrig eingestuft werden (WERNER und WÖRNER, 1993). Starke Schwankungen zwischen einzelnen Gruppen wie hier von 90 % im Frühjahr bis zu 60 % im Winter wurden auch vom Betriebsleiter immer wieder beschrieben, wobei eine hier untersuchte Anzahl von 20 Sauen die Situation in der entsprechenden Abferkelgruppe nur bedingt wiedergibt. Auf eventuelle Beziehungen zu Parametern des antioxidativen und Stoffwechselstatus wird in den nächsten Abschnitten eingegangen. Die nicht tragend gewordenen Sauen konnten je nach dem Zeitpunkt des Feststellens der nicht vorhandenen Trächtigkeit nur maximal bis zur 2. Probenentnahme verfolgt werden.

4.2 Antioxidativer Status

Die SOD-Aktivität der Sauen war vor der Besamung signifikant höher als in der Trächtigkeit (Abb. 4), wobei zwischen den tragend gewordenen und den umrauschenden Sauen vor der Besamung kein Unterschied bestand. Hohe SOD-Aktivitäten sprechen für schwachen bis mäßigen oxidativen Stress (SATTLER, 2001) und sind als Adaptation des Enzyms an die erhöhten Anforderungen zu werten (TSAN, 1993). Die vor der Besamung gemessenen SOD-Aktivitäten lagen über den zum gleichen Zeitpunkt gemessenen Aktivitäten des in diese Studie einbezogenen Hochleistungsbetriebes, während in dem Betrieb mit MMA fast doppelt so hohe SOD-Aktivitäten gemessen werden konnten. Der Zeitpunkt vor der Besamung entspricht dem Zeitpunkt nach dem Absetzen der Ferkel und deutet auf oxidativen Stress in der späten Laktation hin.

Diese Befunde bestätigen sich auch in der gemessenen GPX-Aktivität. Auch hier waren vor der Besamung signifikant höhere Aktivitäten zu messen (Abb. 2), unabhängig davon, ob die Sauen später tragend wurden oder nicht. Erhöhte GPX-Aktivitäten sprechen ebenfalls für eine Adaptation bei oxidativem Stress, wie von BOR et al. (1999) beim Menschen festgestellt wurde. SZCZUBIAL et al. (2004) untersuchten die GPX-Aktivität im peripartalen Zeitraum bei Sauen und fanden einen Abfall sieben Tage vor der Abferkelung, was sich hier in einer leichten Verminderung der GPX-Aktivität in der 14. Trächtigkeitswoche nachvollziehen lässt. Die signifikant höhere GPX-Aktivität vor der Besamung in der Wintergruppe gibt in Verbindung mit der niedrigen Abferkelrate in dieser Gruppe ebenfalls einen Hinweis auf oxidativen Stress. Die GPX-Aktivitäten lagen vor der Besamung deutlich über denen des Hochleistungsbetriebes aber unter denen des Betriebes mit MMA.

Die GPX zeigte keine Korrelation mit der **Selenkonzentration** (Abb. 3), die sich auf dem annähernd gleichen Level bewegte wie in dem Hochleistungsbetrieb und dem Betrieb mit MMA. Die Selenkonzentration blieb während der Trächtigkeit und in der Laktation konstant. Die GPX-Aktivitäten lagen immer oberhalb von 130 U/g Hb, was für eine ausreichende Selenversorgung spricht (WOLF et al., 1998). Schwankungen der GPX-Aktivität durch eine unzureichende Selenversorgung können daher ausgeschlossen werden. Das bestätigen auch die Futtermitteluntersuchungen, bei denen zu jedem Entnahmezeitpunkt adäquate Selenkonzentrationen gefunden wurden.

Die **TEAC** Konzentration war bei den umrauschenden Sauen vor der Besamung höher als bei den tragend gewordenen. Außerdem war ein Anstieg der TEAC-Konzentration während der Trächtigkeit zu verzeichnen (Abb. 5). Da die TEAC ein Summenparameter ist, der wasser- und fettlösliche Antioxidantien im Serum umfasst (MILLER et al., 1993), ist eine Interpretation von geringen, wenn auch signifikanter Änderungen schwierig. Verminderte Konzentrationen treten bei erhöhtem Verbrauch durch oxidativen Stress auf (STOHRER et al., 2002), als auch verminderter Aufnahme von Antioxidantien über das Futter. DÜBELER (2006) stellte bei an

Mastitis und Endometritis erkrankten Kühen höhere TEAC Konzentrationen fest. Dabei wird eine vermehrte Ausschüttung von Antioxidantien aus dem intrazellulären Raum vermutet. Die in dieser Untersuchung zu verzeichnenden höheren TEAC-Konzentrationen im Winter (Tab. 3) in Verbindung mit der niedrigen Abferkelrate in diesem Quartal bestätigen diese Vermutung, wohingegen die Frühjahrsgruppe trotz der hohen Abferkelrate geringere TEAC-Konzentrationen aufwies als die anderen Quartale.

Insgesamt lagen die TEAC-Konzentrationen im Bereich der im Hochleistungsbetrieb und in dem Betrieb mit MMA gemessenen.

Die **ACW** war generell bei den Sauen in allen drei Betrieben sehr gering und bei einer großen Anzahl von Tieren gar nicht nachweisbar. Im Vergleich zu Rindern, bei denen Konzentrationen im Mittel zwischen 40 und 180 $\mu\text{mol/l}$ bei Kühen mit Labmagenverlagerung (KÖRNER, 2007) und 172 $\mu\text{mol/l}$ (101/251) bei gesunden Kühen (HAßLER, 2005) und zu Ziegen (60 bis 120 $\mu\text{mol/l}$) (LOCHER, 2007) stellt das Schwein eine Ausnahme dar. Beim Menschen wurden wesentlich höhere ACW-Konzentrationen gemessen (POPOV und LEWIN, 1994). Da die in diesem Summenparameter zusammengefassten Antioxidantien wie Albumin, Harnsäure, Ascorbinsäure und Ceruloplasmin bei den Tierarten gleichermaßen vorkommen, ist die bei den Sauen gemessene ACW-Konzentration nicht ohne weiteres erklärbar und erfordert weiterführende Untersuchungen.

Die **Vitamin E**-Konzentration sank zum Ende der Trächtigkeit und in der Laktation ab (Abb. 6). In dem Hochleistungsbetrieb ist dieses Absinken nicht nachweisbar. Eine Ursache für die geringere Vitamin E-Konzentration gegen Ende der Trächtigkeit und zu Beginn der Laktation könnte eine geringere Aufnahme über das Futter im Gegensatz zu einem erhöhten Bedarf in Hochträchtigkeit und Laktation sein, wie in den Untersuchungen von HIDIROGLOU et al. (1993) festgestellt. Die in der vorliegenden Studie gemessenen Vitamin E-Konzentrationen lagen jedoch nicht unter den im Hochleistungsbetrieb gemessenen und entsprachen ebenfalls den im Betrieb mit MMA gemessenen Konzentrationen.

Die **Vitamin A**-Konzentration (Abb. 7) zeigte ein ähnliches Verhalten wie die Vitamin E-Konzentration, jedoch war der Abfall gegen Ende der Trächtigkeit und zu Beginn der Laktation geringer ausgeprägt. Der Verlauf stellte sich gleichartig wie in dem Hochleistungsbetrieb dar und spricht für eine bedarfsgerechte Versorgung mit Carotinoiden.

Die positive Korrelation von Vitamin E und A zu Cholesterol widerspiegelt den Zusammenhang zum Fettstoffwechsel als fettlösliche Vitamine.

4.3 Stoffwechselstatus

4.3.1 Enzyme

Die **CK-Aktivitäten** lagen bei den untersuchten Sauen überwiegend im physiologischen Bereich (Tab. 6) und stimmen mit den im Hochleistungsbetrieb gemessenen überein. Lediglich in der 14. Trächtigungswoche der Herbstgruppe wurden Aktivitäten deutlich über dem physiologischen Bereich gemessen. Auch in dem Hochleistungsbetrieb wurden, dort hauptsächlich bei Jungsau, in der 14. Trächtigungswoche erhöhte CK-Aktivitäten gefunden. Ein Anstieg der CK-Aktivitäten während der Hochträchtigkeit wurde auch bei anderen Tierarten (BOSTEDT, 1974, CLARK et al., 1994) und beim Menschen (ABRAMOV et al., 1996) gefunden und durch den erhöhten metabolischen Anspruch sowie die Beanspruchung des Uterus während der Hochträchtigkeit erklärt. Die CK-Aktivitäten zeigten in diesen Arbeiten jedoch nur einen moderaten Anstieg innerhalb des physiologischen Bereiches. Da die CK ein muskelspezifisches Enzym ist (WYSS und KADDURAH-DAOUK, 2000), ist bei einer Erhöhung über den physiologischen Bereich hinaus immer mit Stress physischer oder besonders beim Schwein auch psychischer Art zu rechnen. In der 14. Trächtigungswoche ist die Umstellung in den Abferkelstall gerade vorgenommen worden. Ungünstige Witterungs- oder andere Bedingungen können die Umstellung in der Herbstgruppe zum Stress für die Sauen werden lassen.

Auch die **AST-Aktivitäten** lagen zu jedem Abnahmezeitpunkt im physiologischen Bereich (Tab. 6) und unterschieden sich nicht von denen des Hochleistungsbetriebes, während der Betrieb mit MMA in der 14. Trächtigkeitswoche und besonders am 8. Tag post partum höhere AST-Aktivitäten aufwies. Jedoch war in der vorliegenden Untersuchung wieder in der 14. Trächtigkeitswoche der Herbstgruppe eine signifikante AST-Aktivitätserhöhung festzustellen. Die AST gilt als muskel- und leberspezifisches Enzym (SOMMER, 1970). Die enge Korrelation mit der CK besonders in der 14. Trächtigkeitswoche und am 8. Tag post partum lässt Rückschlüsse darauf zu, dass die AST-Erhöhung durch die Freisetzung beider Enzyme aus geschädigten Muskelzellen stammt. Auch der Uterus in der Hochträchtigkeit kann wiederum eine Ursache der AST-Aktivitätserhöhung sein (SOBIRA, 1992). Der leberspezifische Anteil der AST tritt bei dieser Untersuchung in den Hintergrund.

Die Aktivitäten der **GLDH** und der **GGT** liegen zu jedem Untersuchungszeitpunkt im Normbereich (Tab. 6) und zeigen keine Differenzen zwischen den Quartalen oder zwischen tragenden und umrauschenden Sauen. Die Aktivitäten beider Enzyme entsprechen den im Hochleistungsbetrieb gemessenen. Das beide Enzyme leber- und teilweise nierenspezifisch sind (MERK, 1992), lässt das den Rückschluss zu, dass subklinische Schädigungen dieser Organe in den Betrieben nicht vorliegen.

Die **AP-Aktivitäten** steigen zu Beginn der Trächtigkeit an, um dann gegen Ende der Trächtigkeit und zu Beginn der Laktation zu sinken (Tab. 6). Ein ähnlicher Verlauf wurde in dem Hochleistungsbetrieb festgestellt.

Die AP-Aktivitäten liegen in dem Bereich der im Hochleistungsbetrieb und im Betrieb mit MMA gemessenen. Die verwendete Methodik entspricht dem seit 2002 in der Humanmedizin gültigen Standard. Normwerte für das Schwein existieren bisher nicht. Im Labor der Medizinischen Tierklinik wurden bei der Umstellung auf diese Methode Normwertanpassungen für Rind und Pferd vorgenommen, die sich im Bereich von 50 % der bisher gemessenen Aktivitäten bewegen. Beim Schwein liegen die angegebenen Normwerte ebenfalls weit über den in dieser Untersuchung gemessenen (MERK 1992). Daher ist eine entsprechende Normwertanpassung für die AP-Aktivitätsmessung mit der IFCC-Methode für das Schwein notwendig.

4. 3. 2 Proteine

Die **Totalproteinkonzentration** sank zur 4. Trächtigkeitswoche hin ab und stieg gegen Ende der Trächtigkeit und besonders in der Laktation wieder an (Abb. 7). Ein ähnlicher Verlauf wurde in dem Hochleistungsbetrieb gefunden. Die Totalproteinkonzentrationen der Sauen beider Betriebe unterschieden sich nicht. Zum Zeitpunkt vor der Besamung zeigten die Sauen, die später nicht tragend wurden, eine höhere Totalproteinkonzentration als die tragend gewordenen Sauen. Die Konzentrationen lagen teilweise oberhalb des Normalbereiches. Erhöhte Totalproteinkonzentrationen lassen Rückschlüsse auf einen Entzündungsprozess zu (KRAFT und DÜRR, 2005). Marginal erhöhte Totalproteinkonzentrationen bedeuten hierbei geringfügige subklinische Entzündungen, die jedoch die Fruchtbarkeit beeinflussen können.

Die **Albuminkonzentration** (Abb. 7) änderte sich im Untersuchungsverlauf und in den Quartalen nicht und lag auf dem gleichen Niveau wie im Hochleistungsbetrieb und in dem Betrieb mit MMA. Die positive Korrelation zu den Parametern des roten Blutbildes widerspiegelt die Abhängigkeit von Hydratationszustand (KRAFT und DÜRR, 2005), obwohl in dieser Untersuchung keine De- oder Hyperhydratation der Sauen vorlag.

4. 3. 3 Elektrolyte

Die **Calciumkonzentration** sank in der Trächtigkeit ab und stieg zum 8. Tag post partum wieder an (Abb. 8). Die Befunde widerspiegeln die Calciumkonzentration des Futters, die besonders im Laktationsfutter oft zu hoch war. Die Calciumkonzentrationen im Blut bewegten sich jedoch immer im physiologischen Bereich und unterschieden sich nicht von den im

Hochleistungsbetrieb und im Betrieb mit MMA gemessenen. Das Gesamtcalcium gibt nur bedingt Aussage über den Calciumhaushalt, da das ionisierte Calcium den biologisch verfügbaren Anteil darstellt (ZEPPERITZ und GÜRTLER, 1992). Die Konzentrationen von Gesamtcalcium und ionisiertem Calcium verliefen in dem Betrieb mit MMA jedoch parallel.

Die **Phosphatkonzentration** änderte sich im Verlauf der Untersuchung nicht (Abb. 8). Zum Zeitpunkt vor der Besamung war die Phosphatkonzentration der späteren Umrauscher jedoch niedriger als die der tragenden Sauen. Verminderte Phosphatkonzentrationen kommen bei verminderter Futteraufnahme vor oder bei verminderter Phosphorkonzentration im Futter (KRAFT und DÜRR, 2005). In dieser Untersuchung war die Phosphorkonzentration im Futter jedoch meist zu hoch. Ein ungünstiges Calcium-Phosphor-Verhältnis kann die Resorption von Phosphat stören, ebenso wie eine zu geringe Menge an biologisch verfügbarem Phosphat (SANDS et al., 2001). Die Phosphatkonzentration bei den umrauschenden Sauen lag geringgradig unter dem physiologischen Bereich und kann zu Fruchtbarkeitsstörungen beitragen. Bei den anderen

4.3.4 Weitere klinisch-chemische Parameter

Die **Bilirubin- und Glucosekonzentrationen** änderten sich im Untersuchungsverlauf nicht und lagen im physiologischen Bereich. Es gab keine Unterschiede zwischen den drei Betrieben.

Die **Harnstoffkonzentration** zeigte einen kontinuierlichen Abfall in der Trächtigkeit (Tab. 8), was auf den anabolen Stoffwechsel in der Trächtigkeit schließen lässt. Das bestätigt sich in der während der Trächtigkeit zunehmenden **Kreatininkonzentration**, die negativ mit der Harnstoffkonzentration korrelierte und durch einen Muskelzuwachs zu erklären ist.

Die niedrigeren Kreatininkonzentrationen in Verbindung mit den höheren Harnstoffkonzentrationen der umrauschenden Sauen gegenüber den tragenden sprechen für eine ausgeprägtere katabole Stoffwechsellage in der abgeschlossenen Laktation (HULTEN et al., 1003). Ausgangspunkt dafür kann laut Aussage der Autoren eine größere Rückenfettdicke zum Zeitpunkt der Abferkelung sein.

Bei den anderen Sauen entsprechen die Harnstoff- und Kreatininkonzentrationen den im Hochleistungsbetrieb ermittelten.

Die **Cholesterolkonzentration** (Tab. 8) sank im Untersuchungsverlauf kontinuierlich ab. Das gleiche Bild ergibt sich in dem Hochleistungsbetrieb, wobei die Konzentrationen im gleichen Bereich lagen. Cholesterol wird teils mit der Nahrung aufgenommen und teils in der Leber gebildet. Eine hohe Aufnahme von Fetten mit dem Futter erhöht die Cholesterolkonzentration (HENTGES et al., 1987). Die Autoren beschrieben ebenfalls ein Absinken der Cholesterolkonzentration während der Trächtigkeit, der sich bei Futteraufnahme ad libidum verhindern ließ.

4.4 Blutbild

Die Parameter des roten und weißen Blutbildes lagen im Untersuchungszeitraum im physiologischen Bereich. Hiermit kann ausgeschlossen werden, dass kranke Tiere untersucht wurden, die die Befundinterpretation beeinflusst hätten.

4.5 Ergebnisse der Futteranalysen

Bei den untersuchten Futterproben konnten oftmals zu hohe Rohproteinkonzentrationen festgestellt werden. Ein Einfluss auf die Harnstoffkonzentration im Blutserum konnte jedoch nicht gefunden werden.

Weiterhin fielen bei fast allen Proben erhöhte Calcium- und Phosphorkonzentrationen auf. Das Calcium-Phosphor-Verhältnis im Futter war teilweise zu Gunsten des Calcium, aber auch in vielen Fällen zu Gunsten des Phosphor verschoben. Effekte auf den Calciumstoffwechsel

wurden nicht beobachtet. Die niedrigen Phosphatkonzentrationen bei den umrauschenden Sauen könnten durch ein ungünstiges Calcium-Phosphor-Verhältnis oder zu wenig biologisch verfügbares Phosphors (SANDS et al., 2001) im Futter verursacht sein. Eine Korrelation beider Parameter wurde jedoch nicht festgestellt. Die Menge biologisch verfügbaren Phosphors im Futter ist nicht bekannt.

Eine Mykotoxinbelastung der Sauen konnte anhand der Futteruntersuchungen nicht bestätigt werden, da nur in einem Fall eine geringfügig erhöhte Zearalenonkonzentration im Futter festgestellt wurde. Dies widerspiegeln auch die leberspezifischen klinisch-chemischen Parameter, die keinen Anhaltspunkt auf eine verminderte Leistungsfähigkeit der Leber ergaben.

4.6 Ergebnisse der Wasseruntersuchung

Die hervorzuhebenden Befunde der Wasseruntersuchung sind ein erhöhter Sulfatgehalt sowie ein deutlich erhöhter Härtegrad. Dadurch kann die Resorption von Mineralstoffen und Elektrolyten aus dem Futter zusätzlich beeinflusst werden.

5 Schlussfolgerungen

Ausgehend von den Fragestellungen der Untersuchung können die folgenden Schlussfolgerungen gezogen werden.

- In dem Bestand mit Fruchtbarkeitsstörungen wurden vor der Besamung höhere SOD- und GPX-Aktivitäten gemessen als in dem Hochleistungsbetrieb. Die Vitamin E-Konzentration sank im Laufe der Trächtigkeit ab, was im Hochleistungsbetrieb nicht der Fall war.
- Die TEAC- sowie die Totalprotein-Konzentration war bei den umrauschenden Sauen vor der Besamung höher als bei den tragend gewordenen, wohingegen die Phosphatkonzentration bei den Umrauschern niedriger waren. Weiterhin waren bei den Umrauschern geringere Harnstoff- sowie höhere Kreatininkonzentrationen festzustellen.
- In der Wintergruppe mit der geringen Abferkelrate wurden höhere TEAC-Konzentrationen gefunden als in der Frühjahrsgruppe mit der hohen Abferkelrate. In der 14. Trächtigkeitswoche der Herbstgruppe wurden erhöhte CK- und AST-Aktivitäten gefunden.
- Bereits vor der Besamung sind bei den Sauen Anzeichen von oxidativem Stress vorhanden, die in dem Hochleistungsbetrieb nicht nachweisbar waren. Die Befunde weisen darauf hin, dass die umrauschenden Sauen bereits in der Laktation oxidativem Stress unterliegen, was durch subklinische Entzündungen verursacht sein kann. Die ausgeprägtere katabole Stoffwechsellage weist auf eine geringere Futteraufnahme bzw. eine Überkonditionierung zur Geburt hin. Die Unterschiede in den Quartalen können auf ungünstige Witterungsbedingungen bzw. andere, in dieser Untersuchung nicht erfasste Stresssituationen zurückzuführen sein.
- Die Futterzusammensetzung stellt ungünstige Voraussetzungen für den Calcium- und Phosphathaushalt dar. Hinweise auf eine Beeinflussung durch Mykotoxine wurden nicht gefunden.

Literaturverzeichnis

- ABRAMOV, Y.; ABRAMOV, D.; ABRAHAMOV, A.; DURST, R.; SCHENKER, J. (1996): Elevation of serum creatine phosphokinase and its MB isoenzyme during normal labor and early puerperium. *Acta obstet. gynecol. scand.* 75 (3), 255-260
- BOR, M. V.; CEVIK, C.; USLU, I.; GUNERAL, F.; DUZGUN, E. (1999): Selenium levels and glutathione peroxidase activities in patients with acute myocardial infarction. *Acta cardiol.* 54 (5), 271-276
- BOSTEDT, H. (1974) : Enzymaktivitäten im Blut von Rindern in der Zeit um die Geburt. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 87 (19), 365-371
- CLARK, J. F.; KUZNETSOV, A. V.; KHUCHUA, Z.; VEKSLER, V.; VENTURA-CLAPIER, R.; SAKS, V. (1994): Creatine kinase function in mitochondria isolated from gravid and non gravid guinea pig uteri. *FEBS Lett.* 347 (2-3), 147-151
- DÜBELER, I. (2006): Antioxidativer Status in Euterlymphe und Blut bei gesunden und kranken Kühen. *Vet.-med. Diss., Leipzig*
- HAßLER, A. (2005): Stoffwechselfparameter bei gesunden Milch- und Mutterkühen. *Vet.-med. Diss., Leipzig*
- HENTGES, L. S.; WILLIAMS, A. C.; MANGHAM, W. A.; MARTIN, R. J. (1987): Influence of food intake during late gestation on serum lipids of sows and their progeny. *Biol Neonate*, 52(5), 292-300
- HILGERS, (2005): Herdenproduktion verbessern. *SUS 1/05.48*
- HULTEN, F.; NEIL, M.; EINARSSON, S.; HAKANSSON, J. (1993): Energy metabolism during late gestation and lactation in multiparous sows in relation to backfat thickness and the interval from weaning to first oestrus. *Acta Vet Scand*, 34(1), 9-20
- KÖRNER, I. (2007): Einfluss von Antioxidantien auf die Rekonvaleszenz, den antioxidativen Status und die Labmagenentleerung bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung. *Vet.-med. Diss., Leipzig*
- KRAFT, W.; DÜRR, U. M. (Hrsg.) (2005): *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 6. Auflage, Schattauer Stuttgart, New York, ISBN 3-7945-2308-3
- LOCHER, L. (2007): Untersuchungen zum antioxidativen Status bei Milchziegen im peripartalen Zeitraum. *Vet.-med. Diss., Leipzig*
- MERK, B. (1992): Einfluss von Alter, Rasse, Haltung, Fütterung und Fortpflanzungsstadium auf Serumenzymwerte beim Schwein. *Vet.-med. Diss., München*
- MILLER, J. K.; BRZENZINSKA-SLEBODZONSKA, E.; MADSEN, F. C. (1993): Oxidative stress, antioxidants and animal function. *J. Dairy. Sci.* 76 (9), 2812-2823
- POPOV, I.; LEVIN, G. (1994): Photochemiluminescent detection of antiradical activity: II: Testing of nonenzymatic water-soluble antioxidants. *Free Radic Biol Med.* 17, 267-271
- ROSSOW, N.; HORVATH, Z. (1988): *Innere Krankheiten der Haustiere*, Band 2, Kapitel 14: Stoffwechselüberwachung, Fischer Verlag Jena
- SANDS, J. S.; RAGLAND, D.; BAXTER, C.; JOERN, B. C.; SAUBER, T. E.; ADEOLA, O. (2001): Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. *J Anim Sci*, 79 (8), 2134-2142
- SATTLER, T. (2001): Untersuchungen zum antioxidativen Status bei Kühen mit Labmagenverlagerung. *Vet.-med. Diss., Leipzig*
- SATTLER, T.; RÖHL, C.; FÜRLL, M. (2004): Antioxidative status in healthy swine. *Proceedings. 18th IPVS congress, 27. Juni. - 1. Juli. 2004, Hamburg*
- SOBIRAY, A. (1992): Untersuchungen zur Morphologie sowie zur Histochemie und Biochemie des Uterus bei Rindern in der frühen postpartalen Periode. *Habil.-Schr., Gießen*
- SOMMER, H. (1970): Zur Überwachung der Gesundheit des Rindes mit Hilfe klinisch-chemischer Untersuchungsmethoden. *Arch exper. Vet. Med.* 24 (3), 735-776
- STOHRER, M.; HAMMER, B.; BRINCKER, R.; STANGASSINGER, M. (2002): Oxidativer Stress infolge

extremer physischer Belastung. Tierärztliche Praxis 30 (K), 266-270

SZCZUBIAL, M.; KANKOFER, M.; WAWRON, W.; KRASUCKI, J. (2004): The dynamics of changes in erythrocyte glutathione peroxidase activity and serum selenium content during the periparturient period in sows. Pol J Vet Sci, 7(1), 21-26

TGL 35423: Stoffwechselüberwachung während der Reproduktionsphase in Schweinezuchtanlagen. Juni 1980

TSAN, M. M. (1993): Superoxide dismutase and pulmonary oxygen toxicity. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 203 (3), 286-290

WERNER, J.; WÖRNER, R. (1993): Neue Wege in der tierärztlichen Bestandsbetreuung. Berl Munch Tierarztl Wochenschr, 106(7):227-30

WOLF, C.; BLADT, A.; ALTMANN, B. (1998): Selenversorgung von Kühen - Mangel oder Überschuss? 1. Mitteilung: Diagnostik der Selenversorgung bei Kühen. Prakt. Tierarzt. 79 (7), 651-658

WRATHALL, A. E. (1977): Reproductive failure in the pig: diagnosis and control. Vet Rec 100(12), 230-7

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. (2000): Creatine and creatine metabolism. Physiol Rev. 80 (3), 1107-1187

ZEPPERITZ, H.; GÜRTLER, H. (1992): Ionisiertes Calcium und Gesamtcalcium im Blut von Rindern, Schafen, Schweinen und Pferden verschiedener Alters- und Reproduktionsstadien und Nutzungsrichtungen. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 105, 328-232