

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabe besteht darin, Spermadaten, die in einer Bullenstation innerhalb eines Jahres unter subtropischen Bedingungen gewonnen wurden, auszuwerten und Zusammenhänge zwischen Hitzeperioden im Sommer und der Spermaqualität zu erkennen. Dabei sind Daten, die unmittelbar nach der Gewinnung der Ejakulate festgehalten wurden wie Volumen, Dichte und Vorwärtsbeweglichkeit, sowie die monatlichen Produktionskennziffern wie Anzahl der gewonnen, verworfenen und tauglichen Ejakulate und Spermaportionen, Anzahl der Sprünge jedes Bullen und weiterhin die monatliche Bestimmung morphologischer Spermaveränderungen einzubeziehen. Aufgrund von Wetterdaten soll die Hitzeperiode genauer eingegrenzt und somit ein Vergleich der Spermaparameter in den verschiedenen Jahresabschnitten ermöglicht werden. Weiterhin ist zu klären, ob bestimmte Tiere, die unter Hitzestreß veränderte Fruchtbarkeitsleistungen aufweisen, schon vorher in den untersuchten Parametern Auffälligkeiten zeigen und somit einen prädiktiven Marker zu finden. Hierzu sind die Bullen in Leistungsgruppen einzuteilen, die das unterschiedliche Vermögen Ejakulate zu liefern, aus denen zur KB taugliche Spermaportionen produziert werden können, berücksichtigen.

In den sich daran anschließenden Klimastallversuchen sollen neben den Parametern Ejakulatvolumen, -dichte, Gesamtspermienzahl, Gesamtvorwärtsbeweglichkeit ergänzend Hormon- (Cortisol, LH, Testosteron, 17 β -Östradiol), Permeabilitäts- und Enzymparameter (Ethidi-umbromidtest, Hyaluronidase, GOT) bestimmt werden um einen möglichen Zusammenhang zu den Spermaparametern aufzuzeigen und auf die Mechanismen der hitzestreibinduzierten Veränderungen im Sperma schließen zu können.

3.2 Material und Methodik der Untersuchungen unter tropischen

Bedingungen

3.2.1 Tiermaterial

In einer Bullenstation wurden insgesamt 38 unterschiedlich alte Bullen der Rassen Holstein-Friesian (35 Bullen im Alter von 3-4 Jahren, ein Bulle von 6 Jahren) und Shami (2 Bullen von 9 Jahren), die zur Gewinnung von Sperma genutzt wurden, in einem Zeitraum von einem Jahr untersucht. Dabei gingen von diesen 38 Bullen insgesamt 3018 Sprünge in die Auswertung ein. Es wurde versucht, die beeinflussbaren Umwelt-, Haltungs- und Produktionsbedingungen soweit wie möglich konstant zu halten.

3.2.2 Haltungsbedingungen, Klima

Fütterung

Die tägliche Futtermenge wurde auf drei Fütterungszeiten verteilt und setzte sich wie folgt zusammen (HARTWIG und HARTWIG, 1990):

6 kg Bullenmischfutter mit Mineralstoffgemisch

7 kg Heu/Strohhäcksel ad libitum

15-25 kg Grünfutter (im Winter Heu/Strohhäcksel)

2 kg Möhren

Wasser ad libitum

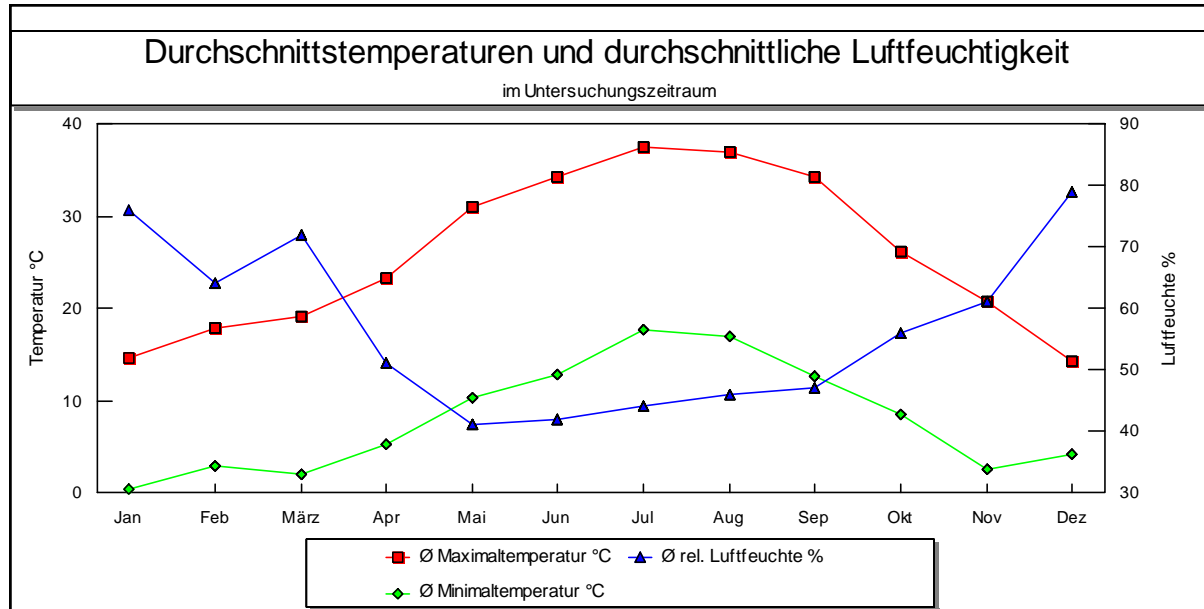
Haltung

Die Besamungsbullen wurden in überdachten Einzelboxen mit einer Grundfläche von ca. 12 m² gehalten, denen ein befestigter Auslauf im Freien von ca. 20 m² angeschlossen war.

Klimatische Verhältnisse und Einteilung der Zeitperioden

Unter den subtropischen Produktionsbedingungen, wie sie auch in Syrien vorherrschen, zeigen die Bullen ihren besten Spermaertrag und die beste Spermaqualität vom Frühjahr bis zu Beginn der Sommermonate mit den höchsten Temperaturen. Während der heißen Sommer-

monate gibt es in der untersuchten Bullenstation in Syrien jährlich extreme Hitzeperioden. Im hier untersuchten Jahr dauerte diese Hitzeperiode in der Bullenstation 2 Wochen mit maximalen Tagestemperaturen von 42-45°C im Schatten und Temperaturen, die in einigen Nächten nicht wesentlich unter 30°C absanken (HARTWIG, 1991).



	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Abschnitt	a						b		c			
Ø rel. Luftfeuchte %	76	64	72	51	41	42	44	46	47	56	61	79
Ø Maximaltemperatur °C	14,7	17,8	19,2	23,3	31,1	34,2	37,5	37	34,3	26,1	20,8	14,3
Ø Minimaltemperatur °C	0,4	2,9	1,9	5,2	10,2	12,8	17,6	16,9	12,6	8,5	2,6	4,1

Abb. 3.1. Klimakurven während des Untersuchungen in der Bullenstation

Mit Hilfe der Einteilung in verschiedene Zeitperioden soll der Zeitraum des Temperaturstress eingegrenzt werden. Der Zeitraum vor der sommerlichen Hitzeperiode wird als Kontrollzeitraum (Abschnitt 1), der Hitzestress als Abschnitt 2, die Periode nach dem Hitzestress als Nachkontrolle (Abschnitt 3) bezeichnet. Die Maximaltemperaturen wurden in den Monaten Juli bis August erreicht. Hier sanken auch die durchschnittlichen Minimaltemperaturen während der Nacht nicht unter 16°C.

Somit ergab sich folgende Zeiteinteilung:

- Abschnitt 1 (Kontrollzeitraum): 1. 1.-30. 6.
- Abschnitt 2 (Hitzeperiode): 1. 7.-31. 8.
- Abschnitt 3 (Nachkontrolle): 1. 9.-31.12.

3.2.3 Spermagewinnung und Ermittlung der Spermaparameter

Die **Absamung** der Bullen erfolgte mit Hilfe eines ruhigen Standbullen nach einem oder mehreren Blindsprüngen unter Verwendung einer künstlichen Vagina 2 mal pro Woche.

Spermaparameter nach dem Absamen

Ein graduiertes Spermaauffangglas diente der **Bestimmung des Ejakulatvolumens**, welches in ml angegeben wurde.

Die **Dichte** (Spermienkonzentration) wurde mittels eines Photometers mit Digitalanzeige in $10^9/\text{ml}$ bestimmt. Bei der Schätzung des prozentualen Anteils vorwärtsbeweglicher Spermien (**Vorwärtsbeweglichkeit**) fand ein Mikroskop mit beheizbarem Objektträgtisch, Aufsatzkamera und Monitor Verwendung.

Die **Gesamtspermienzahl** ergab sich aus dem Produkt aus Volumen und Dichte und wurde in $x \text{ mal } 10^9$ angegeben.

Die Zahl aller vorwärtsbeweglichen Spermien (**Gesamtvorwärtsbeweglichkeit**) berechnete sich aus dem Produkt aus Gesamtspermienzahl und dem Prozentsatz vorwärtsbeweglicher Spermien und wurde in $x \text{ mal } 10^7$ angegeben.

Produktionsdaten nach dem Verdünnen und Einfrieren

Für die monatliche Auswertung wurden von jedem Bullen die **Anzahl der Sprünge**, die Anzahl der nach der ersten Beurteilung als tauglich befundenen und damit verdünnten und **eingefrorenen Ejakulate** sowie die als untauglich und damit schon vor dem Einfrieren verworfenen Ejakulate erfaßt.

Weiterhin wurden nach dem Verdünnen der Ejakulate und dem Einfrieren der einzelnen Spermaportionen von jedem Ejakulat stichprobenartig Spermaportionen aufgetaut und erneut der prozentuale Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien beurteilt und damit festgelegt, ob die entsprechenden Ejakulate für die Besamung tauglich sind oder nicht. Daraus ergaben sich dann die Anzahl der für die künstliche Besamung **tauglichen Ejakulate** und **Spermaportionen** sowie der **untauglichen Spermaportionen**.

Morphologische Untersuchung des Spermas

Einmal im Monat wurden unmittelbar nach der Spermagewinnung Ausstriche der Ejakulate angefertigt um eine Kopfkappenfärbung nach KARRAS durchzuführen. Auf Grundlage der

mikroskopischen Beurteilung von 200 Spermien/Ejakulat konnten dann die **Anteile normaler** und morphologisch veränderter **Spermien** ermittelt werden. Bei den morphologisch veränderten Spermien wurden folgende Differenzierungen vorgenommen: **geschädigte Köpfe**, **leicht geschädigte Kopfkappen** (rauhe Kopfkappen, Schwellung, Vesikelbildung), **mittelgradig geschädigte Kopfkappen** (in Ablösung befindliche Kopfkappen), **abgelöste Kopfkappen**, **Summe der Kopfkappenveränderungen**, **geschädigte Halsstücke**, **geschädigte Mittelstücke**, **geschädigte Schwänze**, **fehlende Schwänze**, **persistierender Zytoplasmatropfen**.

Verdünnung und Tiefgefrierung des Spermas

Im Untersuchungszeitraum erfolgte mittels Flüssigstickstoff die Tiefgefrierung des Spermas von Januar bis Juli in Pailletten (Ministraw), danach in Pellets. Pellets und Pailletten wurden mittels TRIS-Verdüner (TRIS-Eidotter-Citronensäure-Fruktose-Glycerol-Medium) derartig verdünnt, daß sie nach dem Auftauen mindestens 10 Millionen vorwärtsbewegliche Spermien enthielten. Weiterhin sollte der Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien nach dem Auftauen bei Pailletten 35%, bei Pellets 25% betragen. Daher erfolgte die Verdünnung der Ejakulate vor dem Einfrieren so, daß die Gesamtspermienzahl pro Pellet (=1ml) 45 Millionen und pro Paillette 35 Millionen betrug ($45 \text{ Mio. Spermien/Pellet} \times 25\% \text{ Vorwärtsbeweglichkeit} = 11,25 \text{ Mio. Vorwärtsbewegliche nach dem Auftauen}$, $35 \text{ Mio. Vorwärtsbewegliche/Paillette} \times 35\% \text{ Vorwärtsbeweglichkeit} = 12,25 \text{ Mio. Vorwärtsbewegliche nach dem Auftauen}$).

Um die Absamungsergebnisse statistisch vergleichbar zu machen, wurden alle Pellets mit dem Faktor 45/35 multipliziert und somit auf Pailletten umgerechnet.

Gruppeneinteilung

Um die Unterschiede der Bullen bezüglich ihrer Reaktion auf die Hitzeeinwirkung zu verdeutlichen, wurde die Gesamtgruppe in 3 Kategorien von Bullen unterteilt. Als Grundlage für diese Einteilung diente der monatlich erhobene Parameter der für die künstliche Besamung tauglichen Spermaportionen. Dieser Parameter erschien am geeignetsten, da er die Ergebnisse der Qualitätsprüfung nach der Samengewinnung und nach dem Auftauen der Stichproben beinhaltet. Außerdem war die Maximierung dieses Parameters das Ziel der Samenproduktion in der Bullenstation. Aus den monatlich zusammengefaßten Werten der für die Besamung

tauglichen Spermaportionen wurde für den Abschnitt 3 der Mittelwert für jeden Bullen gebildet und mittels dieses Wertes die 10 besten Samenproduzenten in der Gruppe 1, die 18 mittleren Samenproduzenten in der Gruppe 2 und die 10 schlechtesten Samenproduzenten in der Gruppe 3 zusammengefaßt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Programms SPSS für Windows, Version 8.0.0. durchgeführt. Grundlage der Auswertung sind für jeden Bullen die Monatsmittel der einzelnen Parameter: Ejakulatvolumen, der Dichte, der Spermiovorwärtsbeweglichkeit, Spermigesamtzahl im Ejakulat Anzahl der in den Ejakulaten vorhandenen vorwärtsbeweglichen Spermien sowie die monatlich bestimmten Produktionskennziffern: Anzahl der Sprünge, Anzahl der eingefrorenen Spermaportionen und Ejakulate, Anzahl der tauglichen Ejakulate und Spermaportionen, Verhältnis der eingefrorenen Ejakulate/Bulle zur Anzahl der Sprünge, Anteil tauglicher Spermaportionen/Bulle an den eingefrorenen.

Getrennt nach den 3 Gruppen wurden für jeden Parameter die Einzelverläufe der Bullen über die Monate dargestellt, um einen Eindruck über die Variabilität zwischen den Bullen im Verlauf des Untersuchungsjahrs zu erhalten.

Ein wesentliches Ziel der Arbeit war es, die drei Untersuchungsabschnitte und die drei Gruppen miteinander zu vergleichen. Dazu wurden für jeden Bullen Monatswerte berechnet, indem die im jeweiligen Monat für das Tier vorhandenen Werte gemittelt wurden.

Die Mittelwerte bilden die Datenbasis zur Prüfung der beiden Nullhypothesen:

1. Die Werte des jeweiligen Parameters stimmen im Mittel in den Abschnitten überein.
2. Die Werte des jeweiligen Parameters stimmen im Mittel in den drei Gruppen überein.

Diese Hypothesen wurden getrennt mittels varianzanalytischer Modelle überprüft.

Zum Vergleich der Gruppen im jeweiligen Abschnitt dienten einfache Varianzanalysen mit anschließendem Scheffé Test.

Die Unterschiede galten dann als deutlich, wenn $p < 0,05$ war.

Das lineare Modell, das zum Vergleich der Zeitabschnitte herangezogen wurde, berücksichtigt, daß es sich bei den Daten um Meßwiederholungen der Tiere handelt. Es wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Abschnitt und Tier gerechnet, wobei das Tier als zufälliger Effekt definiert wurde. Abschnitte wurden als unterschiedlich bewertet,

wenn $p < 0,05$ war. Für die paarweisen Vergleiche der einzelnen Abschnitte diente der Scheffé Test.

Die statistischen Testverfahren wurden in dieser Arbeit im Sinne der explorativen Statistik verwendet, d.h. sie dienten in erster Linie dazu, Unterschiede im vorliegenden Datenmaterial zu beschreiben. Gruppen wurden als "deutlich unterschiedlich" bewertet, wenn der paarweise Vergleich $p < 0,05$ ergab. Verallgemeinerungen einzelner im folgenden beschriebener Unterschiede sind nicht ohne weiteres möglich.

Alle Ergebnisse der Scheffé Tests sind im Anhang tabellarisch zusammengestellt.

Um die Voraussetzungen der Varianzanalyse zu prüfen, wurde folgendermaßen vorgegangen:

Die Annahme der Varianzhomogenität wurde mit dem Levene-Test überprüft. Zur Untersuchung der Annahme der Normalverteilung wurden die standardisierten Residuen gespeichert und anschließend mit dem Kolmogoroff-Smirnov Anpassungstest auf Normalverteilung überprüft. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde bei der Überprüfung der Modellvoraussetzungen 0,01 gewählt.

Zur Darstellung der Gruppen- bzw. Abschnittsunterschiede wurden jeweils neben den Einzelverläufen über die 12 Monate die aus der Varianzanalyse geschätzten Randmittel dargestellt. Innerhalb einer Gruppe läßt sich die mittlere Entwicklung über die drei Zeitabschnitte erkennen, Niveauunterschiede zwischen den Gruppen sieht man im Vergleich der Abbildungen.

Da es sich bei den prozentualen Anteilen der morphologischen Veränderungen der Spermien um eine schiefe Verteilung handelte, mußte für eine statistische Auswertung eine Transformation zur Erzielung normalverteilter Werte durchgeführt werden (SACHS, 1997). Dabei erwies sich die Transformation der einzelnen Werte nach folgender Formel am geeignetsten: $\arcsin \sqrt{p}$.

Mit den transformierten Werten wurde analog zu den anderen Spermadaten verfahren.

3.3 Material und Methodik der Klimakammerversuche

3.3.1 Tiermaterial

Für die beiden Klimakammerversuche standen zwei 1 ½-jährige KB-Bullen der Rasse Schwarzbuntes Milchrind zur Verfügung. Weitere Tiere und Untersuchungen wurden wegen fehlender Relevanz für die mitteleuropäischen Verhältnisse durch die aufsichtsführende Behörde nicht genehmigt.

3.3.2 Haltungsbedingungen und Klima

In der Kontrollphase befanden sich die Bullen im Bullenstall der Tierklinik für Geburtshilfe und Fortpflanzung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin. In der Anlaufphase wurden die Bullen zwecks Anpassung an die neue Umgebung in den Temperaturstall dieser Klinikeinrichtung umgestallt, wo sie bis zum Versuchsende verblieben. In beiden Ställen standen die Bullen in Anbindehaltung auf Stroh.

Beschreibung des Temperaturstalles

Der 20m² große Temperaturstall bot Platz für 2-3 ausgewachsene Bullen, die mittels Kette angebunden waren. Die thermostatgesteuerte Beheizung erfolgte elektrisch und eine Belüftungseinrichtung war manuell zuschaltbar. Außerdem wurden für die Versuche ein Thermometer, ein Barometer sowie ein Wochenschreiber für Temperatur und Luftfeuchtigkeit installiert.

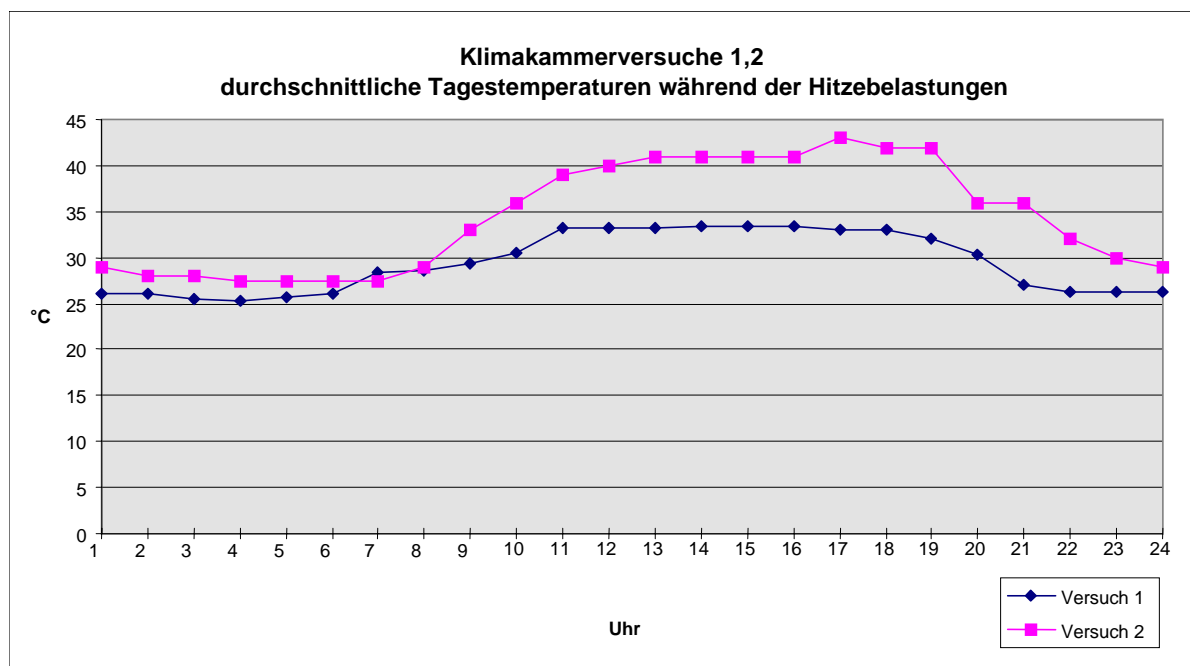
Klimatische Verhältnisse und Versuchsphasen

Im Temperaturstall wurde versucht, die klimatischen Verhältnisse bezüglich der Minimal-, Maximal- und Durchschnittstemperaturen während der Hitzebelastung dem Sommerklima in Syrien nachzugestalten (Tab. 3.2.).

Tabelle 3.2. Klimaverhältnisse im Temperaturstall

	Anlaufphase	Temperaturbelastung	Nachuntersuchung
Klimakammerversuch 1			
Zeit	10.7.-16.7.	16.7.-19.7.	19.7.-30.8.
Dauer	1 Woche	1 Woche	5 Wochen
Durchschnittstemperaturen	22-23°C	Tag: 32-33°C/Nacht: 25-27°C	20-25°C
Luftfeuchtigkeit	60-70%	Tag: 35-45%/Nacht: 60-70%	60-70%
Klimakammerversuch 2			
Zeit	1.9.-14.9.	14.9.90-13.10.	13.10.-6.12.
Dauer	2 Wochen	4 Wochen	3 Wochen
Durchschnittstemperaturen	20-25°C	Tag: 40-43°C/Nacht: 27,5-29°C	18-20°C
Luftfeuchtigkeit	60-70%	Tag: 33-45%/Nacht: 60-70%	60-70%

Für die Perioden der Temperaturbelastung wurden die Mittelwerte der Temperatur zu den einzelnen Tageszeiten ermittelt (Diagramm 3.2.).

**Diagramm 3.2. Durchschnittstemperaturen im Klimastall während der Hitzebelastung**

3.3.3 Spermagewinnung und Ermittlung der Spermaparameter

Die Absamung und die Bestimmung des Volumens, der Vorwärtsbeweglichkeit, der Gesamtspermienzahl und der Gesamtvorwärtsbeweglichkeit erfolgte wie in den Versuchen unter subtropischen Bedingungen beschrieben. Zur Bestimmung der Dichte diente eine Zählkammer nach Neubauer.

Methodik der Hormonbestimmungen

Die Hormonbestimmungen beschränkten sich auf den 2. Klimakammerversuch. Dabei dienten als Kontrollwerte Bluthormonwerte aus der 24-Stunden-Verlaufsuntersuchung vom 6./7.9., bei der beginnend um 15.00 Uhr zu jeder vollen Stunde die Hormone Testosteron und Cortisol und alle 3 Stunden 17 β -Östradiol bestimmt wurden (Anhang: Tabelle 7.16). Weiterhin wurden ab 9.00 Uhr am Tage des Anheizens der Klimakammer die Hormone LH, Testosteron und Cortisol alle halbe Stunde über 12 Stunden untersucht (Anhang: Tabelle 7.17). Nach einer Woche Temperaturstreß schloß sich erneut eine 24-Stunden-Verlaufsuntersuchung an. Dabei wurden um 21.00 Uhr beginnend die Hormone LH, Testosteron, Cortisol und 17 β -Östradiol stündlich kontrolliert (Anhang: Tabelle 7.18). In der 4. Woche des Temperaturstresses erfolgte ein GnRH-Stimulationstest, bei dem zuerst ein Kontrollwert der einzelnen Bluthormone bestimmt und anschließend um 10.00 Uhr eine intramuskuläre Injektion von 50 μ g GnRH (Gonavet) verabreicht wurde. Von 10.00-12.45 Uhr wurden die Hormone LH, Testosteron und Cortisol in 15-Minutenintervallen, danach bis 16.15 Uhr halbstündlich und von 16.15-18.15 Uhr im Abstand von einer Stunde kontrolliert. 17 β -Östradiol wurde von 10.00-18.15 Uhr ca. alle 2 Stunden untersucht (Anhang: Tabelle 7.19).

Die Blutprobenentnahmen erfolgten aus der Vena jugularis, wobei bei der Bestimmung der Tageshormonprofile 50 cm lange Venenkatheter der Firma Braun (B.Braun, Melsungen) die durch einen Mandrin verschließbar waren, Verwendung fanden. Bei der Blutentnahme wurde zunächst Blut angesaugt und verworfen, um dann etwa 15 ml Blut zu gewinnen. Die Blutproben lagerten in heparinisierten Blutröhrchen 20 min in einer Kühlzelle bei 4°C und wurden anschließend bei 3000 U/min 20 Minuten lang zentrifugiert. Als Grundlage für die eigentliche Hormonbestimmung dienten jeweils 2 ml Plasma, die mittels Pipette in spezielle verschließbare Probenbehältnisse gegeben und in einer Kühltruhe bei -20°C bis zur Analyse im Hormonlabor der Tierklinik für Geburtshilfe und Fortpflanzung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Humboldt-Universität aufbewahrt wurden. Die Bestimmung des LH erfolgte als RIA nach der Doppelantikörperpräzipitationstechnik. Dabei diente hochgereinigtes Rinder-LH als Standard, als erster Antikörper Anti-Bovine-LH, als zweiter Antikörper Anti-Kaninchen-Gammaglobulin-Serum vom Schaf, als Tracer bovines LH-¹²⁵J und schließlich Kaninchenserum. Alle Proben wurden als Doppelbestimmung angesetzt. Für die Verdünnung wurde Phosphatpuffer (pH 7,4) verwendet. Die Bestimmung des 17 β -Östradiol, Testosterons und Cortisols erfolgte mittels des jeweiligen RIA (Coat-A-Count(¹²⁵I)) der Firma Diagnostic

Products Corporation (Hermann Biermann GmbH, Bad Nauheim) entsprechend den Gebrauchsanleitungen.

Bestimmung der Enzyme

Während des Klimakammerversuchs 1 von der Woche vor der Temperaturbelastung bis zur 8. Versuchswoche wurde zweimal wöchentlich die Hyaluronidaseaktivität und die GOT-Aktivität des frisch gewonnenen Spermias in Kooperation mit dem Wissenschaftsbereich Biochemie der Veterinärmedizinischen Fakultät der HU bestimmt. Außerdem führte man dort den Ethidiumbromidtest in diesem Zeitraum durch. Die Bestimmung der **Hyaluronidaseaktivität** erfolgte wie von SCHÜLKE et al. (1990) beschrieben, mittels eines Photometers vom Typ Spekol der Firma VEB Carl Zeiss Jena. Dabei wurde eine Messung der Gesamtaktivität und der extrazellulären Aktivität vorgenommen und in $\text{nkat}/10^8$ Spermien angegeben. Die Spermienanzahl bestimmte man mittels einer Zählkammer nach THOMA. Aus der Differenz der Gesamtaktivität und der Aktivität des Überstandes ergab sich die zelluläre Hyaluronidaseaktivität. Zur Bestimmung der **GOT-Aktivität** im Überstand und der Gesamtaktivität des Spermias diente der Fermognost-GOT-Farbstest der Firma VEB Arzneimittelwerk Dresden. Die Enzymaktivität wurde ebenfalls in $\text{nkat}/10^8$ Spermien angegeben.

Ethidiumbromidtest

Der Ethidiumbromidtest wurde während der Klimakammerversuche 1 und 2 im Wissenschaftsbereich Biochemie der Veterinärmedizinischen Fakultät der HU nach der von HALANGK et al. (1984) beschriebenen und von SCHÜLKE et al. (1986) modifizierten Methode durchgeführt. Dabei gibt der Schädigungsgrad den Anteil der geschädigten Spermien in der Suspension an.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Ergebnisse der Untersuchungen unter subtropischen Bedingungen

3.4.1.1 Auswertung der Produktions- und Ejakulatparameter

Ejakulatparameter

Bei der Auswertung der Ejakulatparameter standen die Werte von Januar bis Oktober zur Verfügung, so daß keine Auswertung der Monate November und Dezember erfolgen konnte.

Volumen

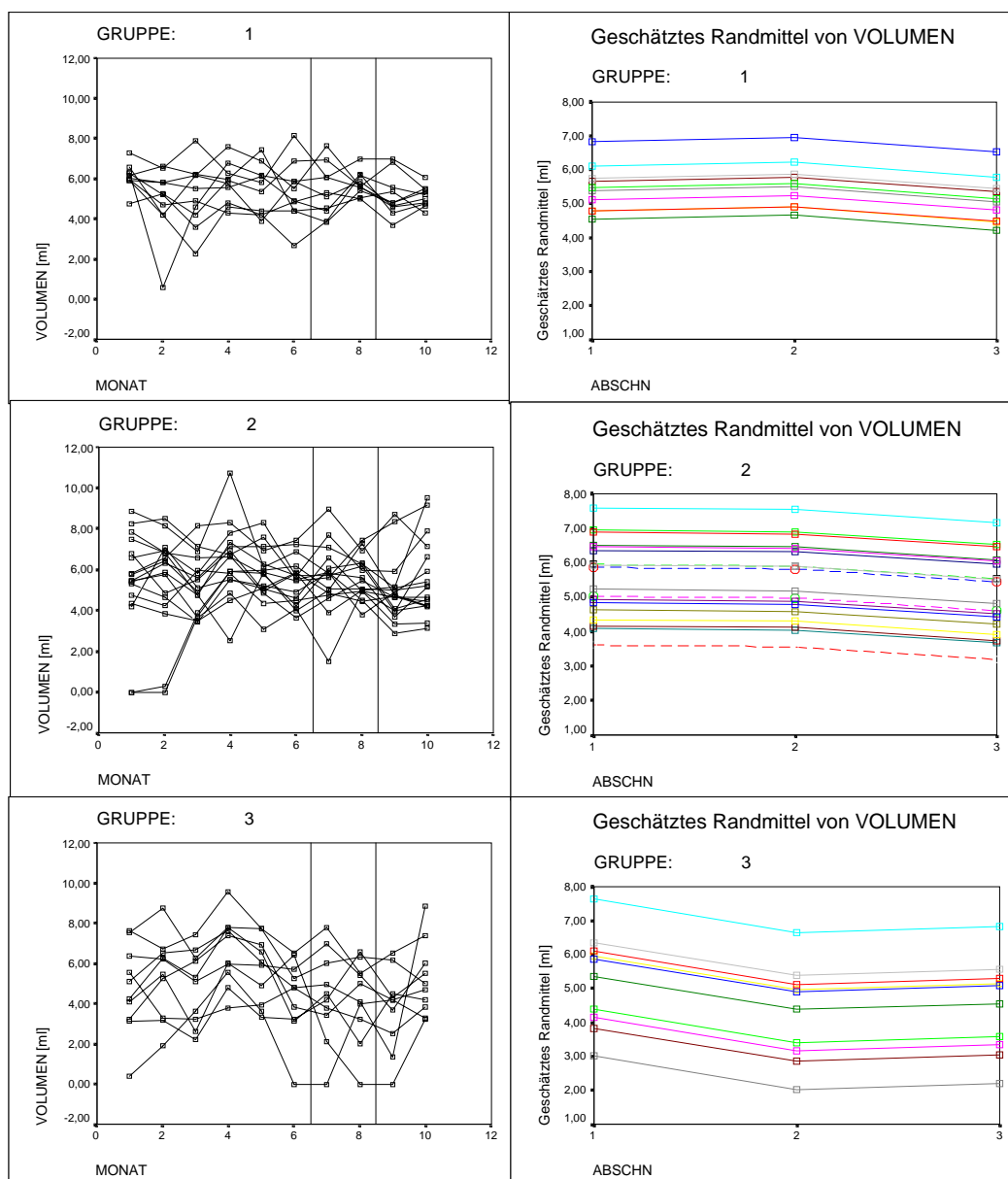


Abb. 3.4.1 Volumen, Einzelverlaufskurven der Monatsmittel und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Beim Vergleich des **mittleren Ejakulatvolumens/Bulle** mittels Scheffé-Test innerhalb der einzelnen Gruppen über die verschiedenen Abschnitte ist nur in Gruppe 3 der Unterschied von Abschnitt 1 zu Abschnitt 2 deutlich ($p < 0,05$) (Abb. 3.4.1., Anhang: Tabelle 6.2.). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen waren in keinem der untersuchten Abschnitte deutlich ($p < 0,05$).

Dichte

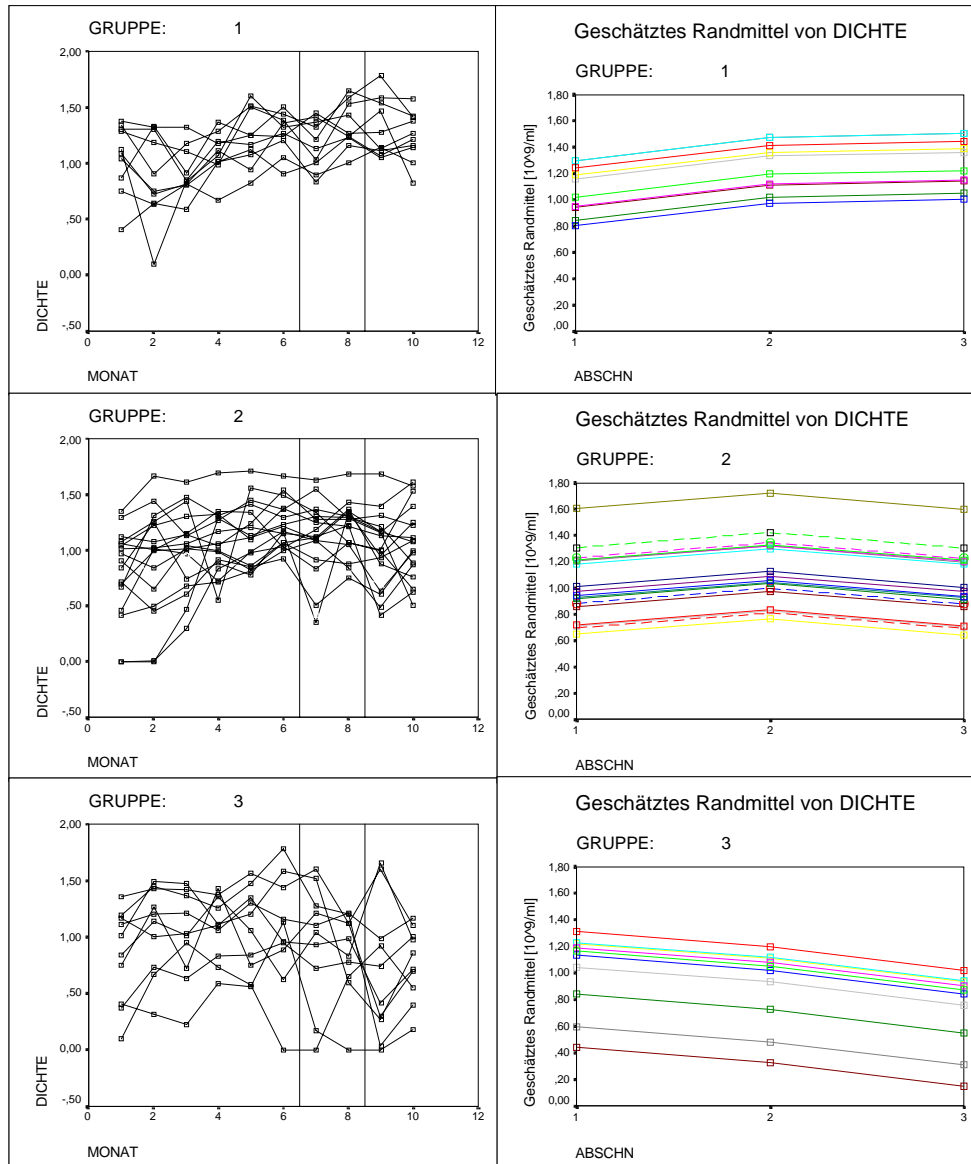


Abb. 3.4.2 Dichte, Einzelverlaufskurven der Monatsmittel und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Die **mittlere Ejakulatdichte** der gesamten Bullengruppe steigt vom Januar bis zum Juni kontinuierlich und sinkt im Juli wieder. In Gruppe 1 sind die Werte im Abschnitt 1 deutlich ge-

ringer als in den Abschnitten danach ($p < 0,05$) in Gruppe 3 sind die Werte im 3. Abschnitt deutlich kleiner als im Abschnitt 1. In Gruppe 2 sind keine Unterschiede in den den einzelnen Abschnitten festzustellen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen sind nur in den Abschnitten 2 und 3 zwischen der ersten und der zweiten Gruppe deutlich ($p < 0,05$).

Vorwärtsbeweglichkeit

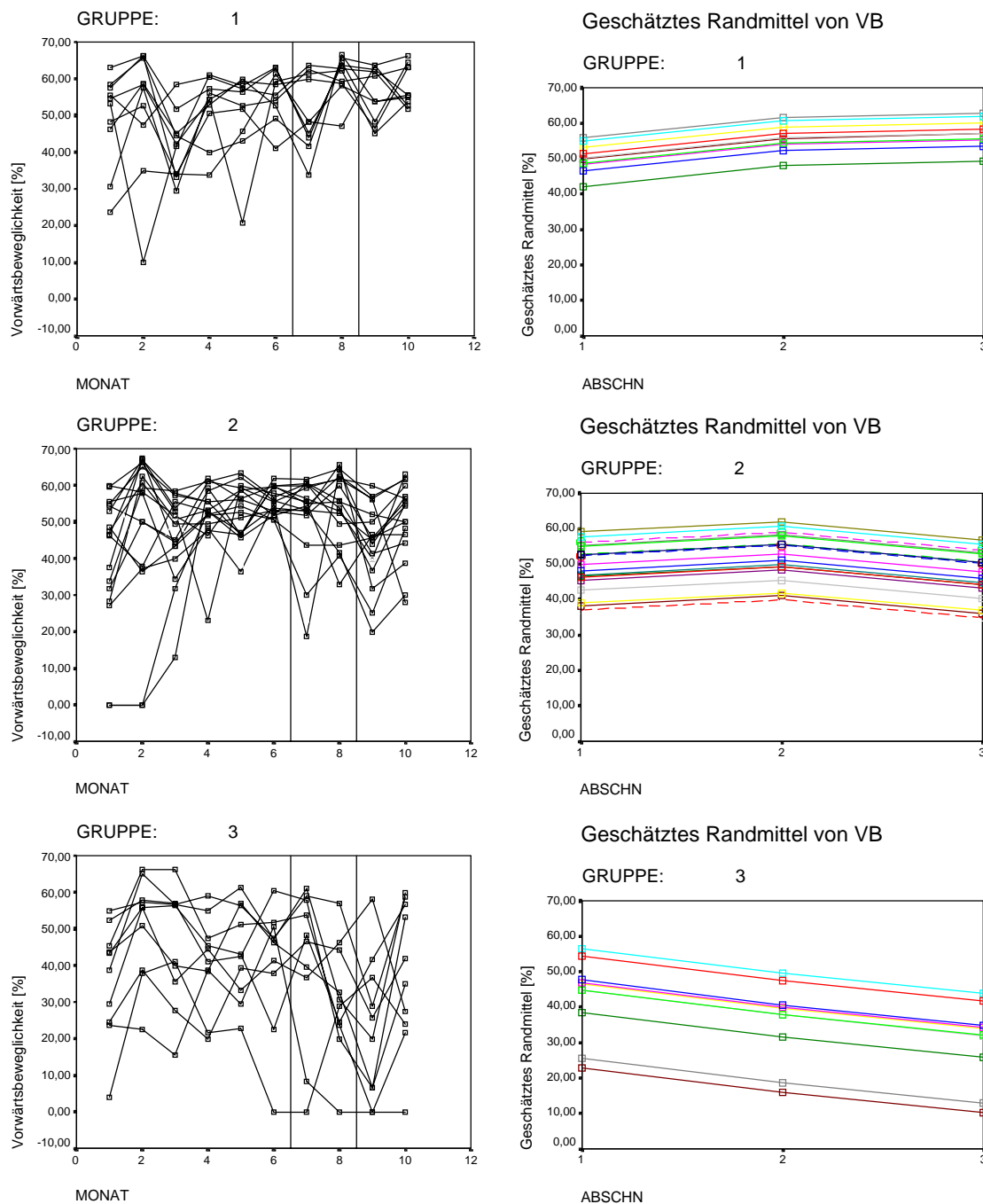


Abb. 3.4.3. Vorwärtsbeweglichkeit (VB), Einzelverlaufskurven der Monatsmittel und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Die **mittlere Vorwärtsbeweglichkeit** steigt in Gruppe 1 im Abschnitt 3 verglichen mit Abschnitt 1 ($p < 0,05$). In Gruppe 2 sind keine deutlichen Unterschiede zu verzeichnen, während in Gruppe 3 die Werte im Abschnitt 3 im Vergleich zum Abschnitt 1 sinken ($p < 0,05$). In den Abschnitten 2 und 3 ist in Gruppe 3 eine deutlich geringere mittlere Vorwärtsbeweglichkeit als in den anderen beiden Gruppen zu verzeichnen ($p < 0,05$).

Gesamtspermienzahl

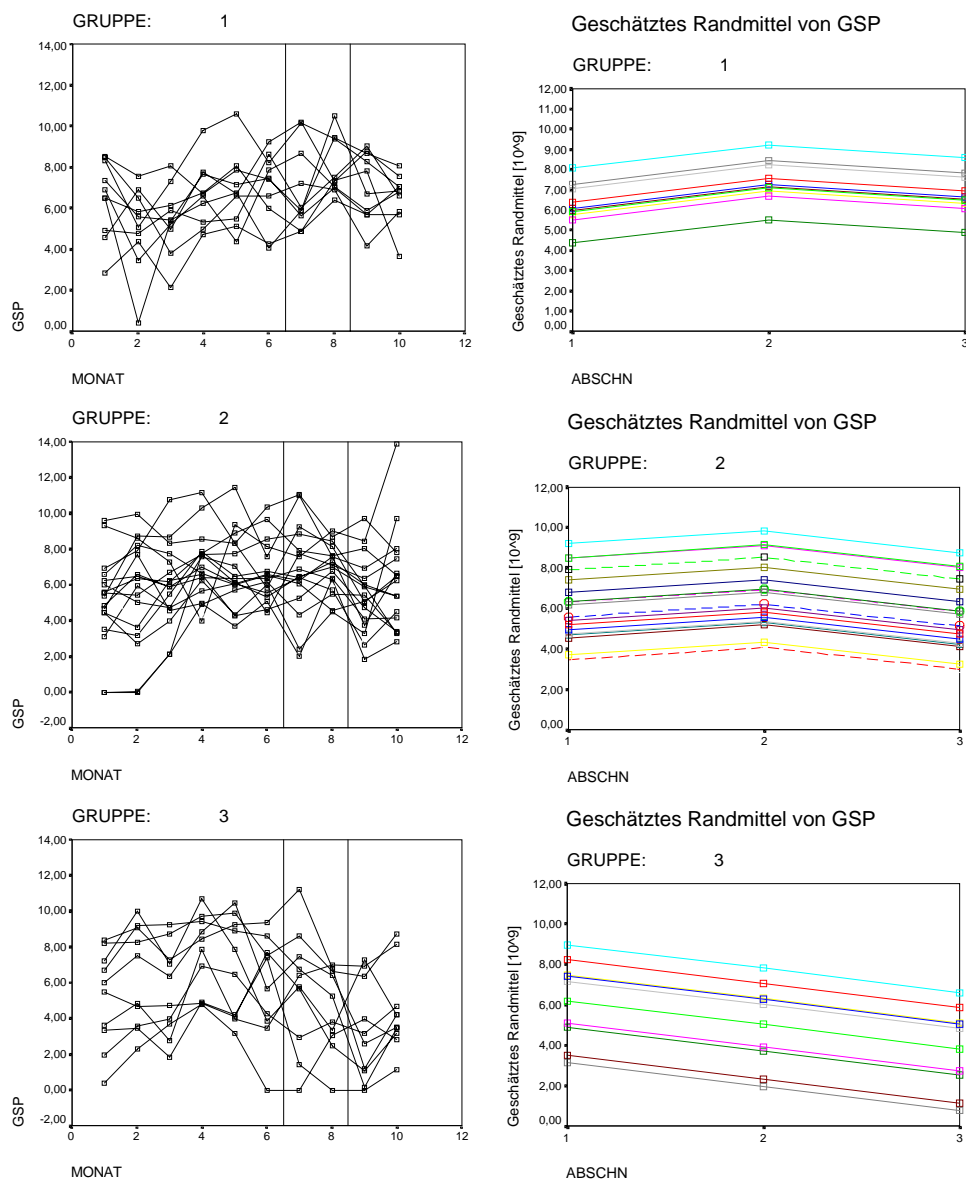


Abb. 3.4.4. Gesamtspermienzahl (GSP) x 10⁹, Einzelverlaufskurven der Monatsmittel und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Die **mittlere Gesamtpremienzahl** steigt innerhalb der Gruppe 1 deutlich beim Vergleich von Abschnitt 1 mit Abschnitt 2. In Gruppe 2 sind keine Unterschiede zu verzeichnen. Gruppe 3 zeigt ein deutliches Absinken der Gesamtpremienzahl vom Abschnitt 1 zu Abschnitt 3 ($p < 0,05$). Der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen wird nur in den Abschnitten 2 und 3 zwischen den Gruppen 1 und 3 deutlich ($p < 0,05$).

Gesamtvorwärtsbeweglichkeit (GVB)

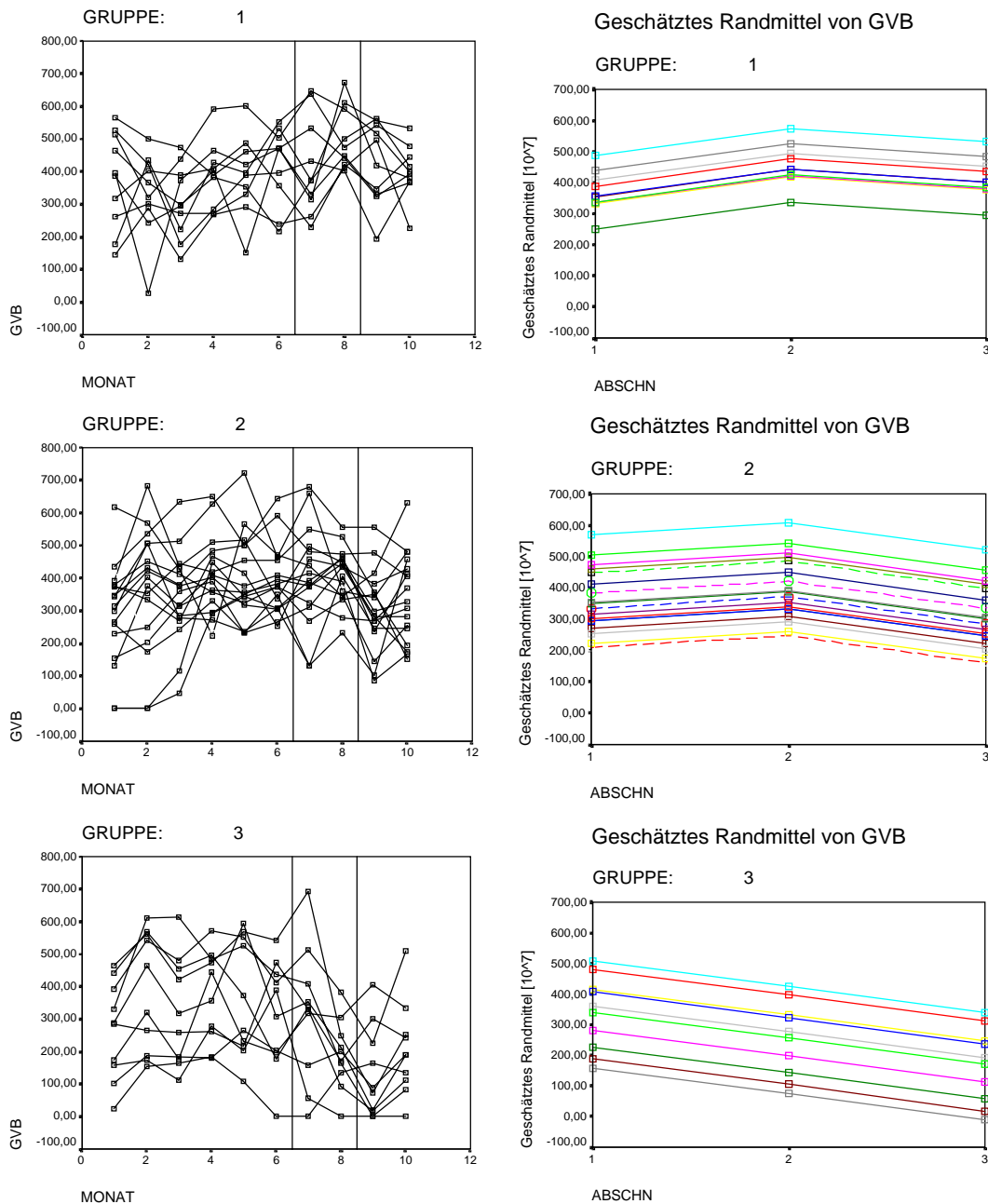


Abb. 3.4.5. Gesamtvorwärtsbeweglichkeit (GVB) $\times 10^7$, Einzelverlaufkurven der Monatsmittel und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 $n=10$, Gruppe 2 $n=18$, Gruppe 3 $n=10$)

Die **mittlere Gesamtvorwärtsbeweglichkeit** der Spermien im Ejakulat ist in Gruppe 1 im Abschnitt 2 deutlich größer als im Abschnitt 1. In Gruppe 2 gibt es einen deutlichen Abfall vom Abschnitt 3 zum Abschnitt 2 und in Gruppe 3 sind die Mittelwerte im Abschnitt 3 zu den beiden vorherigen Abschnitten geringer ($p < 0,05$). Unterschiede zwischen den Gruppen gibt es nur zwischen Gruppe 1 und 3 im Abschnitt 3 ($p < 0,05$).

Zusammenfassend kann man für die Mittelwerte von Volumen, Dichte, Vorwärtsbeweglichkeit, Spermienzahl und die Gesamtvorwärtsbeweglichkeit pro Ejakulat und Bulle feststellen, daß nur innerhalb der Gruppe 3 deutlich niedrigere Werte bei allen Parametern in den Abschnitten 2 und 3 im Vergleich zum Abschnitt 1 festgehalten werden konnten ($p < 0,05$). In Gruppe 1 gab es Steigerungen bei den Parametern Dichte, Vorwärtsbeweglichkeit, Gesamtspermienzahl und Gesamtvorwärtsbeweglichkeit während bzw. nach der Sommerhitzeperiode. Im Abschnitt 1 unterschieden sich die Gruppen bei keinem der oben genannten Parameter untereinander deutlich ($p < 0,05$).

Produktionsparameter

Bei den für jeden Bullen monatlich erhobenen Produktionsparametern wie der Anzahl der Sprünge, der Anzahl der eingefrorenen und tauglichen Spermaportionen und der Anzahl der tauglichen Ejakulate sind ähnliche Kurvenverläufe festzustellen. Kurz vor der Hitzeperiode stiegen die Werte, sanken in der Hitzeperiode (Abschnitt 2) und blieben auch nach der Hitzeperiode (Abschnitt 3) nicht nur deutlich vermindert sondern sanken auch noch weiter ($p < 0,05$) in den Gruppen 2 und 3. In Gruppe 1 unterschieden sich die Produktionsparameter in keinem der Abschnitte deutlich ($p < 0,05$). Nur bei der Anzahl der eingefrorenen Ejakulate waren im Abschnitt 3 deutlich höhere Werte zu verzeichnen als im Abschnitt 2.

Die Gruppen unterschieden sich hinsichtlich dieser Produktionsparameter nicht nur im Abschnitt 3 was natürlich ist, da die Gruppeneinteilung ja auf Grundlage der tauglichen Spermaportionen pro Bulle im Abschnitt 3 erfolgte, sondern auch in den Abschnitten 2 und 1 wobei in Gruppe 1 immer die höheren, in Gruppe 2 die mittleren und in Gruppe 3 die niedrigsten Werte gemessen wurden. Stellvertretend für alle oben genannten Parameter sei der Verlauf der tauglichen Spermaportionen angeführt (Abb. 3.4.6.).

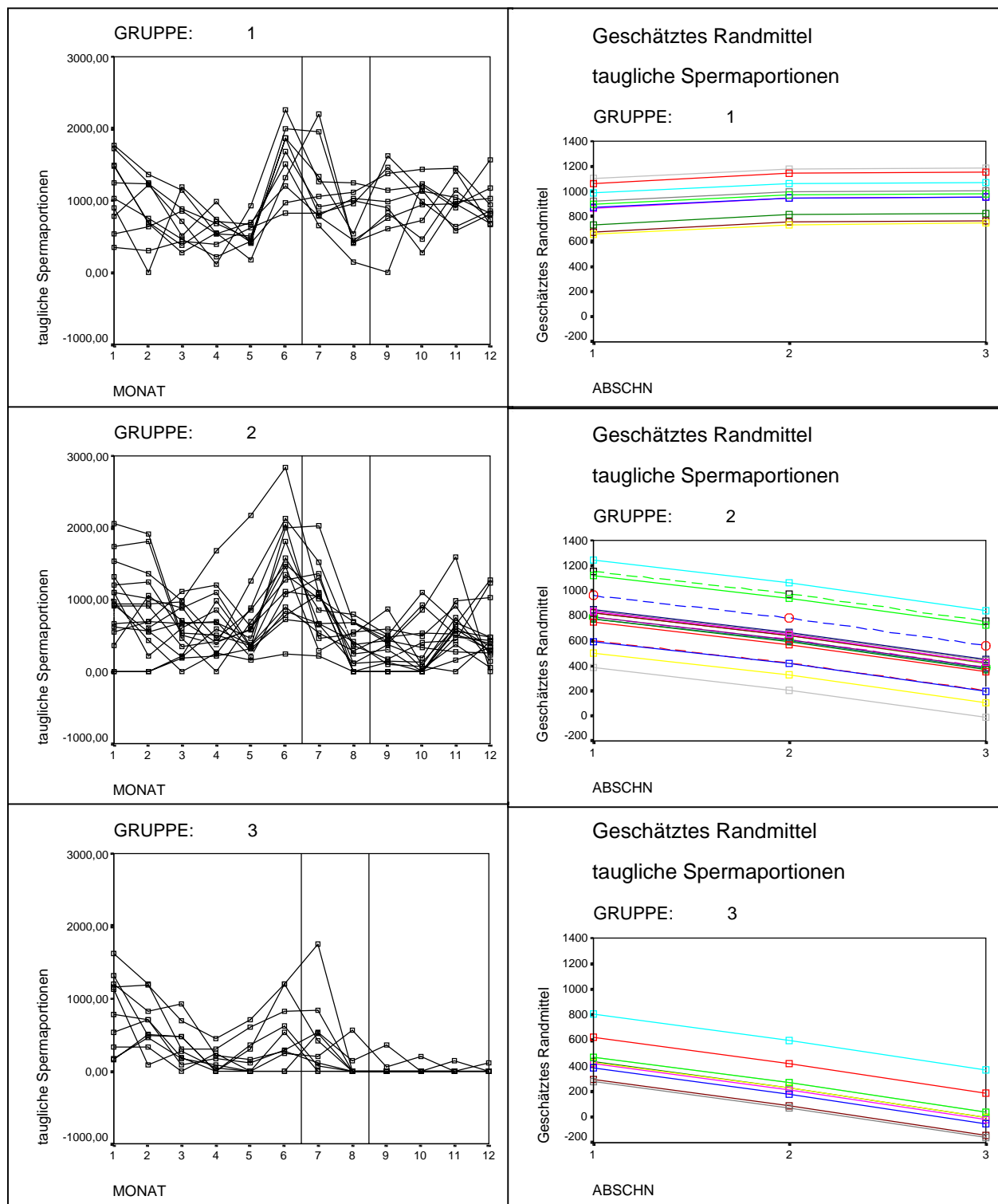


Abb. 3.4.6. Einzelverlaufkurven der monatlich produzierten Spermaportionen für jeden Bullen und der geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

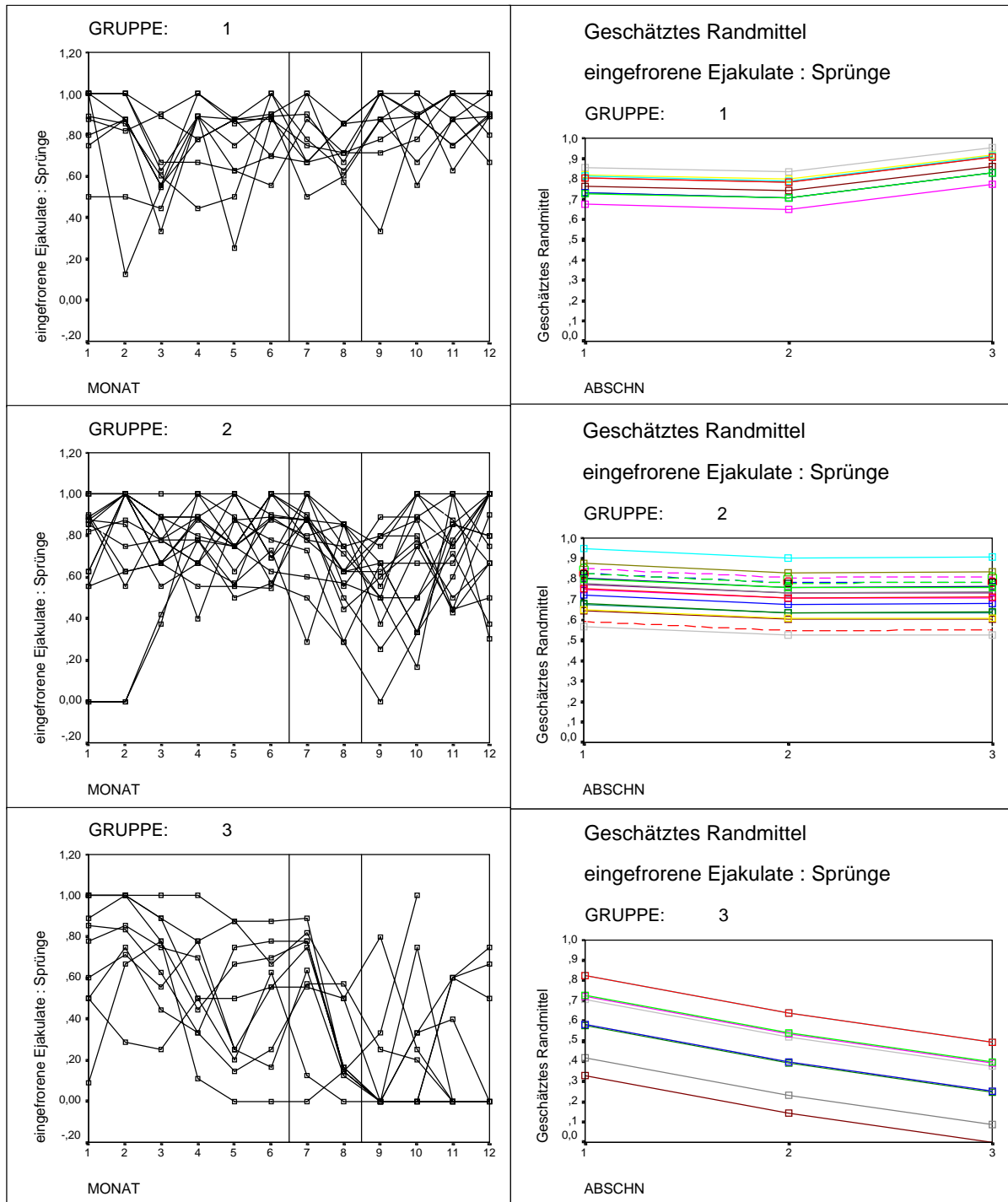


Abb. 3.4.7. Einzelverläufe des Verhältnisses der monatlich eingefrorenen Ejakulate zu der Anzahl der Sprünge und deren geschätzte Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Es ergibt sich die Frage, ob sich die tauglichen Ejakulate während der Hitzeperiode nur als Folge der geringeren Zahl der Sprünge oder auch anteilig vermindern.

Aufschluß gibt die Betrachtung des Anteils der eingefrorenen Ejakulate an den Sprüngen (Abb 3.4.7., Anhang: Tabelle 6.2.). Die Mittelwerte des **Verhältnisses der eingefrorenen Ejakulate/Bulle zur Anzahl der Sprünge** in Gruppe 1 waren im Abschnitt 3 deutlich

($p < 0,05$) höher als im Abschnitt 1. In Gruppe 3 sanken die Werte im Vergleich mit Abschnitt 1 ($p < 0,05$). Die Gruppen unterschieden sich aber untereinander deutlich in jedem Abschnitt wobei in Gruppe 1 die höchsten, in Gruppe 2 die mittleren und in Gruppe 3 die niedrigsten Werte gemessen wurden.

Im Spermalabor wurde die Spermaqualität erneut nach dem Auftauen einer zufällig gewählten Portion von jedem eingefrorenen Ejakulat bestimmt.

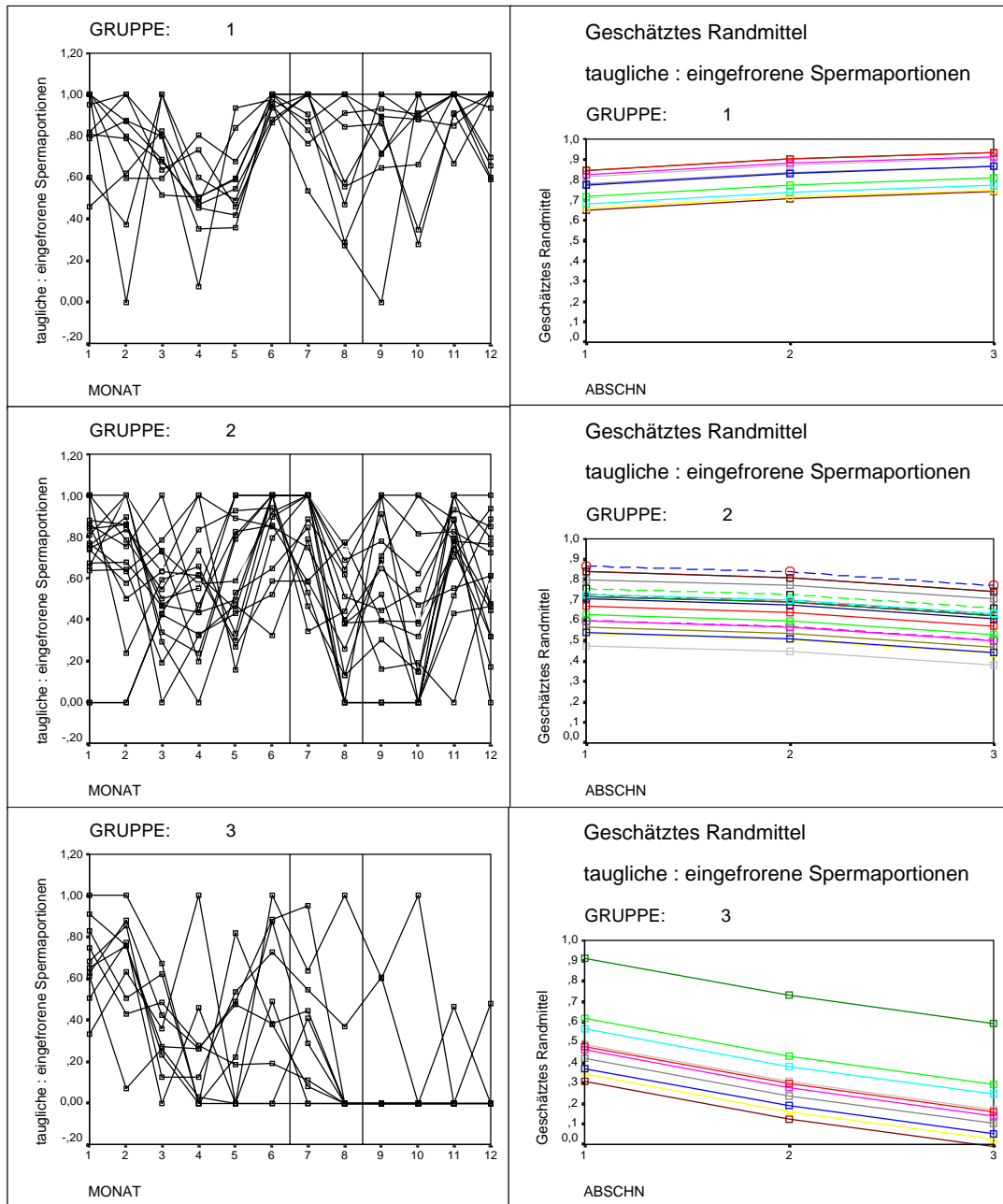


Abb. 3.4.8. Einzelverläufe des monatlichen Anteils der zur KB tauglicher Spermaportionen an den eingefrorenen und die geschätzten Randmittel pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Um zu ermitteln, ob der Anteil der Spermien steigt, deren Schädigung erst nach dem Einfrieren und darauffolgenden Auftauen zu Tage tritt, wurde der **Anteil tauglicher Portionen an den eingefrorenen** bestimmt (Anhang: Tabelle 6.2., Abb. 3.4.8.). Hier ist in keiner Gruppe ein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Abschnitten festzustellen. Die Gruppen unterscheiden sich aber untereinander deutlich in jedem Abschnitt wobei in Gruppe 1 die höchsten, in Gruppe 2 die mittleren und in Gruppe 3 die niedrigsten Werte gemessen wurden.

3.4.1.2 Spermienmorphologie

Einmal pro Monat wurde stichprobenartig ein Ejakulat pro Bulle morphologisch untersucht (außer in den Monaten Februar und März).

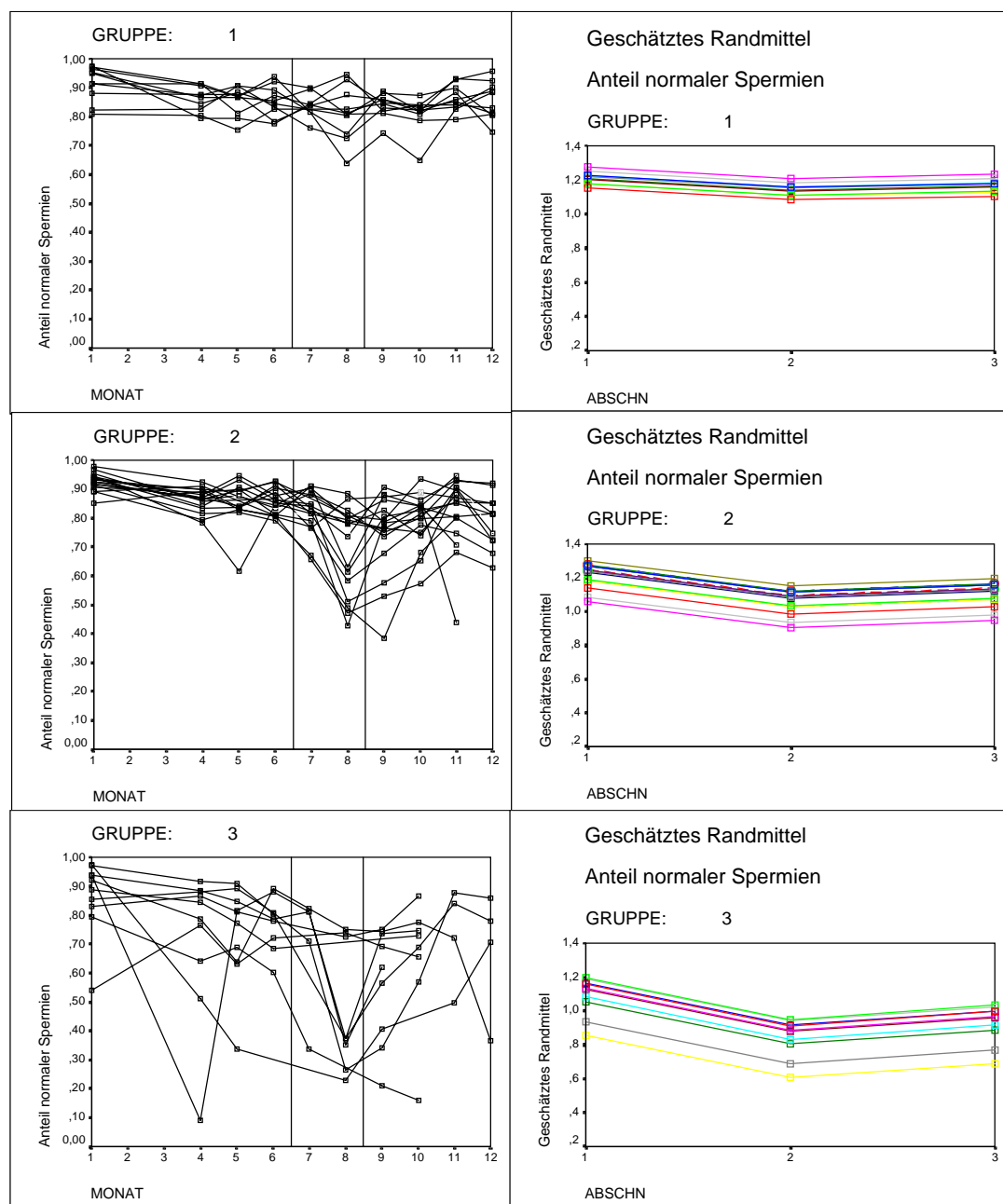


Abb. 3.4.9. Einzelverlaufskurven des monatlich bestimmten Anteils der normalen Spermien im Ejakulat für jeden Bullen sowie geschätzte Randmittel (transformierte Werte dargestellt) pro Abschnitt für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Betrachtet man die aus den transformierten Daten gebildeten Mittelwerte, die anschließend wieder zurücktransformiert wurden, für den Anteil normaler Spermien an der Spermiengesamtzahl, so ist in allen Gruppen ein deutlicher Abfall der Werte im Abschnitt 2 festzustellen ($p < 0,05$). Im 3. Abschnitt sind die Werte nur noch in Gruppe 2 im Vergleich zu Abschnitt 1 deutlich ($p < 0,05$) verringert.

Vergleicht man die Gruppen untereinander, so ist festzustellen, daß bereits im Abschnitt 1 die Werte für Gruppe 3 deutlich kleiner ($p < 0,05$) waren als in den beiden anderen Gruppen. In dem Maße wie in den Gruppen 1 und 2 die Mittelwerte fallen, sinken sie auch in Gruppe 3, so daß dieser Unterschied auch in den Abschnitten 2 und 3 deutlich bleibt.

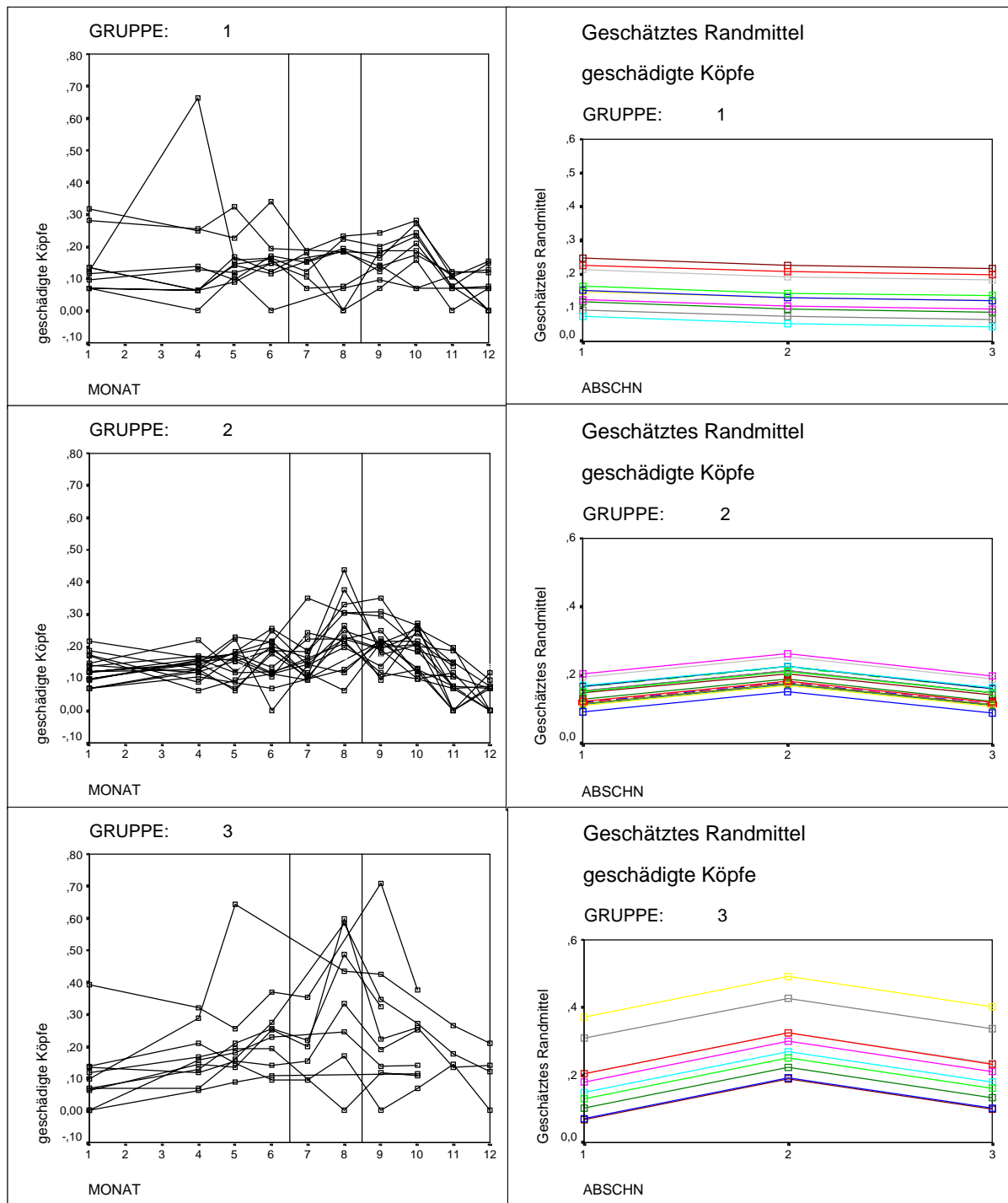


Abb. 3.4.10. Einzelverlaufkurven jedes Bullen für den monatlich bestimmten Anteil der geschädigten Spermienköpfe, geschätzte Randmittel (transformierte Werte dargestellt) für jeden Bullen in seiner jeweiligen Gruppe abschnittsweise (Gruppe 1 n=10, Gruppe 2 n=18, Gruppe 3 n=10)

Prozentuale Anteile der verschiedenen morphologischen Veränderungen

Primäre Spermienveränderungen

Bei den primären Spermienveränderungen wie den **geschädigten Spermienköpfen** und den **geschädigten Hälsen** gab es ein gleichsinniges Verhalten. In Gruppe 1 konnten keine deutlichen Unterschiede beim Vergleich der Abschnitte untereinander festgestellt werden. Dagegen

stiegen die Werte im Abschnitt 2 in den Gruppen 2 und 3 deutlich und blieben in Gruppe 3 auch im Abschnitt 3 verglichen mit Abschnitt 1 erhöht ($p < 0,05$).

Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden nur zwischen Gruppe 3 und den anderen beiden Gruppen im 2 und 3 Abschnitt deutlich ($p < 0,05$). Am Jahresanfang unterschieden sich die drei Gruppen bei diesen beiden Parametern nicht.

Bei den **geschädigten Mittelstücken** waren die Werte in allen 3 Gruppen vor der Hitzeperiode höher als während und nach der Hitze. Unterschiede zwischen den Gruppen gab es bei den geschädigten Mittelstücken in keinem der drei Abschnitte.

Sekundäre Spermienveränderungen

Bei den **Spermien ohne Schwanz** waren die Werte während und nach der Hitze in den Gruppen 2 und 3 deutlich ($p < 0,05$) erhöht. In Gruppe 1 gab es hier keine deutlichen Unterschiede. Die Gruppen unterschieden sich in keinem der Abschnitte voneinander.

Der Anteil **geschädigter Spermenschwänze** zeigte bei der abschnittswisen Betrachtung nur in der Gruppe 3 in Abschnitt 2 deutlich ($p < 0,05$) höhere Werte als in Abschnitt 1.

Spermien mit **persistierendem Protoplasmatropfen** waren in den Abschnitten 2 und 3 in allen drei Gruppen prozentual deutlich ($p < 0,05$) gegenüber Abschnitt 1 erhöht.

Die Spermien mit **Kopfkappenschäden** waren im Abschnitt 3 in allen Gruppen gegenüber Abschnitt 1 anteilig erhöht ($p < 0,05$). Dabei gab es bei den **abgelösten Kopfkappen** ein gleichsinniges Verhalten wie bei der Gesamtheit der Kopfkappenschäden. Bei den **leichten Kopfkappenschäden** gab es nur in den Gruppen 1 und 2 im Abschnitt 3 gegenüber Abschnitt 1 deutlich erhöhte Werte. Der Anteil an **mittleren Kopfkappenschäden** sank im Abschnitt 3 gegenüber den beiden vorigen Abschnitten in den Gruppen 2 und 3.

Deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen gab es in der Kategorie der sekundären Spermenschäden bei den Anteilen der Spermien ohne Schwanz, den Spermien mit leichten Kopfkappenschäden und den Spermien mit persistierendem Protoplasmatropfen in keinem der Abschnitte ($p < 0,05$). Bei den Spermienanteilen abgelöster Kopfkappen, Summe der Kopfkappenschäden und veränderter Schwänze unterschied sich Gruppe 3 jeweils von den anderen beiden Gruppen in den Abschnitten 2 und 3. Vor der Hitzeperiode gab es nur bei

den mittleren Kopfkappenschäden einen deutlichen Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen 2 und 3 mit geringeren Werten in Gruppe 3. Bei allen anderen sekundären Spermenschädigungen unterschieden sich die Gruppen vor der Hitzeperiode nicht.

3.4.2 Ergebnisse der Klimakammerversuche

3.4.2.1 Parameter des Frischsamens

Die Hitzebelastung erstreckte sich im Klimakammerversuch 1 über eine Woche (Woche 1) und im Klimakammerversuch 2 über vier Wochen (Wochen 1-4). Von den zweimal pro Woche gewonnenen Ejakulaten wurden die Wochenmittel gebildet und ausgewertet.

Die Schwankungen der Wochenmittel für die **Ejakulatvolumina** der beiden Bullen lassen keinen Wärmeeinfluß sowohl nach einwöchiger, als auch nach vierwöchiger Wärmebelastung erkennen (Abb. 3.4.11.).

Bei der **Dichte** ist im Klimakammerversuch 1 unter Hitzeeinfluß während der einwöchigen Belastung der Maximalwert des gesamten Untersuchungszeitraumes von $2,04 \times 10^9/\text{ml}$ nur für den Bullen 95719 zu verzeichnen, während die Werte vor der Belastung um oder unter $1,5 \times 10^9/\text{ml}$ lagen. Andere Veränderungen die auf einen Hitzeeinfluß hindeuten waren für beide Bullen bei beiden Klimakammerversuchen bei der Dichte nicht feststellbar (Abb. 3.4.11.).

Das Mittel der geschätzten **Vorwärtsbeweglichkeit** der Spermien zeigte bei beiden Bullen während der Klimakammerversuche keine Veränderungen, die auf einen Hitzeeinfluß schließen lassen (Abb. 3.4.11.).

Die **Gesamtspermienzahl** und die **Gesamtvorwärtsbeweglichkeit** sanken für den Bullen 95705 in der 2. Woche nach der 1-wöchigen Temperaturbelastung bzw. in der 6. und 7. Woche nach der 4-wöchigen Temperaturbelastung. Beim Bullen 95719 sanken diese beiden Parameter nach 4-wöchiger Temperaturbelastung in der 5. und 6. Woche (Abb. 3.4.11.).

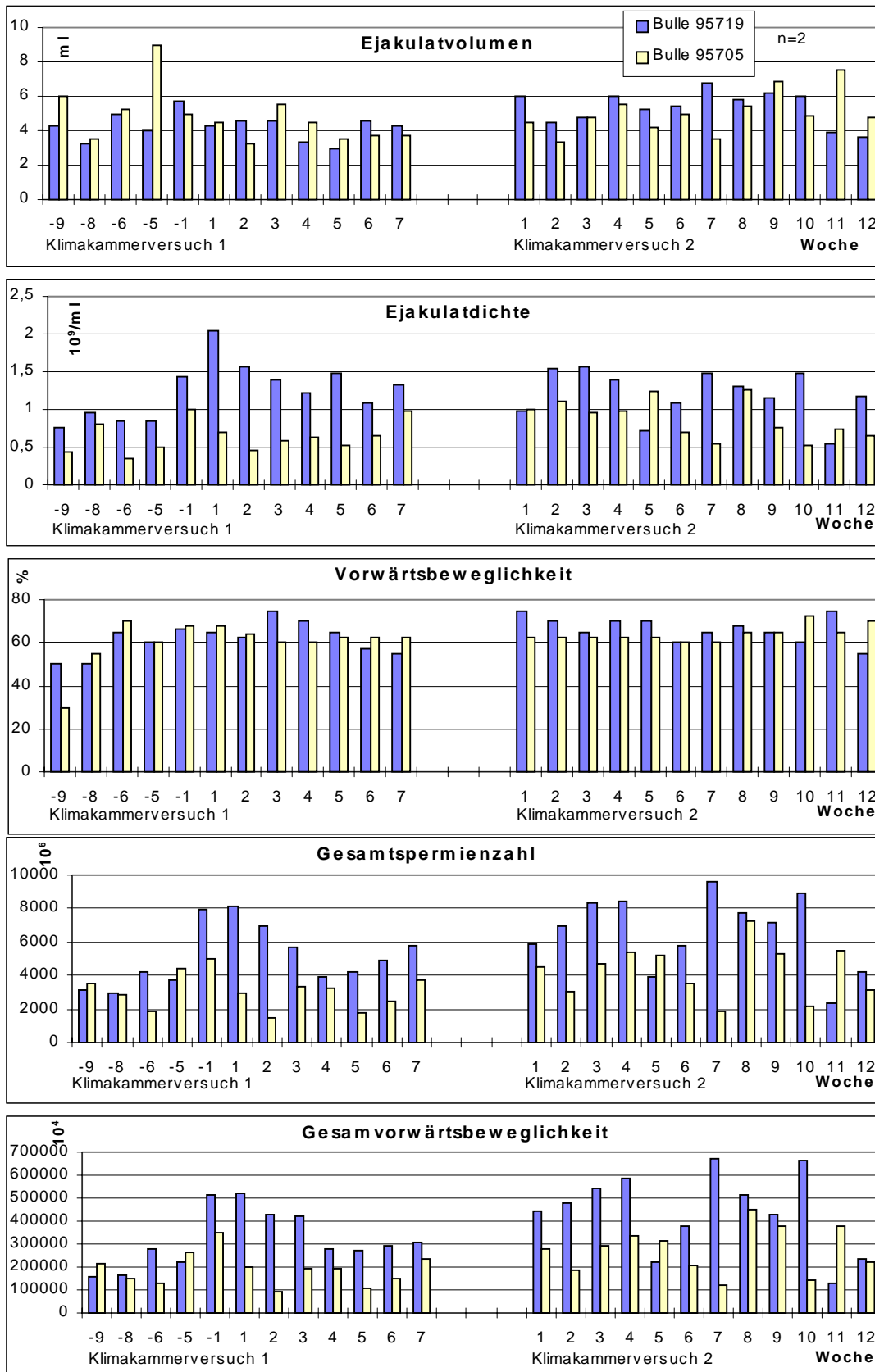


Abb. 3.4.11. Wochenmittel der Spermparameter der zweimal pro Woche gewonnenen Ejakulate

3.4.2.2 Hyaluronidase

Die Hyaluronidaseaktivitäten wurden während des Klimakammerversuchs 1 beginnend eine Woche vor der Temperaturbelastung bis zur 8. Woche untersucht (Tabelle 7.14.).

Starke Schwankungen in der **Gesamthyaluronidaseaktivität** des Ejakulates zeigen sich bei dem Bullen 95705 (Diagramm 3.4.15.). Während der Temperaturbelastung und in der 3. und 4. Versuchswoche stiegen die Gesamthyaluronidaseaktivitäten auf mehr als das Doppelte der Ausgangswerte an und sanken ab der 4. Versuchswoche wieder. Beim Bullen 95719 ist nur das Absinken der Werte ab der 3. Versuchswoche zu verzeichnen (Diagramm 3.4.16.).

Die **Hyaluronidase im Überstand** war in der 3. und 4. Versuchswoche beim Bullen 95705 erhöht, beim Bullen 95719 nur in der 3. Woche und sank bei beiden Bullen ab der 4. Versuchswoche. In der 5. Versuchswoche wurden die geringsten Hyaluronidaseaktivitäten bei beiden Bullen gemessen (Diagramme 3.4.15., 3.4.16.).

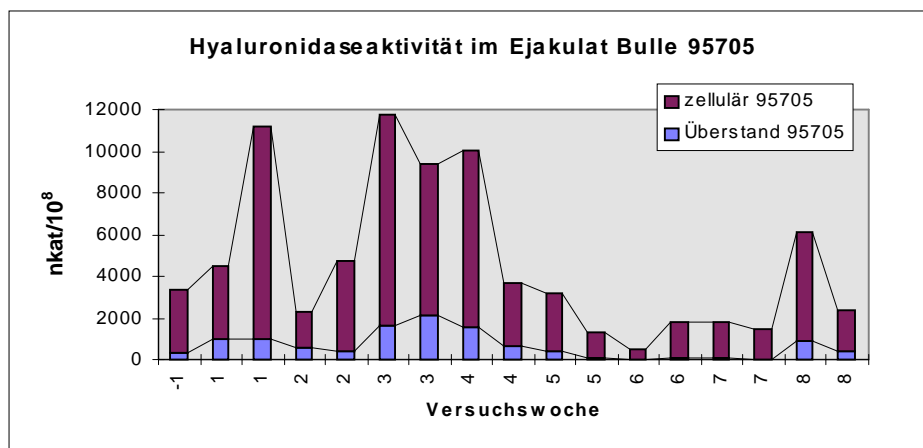


Diagramm 3.4.15. Hyaluronidaseaktivität im Ejakulat, Bulle 95705, Klimakammerversuch 1

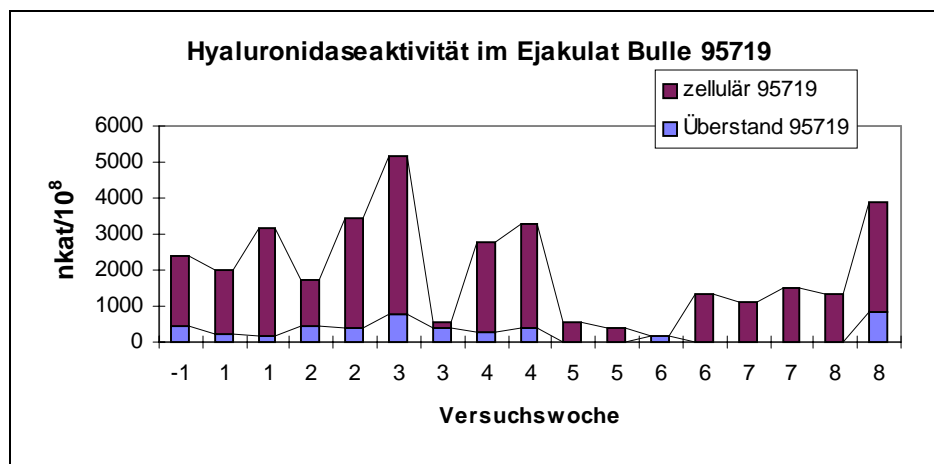


Diagramm 3.4.16. Hyaluronidaseaktivität im Ejakulat, Bulle 95719, Klimakammerversuch 1

3.4.2.3 Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)

Die Gesamt-GOT-Aktivität der Ejakulate und die GOT-Aktivität des Überstandes der Ejakulate nach Abzentrifugieren der Spermien sind für den Bullen 95705 unter der Hitzeeinwirkung und in der 3. Versuchswoche erhöht. Letztere nahm auch in der 6. Woche zu. Die Werte in der 4. Woche mit $4402,55 \text{ nkat}/10^8$ Spermien im Überstand und $13035,14 \text{ nkat}/10^8$ als Gesamtaktivität in der 8. Woche sind sehr stark gegenüber den anderen gemessenen Werten erhöht (Diagramm 3.4.17.). Beim Bullen 95719 sind erhöhte Werte sowohl in der Gesamt-GOT, als auch bei der GOT-Aktivität des Überstandes in der 3., 6. und 8. Versuchswoche festzustellen. Das Verhältnis der GOT-Aktivität des Überstandes und der zellulären Aktivität ist beim Bullen 95705 in der 1., 3., 6. und beim Bullen 95719 in der 3. und 7. Versuchswoche stark zu Gunsten des Überstandes verschoben (Diagramme 3.4.17., 3.4.18.).

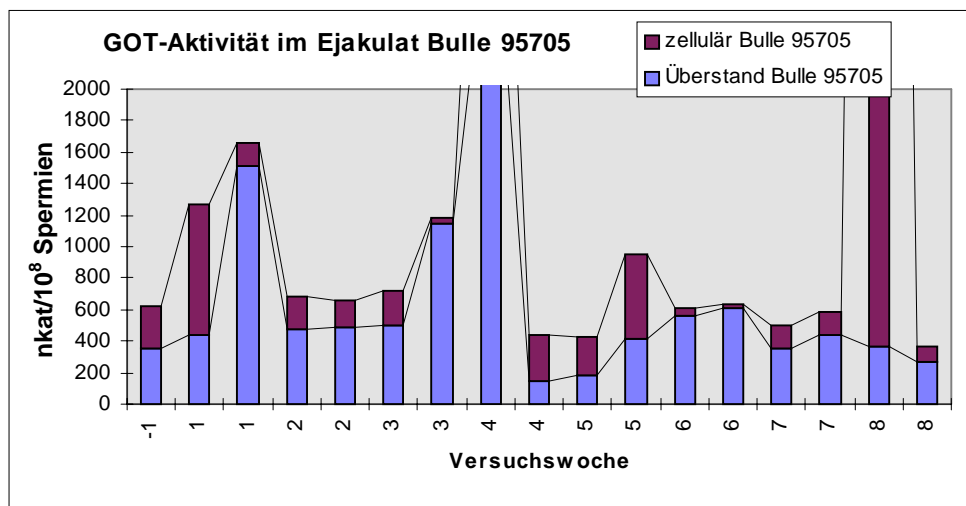


Diagramm 3.4.17. GOT-Aktivität im Ejakulat, Bulle 95705, Klimakammerversuch 1

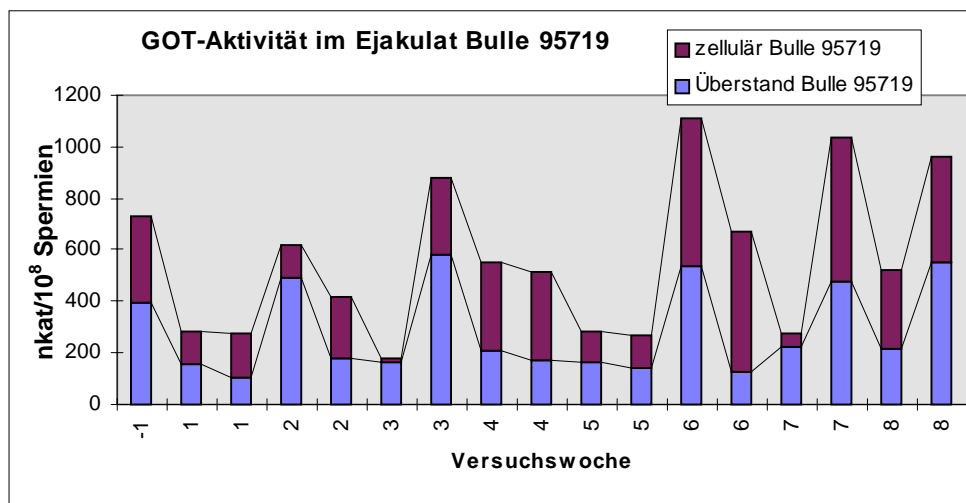


Diagramm 3.4.18. GOT-Aktivität im Ejakulat Bulle 95719, Klimakammerversuch 1

3.4.2.4 Ethidiumbromidtest

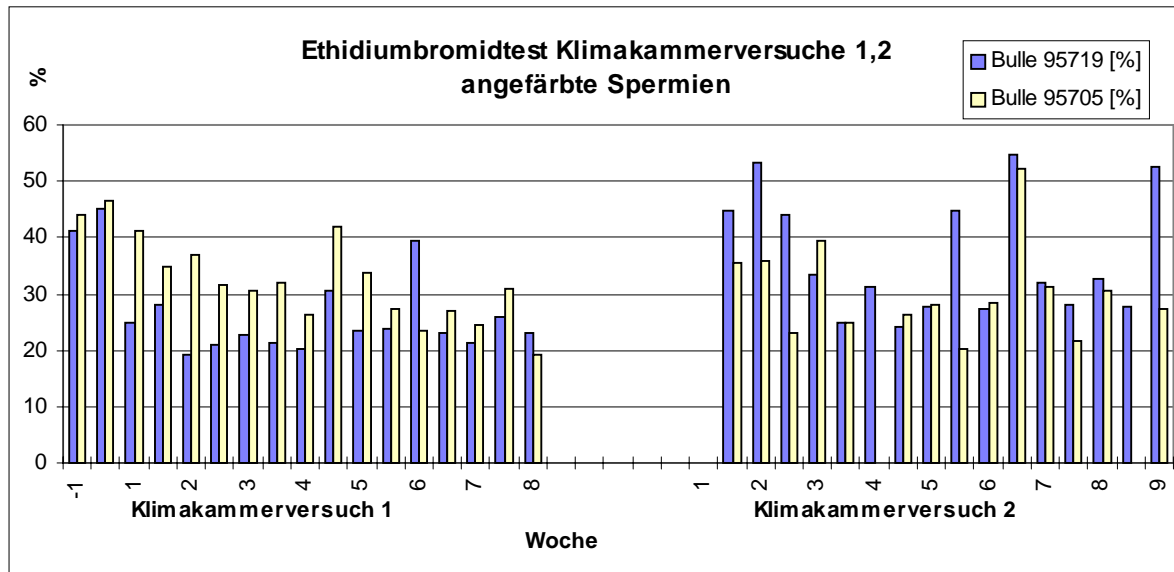


Diagramm 3.4.19. Prozentualer Anteil der Spermien die für Ethidiumbromid durchlässig waren

Bei beiden Bullen sinkt im Klimakammerversuch 1 der Anteil der Spermien, der für Ethidiumbromid durchlässig ist ab der 2. Woche von rund 40% auf 30% und steigt ab der 5. Woche wieder. Zwischen der letzten Bestimmung des Klimakammerversuchs 1 und der 1. Messung im Klimakammerversuch 2 lagen 19 Tage. Im Klimakammerversuch 2 stiegen die Werte beim Bullen 95705 in der 2., 7. und 9. und beim Bullen 95719 in der 7. Versuchswoche auf über 50% und damit über das Ausgangsniveau vor der 1. Wärmebelastung im Klimakammerversuch 1 (Diagramm 3.4.19.).

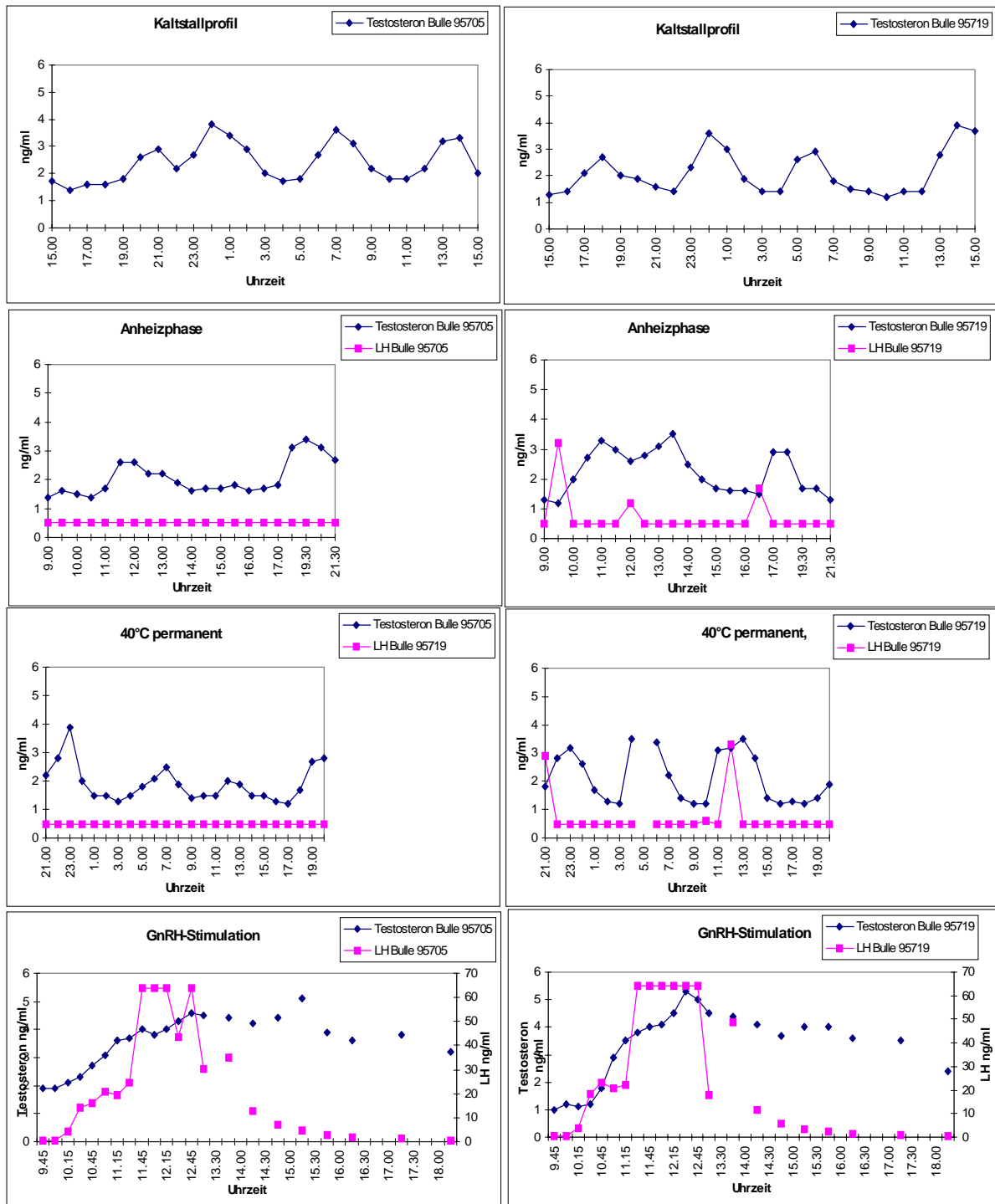


Abb. 3.4.20. Testosteron- und LH-Profile, Klimakammerversuch 2

3.4.2.5 Blutspiegel der Hormone

Im Klimakammerversuch 2 wurden vor und während der 4-wöchigen Hitzebelastung mehrere Hormonprofile über 12 bzw. 24 Stunden erstellt (Tabellen Anhang: 7.16.-7.19., Abb. 3.4.20.).

Testosteron

In der Phase des Anheizens und nach einwöchiger Temperaturbelastung von 40°C zeigten die einzelnen Hormonkurven für Testosteron bei beiden Bullen einen ähnlichen Verlauf wie die Kurven unter Normaltemperatur.

Beim Bullen 95719 ist teilweise das zeitliche Vorausgehen des LH-Gipfels vor dem Testosteronanstieg zu erkennen (Abb. 3.4.20.).

Lediglich im Belastungstest bei 40°C Raumtemperatur in Kombination mit einer einmaligen Gabe von 50µg GnRH zeigten beide Bullen stark erhöhte Testosteronwerte. Mit der Gabe von GnRH stieg die Amplitude der Testosteronwerte und verlängerte sich deren Intervall. Waren die Maximalwerte von Testosteron bei den Profilen ohne GnRH bei beiden Bullen mit 3,9 ng/ml erreicht, so konnten bei einer GnRH-Applikation 5,1 bzw. 5,3 ng/ml gemessen werden. Die Testosteronwerte waren am Ende der Untersuchung nach 8 Stunden mit 3,2 bzw. 2,4 bei Ausgangswerten von 1,9 bzw. 1 ng/ml immer noch erhöht. Das typische 6-Stunden Intervall aus den vorangegangenen Testosteronprofilen konnte hier nicht verzeichnet werden (Abb.3.4.20. Anhang: Tabelle 7.19.).

LH

Beim Bullen 95705 lagen die ermittelten LH-Werte bis auf den GnRH-Stimulationstest unter der 0,5 ng/ml-Nachweisgrenze. Beim Bullen 95719 konnten hinsichtlich der Amplitude und des Intervalls keine Unterschiede zwischen den LH-Profilen während des Anheizens und der 40°C-Temperatur-Belastung festgestellt werden (Abb. 3.4.20.). Die GnRH-Stimulation bewirkte bei beiden Bullen ca. eine Stunde nach der Applikation einen Anstieg des LH-Blutspiegels von 0,5 ng/ml bis auf 64 ng/ml. Die LH-Werte sanken nach diesem Gipfelwert

kontinuierlich, blieben aber über 7 Stunden erhöht und erreichten nach 8 Stunden wieder ihr Ausgangsniveau (Abb. 3.4.20. Anhang: Tab. 7.19.).

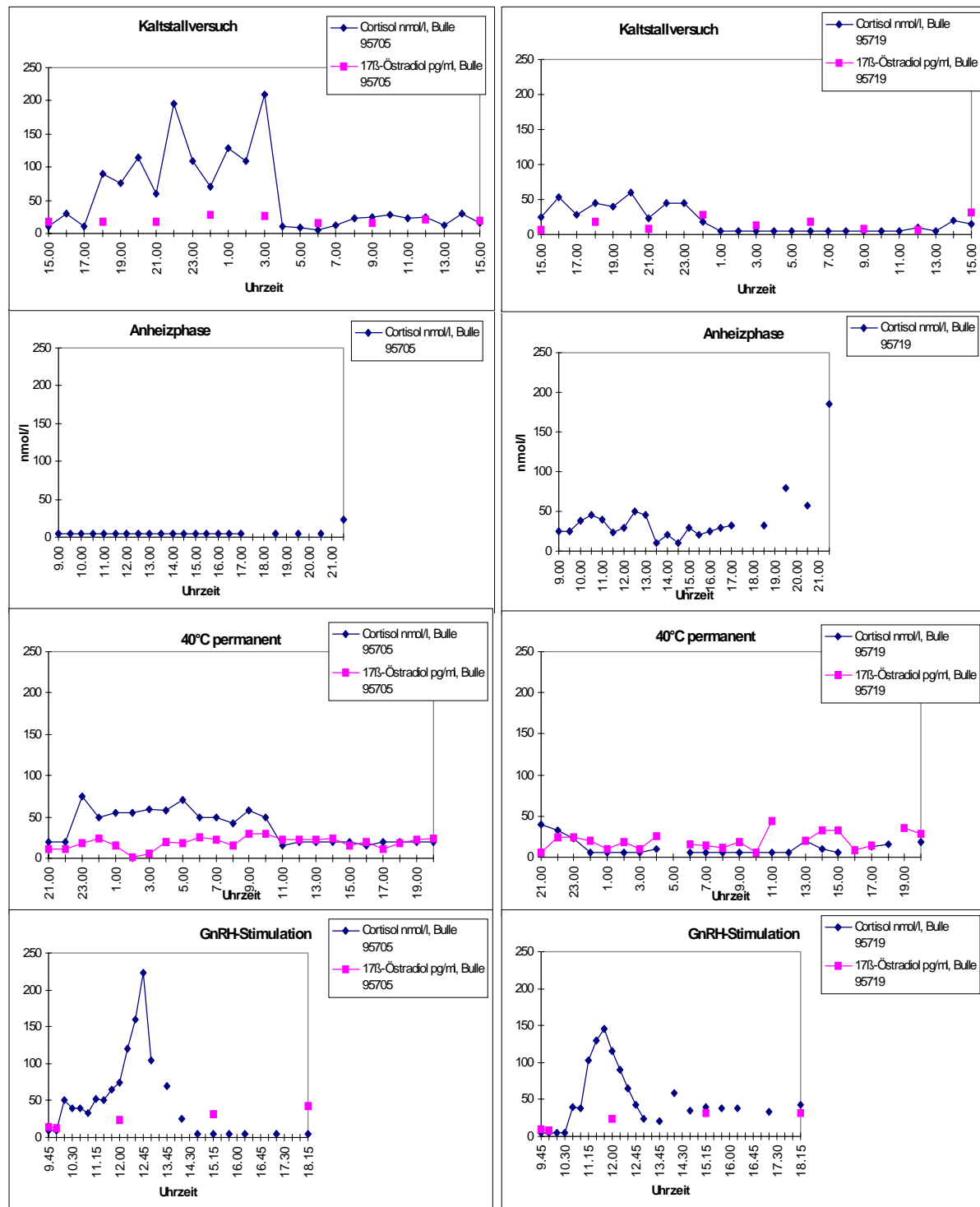


Abb. 3.4.21. Cortisol- und 17β-Östradiol-Hormonprofile, Klimakammerversuch 2

17 β -Östradiol

Die Kurven der 17 β -Östradiol-Blutspiegel unterschieden sich an allen Untersuchungstagen nicht. Im GnRH-Stimulationstest waren die Entnahmepintervalle zu groß, um einen zyklischen Verlauf feststellen zu können (Abb. 3.4.21. Anhang: Tabelle 7.19.).

Cortisol

Beim Bullen 95705 waren die höchsten Cortisolwerte in der Kontrolluntersuchung unter Normaltemperatur zu verzeichnen. Die Werte sanken beim Anheizen des Temperaturstalles signifikant und stiegen unter Temperaturbelastung wieder. Maximalwerte wurden während der ersten Hälfte des Kaltstallversuches mit 210 nmol/l und des GnRH-Stimulationstestes mit 223 nmol/l erreicht, wobei in der jeweils 2. Versuchshälfte die Werte wieder auf das Ausgangsniveau sanken (Abb. 3.4.21., Anhang: Tabelle 7.16, 7.19.).

Der Bulle 95719 zeigte zu Beginn des Kaltstallversuches und des GnRH-Stimulationstestes erhöhte Cortisolwerte bzw. während des Anheizens am Ende des Hormonprofiles. Im Hormonprofil unter konstanter Raumtemperatur von 40°C waren die geringsten Hormonwerte zu verzeichnen.

Der Bulle 95705 hatte sowohl in Streßsituationen, als auch danach meist höhere Cortisolwerte als Bulle 95719.