Widerspiegeln starke Geweihe

die Fruchtbarkeit bei Rehböcken?

Ein korrelativer Ansatz

Autor: Ronald Knapp

Unter Betreuung

an der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft:

Univ. Prof. Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Klaus Hackländer
Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Alfred Frey-Roos

an der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Sektion Besamung und Embryotransfer:

Ao. Univ.Prof. Dr. med. vet. Christine Aurich

Inhalt

Vorwort und Danksagung 3

Zusammenfassung 4

Abstract 5

1. Einleitung und Hintergrund, Hypothesen 6

2. Material und Methodik 8

2.1. Untersuchungsgebiet und Logistik 8

2.2. Aufgenommene Daten 9

2.3. Messungen 10

2.3.1. Körpermaße 10

2.3.2. Geweih und Schädel 11

2.3.2.1. Geweihmaße 12

2.3.2.2. Altersbestimmung 13

2.3.3. Präparation und Maße des Hodens sowie Nebenhodens 14

2.3.4. Spermaqualität 16

2.4. Hauptkomponentenanalyse 20

2.4.1. Hauptkomponentenanalyse Konstitution 20

2.4.2. Hauptkomponentenanalyse Geweihqualität 22

3. Auswertung und Statistik 25

3.1. Test auf Normalverteilung 25

3.2.1. GLM Spermaqualitätsparameter links 26

3.2.2. GLM Spermaqualitätsparameter rechts 33

3.2.3. GLM Geweihqualität 35

3.2.4. GLM Testosteronkonzentration im Blut 36

3.2.5. GLM Hodenmaße 39

3.2.6. GLM Spermaqualitätsparameter ohne Jahrlingsböcke 44

3.2.7. GLM Geweihqualität ohne Jahrlingsböcke 47

3.2.8. GLM Testosteronkonzentration im Blut ohne Jahrlingsböcke 48

3.2.9. GLM Hodenmaße ohne Jahrlingsböcke 49

4. Diskussion 52

4.1. *Hypothese H1 bis H3* *52*

4.2. *Geweihqualität und Hoden, Nebenhoden, Testosteron; Hypothese H4* *55*

Literaturverzeichnis 58

Anhang 62

Vorwort und Danksagung

Es war ein langer Weg von der Idee und Konzeption meines Masterarbeitsthemas bis zur Umsetzung der Datenerhebung und letztendlich Auswertung ebendieser wie auch der Finalisierung der gesamten Masterarbeit.

Dieser Weg wäre ohne Unterstützung von etlichen Personen ein wesentlich steinigerer, wenn nicht sogar unbegehbarer Weg gewesen. Erst die finanzielle Unterstützung meiner Eltern Walter und Edith Knapp ermöglichte es mir die notwendigen Transportwege zu bewältigen, Erich und Kurt Hofer sowie deren Lebensgefährtinnen stellten die Infrastruktur und das Probenmaterial im Projektgebiet zur Verfügung, Prof. Christine Aurich und MTA Silvia Kluger von der Sektion für Besamung und Embryotransfer versorgten mich mit technischem Gerät, KnowHow und tatkräftiger Unterstützung an der Veterinärmedizinischen Universität Wien und zu guter Letzt, meine beiden Betreuer an der BOKU, Prof. Klaus Hackländer und Dr. Alfred Frey-Roos, die mir mit Geduld, Ressourcen des Instituts sowie Rat und Tat zur Seite standen sowie ARat Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Hafellner für seine Hilfestellung bei der Altersbestimmung.

Darum sei hier all jenen oben angesprochenen Menschen sowie allen weiteren Personen, die mir dabei geholfen haben dieses Projekt durchzuführen, gedankt! Spezieller Dank gebührt auch meiner heutigen Lebensgefährtin die sich von Bockhoden und Hirschläusen nicht abschrecken hat lassen!

Zusammenfassung

Das Geweih von Rehböcken liegt seit langer Zeit im Blickpunkt des Menschen. Bereits zur Zeit der Jäger und Sammler sowie auch heute ist es bei Jägern und Wissenschaftlern, die sich mit dieser Tierart auseinandersetzen, nicht anders.

Wie spanische Wissenschaftler bereits für den Rothirsch *Cervus elaphus* bestätigen, steigt die Fertilität dieser Tiere mit zunehmender Geweihqualität und –komplexität. In dieser hier vorliegenden Arbeit wurde versucht herauszufinden, ob es beim Rehbock *Capreolus capreolus* ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem äußeren, phänotypischen Merkmal des Geweihs und der Fertilität, also der Spermaqualität, der Böcke gibt.

In der gesamten Stichprobe, inklusive Jahrlingsböcken, gibt es vereinzelt Zusammenhänge zwischen Geweihqualität und Fertilität, was wohl aber auf die noch geringe Geweihqualität der Jahrlinge und die gegenüber älteren Böcken geringere Hodengröße und somit geringere Leistungsfähigkeit bei der Spermatogenese zurückzuführen ist. Innerhalb der für die Reproduktion relevanten älteren Böcke (ohne Jahrlinge), konnte kein Zusammenhang zwischen der Geweihqualität und der Fertilität gefunden werden. Allerdings zeigen die vorliegenden Ergebnisse einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Geweihqualität und dem Gewicht des Nebenhodens der Tiere sowie der Testosteron-Konzentration in deren Blut. Das unterstreicht auf der einen Seite die bereits bekannte, wesentliche Bedeutung von Testosteron auf Geweih- und Fortpflanzungszyklus. Auf der anderen Seite kann aus dem Ergebnis, dass mit ansteigender Geweihqualität auch zunehmende Nebenhodengewichte vorliegen, geschlossen werden, dass Böcke mit höherer Geweihqualität besser in der Lage sind, Sperma zu produzieren als solche mit geringerer Geweihqualität. Zumal die Größe der Hoden wesentlich für die Leistungsfähigkeit bei der Spermatogenese bzw. die Spermaproduktionsrate ist.

Das Geweih bei Rehböcken ist also kein Zeiger für deren Fertilität, wohl aber ein Zeichen für das individuelle Vermögen Sperma zu produzieren und zu speichern.

Abstract

Since the time of hunters & gatherers the antlers of roe deer Capreolus capreolus have been in focus of human interest. For hunters and scientists today, this did not change.

Spanish scientists have already verified that there is a connection between antler-quality and fertility in red deer *Cervus elaphus*. They proved that with increasing antler-quality and –complexity the fertility of red deer stags increases as well. The present thesis tries to prove this connection between this phenotypic trait and the fertility of roe deer-bucks *Capreolus capreolus*.

Using the whole sample, inclusive yearlings, there are several connections between antler-quality and fertility but this is perhaps the effect of low antler-quality of yearlings in comparison with older bucks as well as the lower testes-size resulting in reduced ability in spermatogenesis. Within the roe-bucks what are relevant for reproduction (excluding yearlings), was no connection found between antler-quality and fertility. But, there was a significant relationship found between antler-quality and the weight of epididymis as well as for testosterone-concentration in the blood of the bucks.

On the one hand this is underlining the, already known, crucial importance of testosterone in the antler- and reproduction-cycle of roe deer bucks. On the other hand and based on the present results, that with increasing antler-quality also the epididymal weight increases, it can be concluded that bucks with increasing antler-quality have a better ability to produce sperm than bucks with lower antler-quality because the size of the testis is evident for the ability of spermatogenesis respectively sperm production rate.

In conclusion, the antlers of roe deer bucks are no phenotypic trait for fertility but a trait for the individual ability to produce and accumulate sperm.

1. Einleitung und Hintergrund, Hypothesen

Im Rahmen der Konkurrenz um paarungsbereite Weibchen haben sich in der Evolution bei Männchen, unabhängig von der Spezies, morphologische und physiologische Merkmale herausgebildet die im Wettstreit um Reproduktion den Erfolg der männlichen Individuen zu erhöhen vermögen. Neben Körpergröße, Stärke und Ornamenten wie Farben, Muster oder diverse Körperanhänge stellen Waffen, wie etwa Geweihe, ein „ehrliches Signal“ dar, die die Dominanzposition von männlichen Tieren gegenüber Konkurrenten untermalt. Diese Signale können einerseits für konkurrierende Männchen als Hinweis auf die Kampfkraft eines Individuums dienen, andererseits können auch Weibchen einen Informationsgewinn hinsichtlich Partnerwahl daraus ziehen. Ein positiver Zusammenhang zwischen Fortpflanzungserfolg und Körper- bzw. Waffengröße konnte schon bei etlichen polygynen Säugetieren nachgewiesen werden. (KAPPELER, 2006).

Zudem ist seit langem ist bekannt, dass sich saisonal fortpflanzende männliche Säugetiere, wie z.B. der Rehbock (*Capreolus capreolus*), Zusammenhänge zwischen Geweihen und Reproduktionsorganen aufweisen (ANDERSEN ET AL 1998, STUBBE 2008). Schon SHORT und MANN (1966) konnten in einer Studie an englischen Rehböcken zeigen, dass mit vermehrter Segregation von Testosteron in den Hoden ein erhöhter Testosteronspiegel im Frühjahr vorliegt. Damit wird das Ende der Geweihentwicklung erreicht, manifestiert durch das Abfegen des Basts. Umgekehrt geht, nach dem Maximum der Testosteronkonzentration in der Brunft (Juli, August), im Spätherbst (Oktober, November) mit dem Abwerfen des Geweihs ein sehr niedriger Testosteronspiegel in den Hoden einher. Parallel zum steigenden Frühjahrs-Testosteronspiegel beginnt auch die Spermatogenese in den Hoden, was einen allmählichen Anstieg des Hoden- und Nebenhodengewichtes zur Folge hat. Die Maximalwerte werden während der Brunft im Juli und August erreicht.

Diese Erkenntnisse hinsichtlich Spermienproduktion und Hodenvolumen decken sich mit Ergebnissen jüngeren Datums. Gemäß SEMPERE ET AL, (1998) als auch ROELANTS ET AL, (2002) kommt die Spermienproduktion im Winter völlig zum Erliegen, während diese in der Brunft ihr Maximum erreicht. Auch GÖRITZ ET AL, (2003) wiesen deutliche saisonale Größenunterschiede eines Großteils des männlichen Reproduktionstraktes nach. Zudem unterstreicht diese Studie auch die Bedeutung des Zusammenspiels von Hoden und Testosteron für die optimale sowie zeitgerechte Intensivierung der Spermienproduktion. Auch die von MØLLER (1994) postulierte Hyptohese, das die direkte Ungleichheit der Hoden sich in phänotypischer Qualität niederschlägt, bzw. dass die Hodengröße positiv mit sekundären Geschlechtsmerkmalen zusammenhängt, ist hier von Interesse. Möglicherweise existiert auch bei Rehböcken ein Zusammenhang zwischen den

Maßen des linken und rechten Hodens und qualitativen phänotypischen Merkmalen wie dem Geweih oder der Konstitution.

Veränderungen im Aufbau des Nebenhodens wurden jüngst von SCHÖN und BLOTTNER (2009) genauer dokumentiert. Im Nebenhoden, der in die drei Bereiche Caput epididymis, Corpus epididymis und Cauda epididymis unterteilt werden kann, schlägt sich die Saisonalität in einer signifikanten Veränderung der zellulären Zusammensetzung im Laufe des Jahres nieder.

Da Spermamenge und Spermaqualtität den Fortpflanzungserfolg beeinflussen, wäre ein äußeres Merkmal wie das Geweih, von dem aus auf die Spermaqualität bei Tieren geschlossen werden kann, interessant. Dass das Geweih einen Zeiger für Hodengröße, Spermienanzahl und Spermaqualität darstellt wurde für Damhirsch *Dama dama* (GOSCH und FISCHER, 1989), Axishirsch *Axis axis* (WILLARD und RANDEL, 2002) und Rothirsch *Cervus elaphus* (MALO ET AL, 2005b) bereits nachgewiesen. Für das Reh gibt es diesen Nachweis noch nicht.

Die Geweihgröße bei Rehböcken spiegelt auch die individuelle Kondition wieder (PELABON UND VAN BREUKELEN, 1998) und unter Säugetieren stellt die Größe von sekundären Geschlechtsmerkmalen möglicherweise ein wichtiges korrelatives Signal für männliche Reproduktionsqualität dar (MALO ET AL, 2005b). Obwohl Rehe und Hirsche sich hinsichtlich Sozialität und Geweihentwicklung unterscheiden (CLUTTON-BROCK ET AL, 1982, WAGENKNECHT, 1981, RAESFELD und REULECKE, 1988, HEWISON ET AL in ANDERSEN ET AL, 1998, STUBBE, 2008), ist es aufgrund der Funktionalität von Ornamenten wie den Geweihen (KAPPELER, 2006) wahrscheinlich, bei Rehböcken diesen korrelativen Zusammenhang ebenfalls zu finden.

Da weibliche Rehe während der Brunft durchaus Territorien verschiedener Böcke durchstreifen können wäre es auch für Rehböcke von Vorteil über ein solches körperliches Merkmal der Geiß zu signalisieren, dass ihre Nachkommen besonders fit sein werden. Wenn besonders viele Geißen vom ehrlichen Signal Geweih überzeugt werden können und große Hoden mit einer gut funktionierenden Spermatogenese es dem Bock zudem erlauben die Geißen auch alle erfolgreich zu beschlagen, wirkt sich das positiv auf seinen Reproduktionserfolg aus.

Hypothesen:

Daraus formulieren sich folgende vier Hypothesen welche im Zuge dieser Master-Arbeit bearbeitet wurden.

- H1: Mit zunehmender Geweihqualität steigen die Spermaqualität, Spermamenge und die Spermienanzahl.
- H2: Mit zunehmender Kondition, Konstitution und Körpergewicht sowie zunehmenden Alter steigt die Geweihqualität.
- H3: Mit zunehmender Kondition und Konstitution, sowie zunehmenden Alter steigt die Spermienanzahl und Spermaqualität.
- H4: Das Geweih, als sekundäres Geschlechtsmerkmal des Rehbocks, ist ein ehrliches Signal für seine linke und rechte Hodengröße sowie den Testosterongehalt im Blut.

2. Material und Methodik

2.1. Untersuchungsgebiet und Logistik

Das Untersuchungsgebiet liegt im nord-westlichen Niederösterreich innerhalb der böhmischen Masse und umfasst eine Fläche von ca. 4500 Hektar in montaner Höhenlage (500-1000 m ü.d.M). Die Klimaverhältnisse sind kühl-boreal geprägt mit Niederschlagsmengen von maximal 1000 mm pro Jahr mit dem Niederschlagsmaximum im Sommer (KILIAN ET AL, 1993). Das Gebiet setzt sich aus schmalen Kleinäckern, Ackerrandstreifen, Brachflächen und Wald zusammen. Auf der gesamten Fläche erfolgt Winterfütterung.

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet (Quelle: Google Earth 2011)

Das Untersuchungsmaterial wurde von Böcken entnommen, die während des Zeitraumes von 05. Juni 2010 bis 10. August 2010 in dem Gebiet erlegt wurden. Je nach Zeitpunkt der Erlegung fielen die Böcke entweder in den Zeitraum der Vor-Brunft (05.06.2010-22.06.2010) oder der Brunft (29.07.2010-10.08.2010).

Zur Probennahme war ich immer persönlich zu den mit den Jagdpächtern abgestimmten Terminen vor Ort. Erlegte Tiere wurden vom Schützen schnellstmöglich zur Wildkammer in Mühlbach gebracht, wo das Tier dann bearbeitet wurde. In der Regel erfolgte die Entnahme und Kühlung der Hoden samt Scrotum innerhalb 1 Stunde postmortem, bei 11 Fällen später, maximalst innerhalb von 135 Minuten. Außerdem wurde vom jeweiligen Schützen bzw. Erleger Ort und Uhrzeit der Erlegung festgehalten.

Um eine Zuordnung der aufgenommenen Daten (s.u.) und entfernten, in Gefrierbeuteln aufbewahrten Hoden zu den jeweiligen Geweihen zu gewährleisten, wurden numerierte Metallplättchen mit Kabelbindern oder Draht an den Geweihen befestigt. Die Nummer auf den Metallplättchen wurde mittels wasserfestem Folienstift am Gefrierbeutel festgehalten. Die dazugehörigen Unterkieferäste wurden nach dem Auskochen mit einem wasserfesten Stift mit der Nummer des Metallplättchens beschriftet um diese ebenfalls zuordnen zu können.

2.2. Aufgenommene Daten

Um die Hypothesen beantworten zu können kamen folgende Daten zur Aufnahme:

Zeitpunkt der Aufnahme:

- Datum, Uhrzeit Erlegung
- Datum, Uhrzeit Entnahme Scrotum inklusive Hoden
- Datum, Uhrzeit Beginn Kühlung von Scrotum inklusive Hoden

Werte zur Konstitution:

- Körperlänge, Körpergewicht, Trägerumfang, Fettdepot, Schulterhöhe, Hinterfußlänge

Werte zur Geweihqualität:

- Geweihgewicht, -länge, -durchmesser, -volumen, -auslage

Werte zum Hoden:

- Hodengewicht, -durchmesser und –volumen
- Nebenhodengewicht

Werte zur Spermaqualität:

- Spermavolumen, Spermiendichte, Motilität, Viabilität
- pH-Wert der Spermaproben
- Osmolarität

Wert zum Hormonhaushalt:

- Testosteronkonzentration im Blut

Wert zum Alter:

- Geschätztes Alter (gemäß Zahnabrieb und Zahnschliff)

2.3. Messungen

2.3.1. Körpermaße

Es wurden bei jedem erlegten Bock Körpergewicht, Körperlänge, Trägerumfang, Schulterhöhe,

DATENBLATT Feldarbeit

Rehbock Nr.:	Datum/Uhrzeit Erlegung:	Erleger:	
Datum/Uhrzeit Entnahme Hoden+Beginn Kühlung:	Ort (Revier+Revierteil):		Seehöhe [m]:
Körperlänge [cm]:	Anmerkungen:		
Körpergewicht [kg]:	Anmerkungen:		
Schulterhöhe [cm]:	Anmerkungen:		
Hinterfußlänge [cm]:	Anmerkungen:		
Trägerumfang [cm]:	Anmerkungen:		
Retroperitoneales Fettdepot [g]:	Anmerkungen:		
Geweihgewicht [g]:	Anmerkungen:		
Geweihlänge [cm]:	Anmerkungen:		
Geweihdurchmesser [cm]:	Anmerkungen:		
Geweihumfang [cm]:	Anmerkungen:		
Geweihauslage [cm]:	Anmerkungen:		
Geweihvolumen [cm^3]:	Anmerkungen:		
Unterkieferlänge [cm]:	Anmerkungen:		
Alter [Jahre]:	Anmerkungen:		

Abbildung 2: Datenblatt Feldarbeit

Hinterfußlänge sowie Fettdepot erhoben. Die erhobenen Messwerte wurden, jeweils sofort nach Messung, im Datenblatt „Feldarbeit“, siehe Abb. 2, notiert. Bei allen Messungen, die mit Maßband vorgenommen wurden, lag der Tierkörper auf der rechten Körperseite.

Das Körpergewicht wurde im aufgebrochenen Zustand mit Haupt jedoch inklusive Schlund, Speise- und Luftröhre mittels einer handelsüblichen analogen Zeigerwaage (Fabrikat Sutter Zeigerschnellwaage 100kg) mit einer Genauigkeit von 0,5 kg ermittelt. Der Tierkörper hing während der Messung an den Vorderläufen unter Verwendung eines Hakens frei und ruhend an der Waage.

Die Körperlänge wurde mittels eines handelsüblichen Roll-Maßbandes (Fabrikat Erba 5m) am liegenden Tierkörper auf 1 cm genau ermittelt. Dabei wurde die Distanz von der Spitze des

Windfangs bis zu den Rosenstöcken, mit vertikal gestelltem Maßband die Distanz zwischen den Rosenstöcken und die Distanz hinter den Rosenstöcken dem Rückgrat entlang bis zu dessen Ende gemessen und die einzelnen Werte addiert. Die Summe aus den Einzelmessungen ergibt die Körperlänge.

Zwischen Hinterhaupt und erstem Wirbel wurden 10 cm entlang der Wirbelsäule in Richtung Körperende gemessen um ausgehend von dieser Stelle den Trägerumfang zu ermitteln. Das Rollmaßband wurde dazu rund um den Träger gelegt und nur leicht gespannt um zwar die Decke möglichst eng anliegen, jedoch das Maßband nicht in die Muskulatur des Trägers einschnüren zu lassen.

Die Schulterhöhe wurde mittels am Tierkörper anliegenden Roll-Maßband entlang der Außenseite des gestreckten linken Vorderlaufs von der Schalenspitze bis zur Wirbelsäule auf 1 cm genau ermittelt.

Die Hinterfußlänge wurde mittels Rollmaßband auf der Hinterseite des linken Hinterlaufs ausgehend von der Schalenspitze bis zur Ferse auf 1 cm genau gemessen.

Da das retroperitoneale Fettdepot bei den Probeläufen im Mai sich als sehr schwach entwickelt zeigte, wurden auch Fettanlagerungen an Mast- und Dickdarm herangezogen. Dazu wurde der Dickdarm an der Verwachsung mit Leber und Zwerchfell gekappt und die außen liegenden Fettanlagerungen von 40 cm Darm abgestreift. Das retroperitoneale Fett und das Nierenfett wurden gemeinsam mit dem Darmfett auf einer handelsüblichen elektronischen Küchenwaage auf 1 g genau gewogen.

2.3.2. Geweih und Schädel

Die Schädel der erlegten Tiere wurden nach den Messungen am Tierkörper vom Träger abgetrennt, der Großteil des Gewebes am Schädel sowie das Gehirn entfernt und das restliche Gewebe abgekocht. Um die korrekte Zuordnung der Unterkiefer zu gewährleisten wurden diese mittels Schnur an die Oberkiefer bzw. Geweihe, die bereits durch nummerierte Metallplättchen gekennzeichnet waren, gebunden. Nach Abkochen, Reinigen von Geweberesten und Bleichen der Trophäe wurde die Nummer des Metallplättchens mit Bleistift am Unterkieferknochen vermerkt um weiterhin eine Zuordnung zu ermöglichen. Die ermittelten Werte wurden wiederrum im Datenblatt „Feldarbeit“ (Abb.2) vermerkt.

2.3.2.1. Geweihmaße

Die Schädel wurden mittels Knochensäge und Halterung, um immer denselben Winkel zu schneiden, in der Regel kurz mit Nasenbein gekappt. Bei Schädeln von Jahrlingen, die aufgrund der instabilen Nasenbeine noch kürzer gekappt wurden, bzw. bei Trophäen von Jagdgästen, die auf Wunsch länger gekappt wurden, kam es zu Aufschlägen oder Abzügen nach STUBBE (2008).

Die Messungen am gekappten Schädel mit Geweih (Gewicht, Geweihvolumen, Geweihlänge, Geweihdurchmesser, Geweihauslage) wurde frühestens nach einer Wartefrist von 6 Wochen ermittelt um eine Stabilisierung des Wassergehaltes der Knochen zu gewährleisten (STUBBE 2008). Die Volums- und Längenmessung folgte grundsätzlich der Anleitung des INTERNATIONALEN RATES ZUR ERHALTUNG DES WILDES und der Jagd CIC (S.A.) allerdings wurde statt einem Stahl-Maßband ein Rollmaßband aus Kunststoff mit einer Genauigkeit von 1mm verwendet, die Gewichtsfeststellung erfolgte statt auf 1 g genau auf 2 g genau sowie nach einer Mindestwartefrist von 6 Wochen statt 3 Monaten. Gewichtsmessungen von 12 Geweihen aus der Stichprobe nach 3 Wochen und wiederum nach 6 Wochen wiesen keine oder nur geringe Unterschiede von 2g auf. Das bedeutet beim Geweih mit der geringsten Masse ~3,6%, beim stärksten Geweih ~0,6% von der Gesamtmasse. Da der größte Gewichtsverlust der Trophäen in den ersten Wochen stattfindet, kann davon ausgegangen werden, dass für die vorliegende Arbeit 6 Wochen ausreichend für eine Gewichtsfeststellung sind.

Das Geweihgewicht wurde mittels eines Stativaufbaus und einer elektronischen Waage (Waagen Schrenk, Typ: Uwe Handy Weigh 1000x2g) ermittelt. Die Trophäe hing während der Messung frei und in ruhigem Zustand mit Klammerhaken an der Waage. Erst nach einpendeln des Gewichtes mit gleichbleibender Anzeige wurde der Wert aufgezeichnet.

Die Volumenmessung erfolgte ebenfalls mit Klammerhaken an Waage und Stativ in ruhendem Zustand. Dazu wurde mittels einer Winde die Trophäe soweit in ein Wasserbad getaucht dass beide Stangen zur Gänze eintauchten jedoch nicht die Rosenstöcke oder Teile des Schädelknochens. Die Differenz vom angezeigten Wert zum Wert der in der Gewichtsmessung erhoben wurde ergab das Volumen in ccm. Dieser Wert wurde notiert.

In weiterer Folge wird oft zwischen linker und rechter Stange bzw. Hauptspross des Geweihs unterschieden. Links und Rechts ist jeweils ausgehend von der fiktiven Blickrichtung des Schädels zu betrachten.
Mittels Kunststoff-Rollmaßband wurde die Länge des Hauptsprosses des Geweihs, sowohl links und rechts, auf 1 mm genau gemessen. Das Maßband wurde an der Unterkante der Außenseite der

Rosen angehalten und entlang der Außenseite des Hauptsprosses bis zur Spitze geführt, dabei aber nicht in die Einbuchtung zwischen Rosenaußenkante und Stange gedrückt.

Der Durchmesser der Stangen wurde mittels einer handelsüblichen Metall-Schublehre mit einer Genauigkeit von 0,1 mm gemessen. Dazu wurde der Durchmesser der Stangen von hinten nach vorne, also ausgehend von der zum Hinterhaupt weisenden Seite zur zum Nasenbein zeigenden Seite, sowie von links nach rechts bzw. vice versa, also ausgehend von der Innenseite der Stange zu der zur Augenhöhle weisenden Außenseite, gemessen. Von diesen beiden ermittelten Werten wurde der Mittelwert jeweils für die linke und rechte Stange aufgezeichnet.

Die geplante Erhebung des Stangenumfanges des Geweihs stellte sich aufgrund der Perlung der Geweihe als undurchführbar heraus.

2.3.2.2. Altersbestimmung

Die Altersbestimmung erfolgte über Beschau des Zahnabriebs der Unterkiefer unter Zuhilfenahme einer Vergleichstafel, siehe Abb. 3, als auch über die Zahnschliffmethode wobei Zahnzementeinlagerungen im Backenzahn M1 gezählt wurden.

Für die Zahnschliffmethode wurde immer der erste Molar des rechten Unterkieferastes herangezogen. Dazu wurde zuerst mit einem elektrischen Handbohrer der mit einer diamantbesetzten Trennscheibe bestückt war bei ca. 12.000 U/Min der M1 der Breite nach durchschnitten. Dann wurden vor und nach dem M1 als auch unterhalb des Zahns im Kiefer Entlastungsschnitte gesetzt um die Zahnhälften möglichst leicht per Hand oder mit einer kleinen Zange aus dem Kiefer entfernen zu können.

Anschließend wurde eine Hälfte des M1 in Wasser getaucht und befeuchtet und die Schnittseite auf einem nassen, sehr feinen Schleifstein mit der Hand geschliffen. Danach entfernte man die Schleifreste durch nochmaliges eintauchen in Wasser.

Die so behandelten M1-Hälften kamen nass, mit einem Wassertropfen, auf die Glasfläche eines Flachbettscanners. Nach schließen der Abdeckklappe und abdunkeln der offenen Seiten durch ein Tuch wurde die Schnittfläche mit höchstmöglicher Auflösung gescannt.
Durch Veränderung von Kontrast und Farbe des Scanbildes wurden die Zahnzementeinlagerungen im Zahn sicht- und zählbar was eine Altersbestimmung ermöglichte. Dieser Methode zugrunde liegt die Publikation von MITCHEL (1967).

Im Fall von schlecht erkennbaren Zahnzementeinlagerungen wurde die Prozedur mit der zweiten Zahnhälfte wiederholt um ein besseres Ergebnis zu erzielen. In einigen wenigen Fällen war auch das erfolglos und es wurde mit dem M1 des linken Unterkieferastes versucht.

Wenn die Ergebnisse aus beiden Methoden nicht übereinstimmten, wurde der Zahnschliffmethode vertraut.

Laut Altersbestimmung waren in der Stichprobe 7 Jahrlinge, 7 zweijährige, 5 dreijährige und 11 vierjährige oder ältere Böcke. Bei 2 Böcken war aufgrund fehlender Unterkiefer keine Altersbestimmung möglich.

2.3.3. Präparation und Maße des Hodens sowie Nebenhodens

Bevor mit der

Datenblatt Labor

Datum/Uhrzeit Ende Kühlung:			Bock Nr.:
	Hoden links	Hoden rechts	
Volumen [ml]:			Beginn Präparierung:
Länge [mm]:			Anmerkung:
Breite [mm]:			Anmerkung:
Höhe [mm]:			Anmerkung:
Gewicht:			Anmerkung:
Testikel:			Anmerkung:
Nebenhoden:			Anmerkung:
Ende Präparierung/Beginn Auswertung Sperma:			Anmerkung:
Spermamenge [µl]:			Anmerkung:
Aussehen/Konsistenz/Farbe:			Anmerkung:
Spermadichte (Mio/ml):			Anmerkung:
pH			Anmerkung:
Gesamtmotilität [%]:			Anmerkung:
Progressive Motilität [%]:			Anmerkung:
Viabiltiy [%]:			Anmerkung:
Osmolarität [mosmol/l]:			Anmerkung:

Abbildung 3: Datenblatt Labor

Manipulation der Testikel im Labor begonnen wurde, wurde das Ende der Kühlung mit Datum und Uhrzeit am Datenblatt Labor, siehe Abb. 4, vermerkt. Im weiteren Verlauf der Manipulation, die beginnend mit der Entnahme aus der Kühlbox bis zu Beginn der Spermaauswertung je nach Schwierigkeit zwischen 29 und 70 Minuten dauerte, wurden auf selbigem Datenblatt sämtliche Messungen notiert. Bei allen Arbeitsschritten wurden puderfreie Latexhandschuhe verwendet (Peha-Soft von Hartmann) die bei Verschmutzung durch frische ersetzt wurden.

Entnahme der Hoden

Die Hoden wurden von den erlegten Böcken postmortem gewonnen. Dazu wurden die Testikel inklusive Scrotum vom Tierkörper entfernt und gleich nach der Entnahme in einer Kühlbox mit Temperaturregulierung auf 5°C gekühlt um die Spermaqualität möglichst lang stabil zu halten (MARTINEZ-PASTOR ET AL 2005a).

Datum und Uhrzeit der Erlegung sowie der Entnahme des Scrotums samt Hoden und Nebenhoden als auch der Beginn der Kühlung wurden im Datenblatt „Feldarbeit“ notiert.

Die Zeit zwischen Erlegung und dem Beginn der Manipulation wurde als Postmortem-Zeit (PZ) vermerkt.

Gewicht

Um die angestrebten Messungen möglich zu machen wurden beide Testikel zuerst von umliegendem Gewebe befreit, der Nebenhoden entfernt und auf einer geeichten Waage (Sartorius BP 4100) separat, jeweils unterschieden in links und rechts, bezogen auf die Position am von hinten betrachteten lebenden Tier, auf 0,1 g genau gewogen.

Der entfernte Nebenhoden wurde inklusive Vas deferens, der auf die gleiche Länge wie der Nebenhoden geschnitten wurde, auf derselben Waage, ebenfalls unterschieden in links und rechts, auf 0,1 g genau gewogen.

Abbildung 4: Hoden mit Nebenhoden (links) und Hoden mit Nebenhoden voneinander getrennt (rechts)

Größe und Volumen

Die Länge, Breite und Höhe der Testikel wurde mittels Schublehre auf 0,1mm genau gemessen. Die Schenkel der Schublehre wurden für die Messung soweit zusammengeschoben dass diese das

Gewebe zwar leicht berührten aber nicht zusammenquetschten. Die Testikel lagen dabei auf einem OP-Tuch.
Um das Volumen zu messen wurden die Testikel einzeln, ohne Nebenhoden, in einer mit Wasser gefüllten Glasmensur (DURAN 100:2 ml) versenkt und das verdrängte Volumen abgelesen und aufgezeichnet (MARTINEZ-PASTOR ET AL, 2005b).

2.3.4. Spermaqualität

Die Spermaproben, die zur Bewertung der Spermaqualität herangezogen worden sind, wurden ausschließlich aus der Cauda epididymis, einem Teil des Nebenhodens, gewonnen. Dazu kamen bei der Cauda des linken und rechten Nebenhodens jeweils unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Beide folgten einer Methode von (MARTINEZ-PASTOR ET AL, 2006).

Cauda epidiymis Links – Entnahme durch Schnitte:

Der Nebenhoden wurde kurz unter fließendes Wasser mit einer Temperatur von 20 Grad Celsius gehalten und mit Küchenrolle abgetupft und gereinigt um größere Verunreinigungen zu vermeiden. Um an das Sperma zu gelangen wurden dann mittels Skalpell Schnitte in die Cauda epididymis gesetzt. Die austretende Flüssigkeit wurde mithilfe von frischen sterilen Skalpell-Klingen (Heintel, Fitment No:4) in 5 ml Kunststoffröhrchen gesammelt.

Cauda epididymis Rechts – Entnahme durch Spülung:

Der Nebenhoden wird wie bei der Entnahme durch Schnitte zuerst in derselben Weise gereinigt. Die Cauda epididymis inklusive Vas deferens werden vom Rest des Nebenhodens mittels eines Skalpellschnittes nahe der Anbindung vom Corpus epididymis an die Cauda abgetrennt. Mittels einer Injektionsspritze gefüllt mit 0,5 ml Extenderflüssigkeit Androhep (Minitüb, Deutschland) und einer sterilen Nadel (Terumo 0,4x20 mm) wird die Cauda durch den Vas deferens gespült. Durch 2 Schnitte in der Cauda und leichtes Drücken wird der Extenderflüssigkeit erlaubt auszutreten und ebenfalls in einem 5 ml Kunststoffröhrchen gesammelt.

Nach Gewinnung der Proben wurden anschließend sofort mit der Auswertung (Spermiendichte, Motilitäts- und Viabilitätsanalyse, Pathoformen), durchgeführt von einer Labormitarbeiterin der Besamungs- und Embryotransferstation an der Veterinärmedizinischen Universität Wien mit großer und langjähriger Erfahrung, begonnen. Die Ergebnisse wurden mir auf laboreigenen Formularen zur Verfügung gestellt (Beispiel Abb. 15 und 16 im Anhang).

Spermiendichte

Hier kam der NucleoCounter SP-100 in Verbindung mit dem Reagens S100 und der SP1-Kassette von ChemoMetec (Allerød, Dänemark) zum Einsatz. Das Prinzip dahinter ist die Einfärbung der Spermien mit Propidium-Iodid welche dann im NucleoCounter in der Kassette mittels Fluoreszenzmikroskop sowie einer automatischen Bildverarbeitung detektiert und gezählt werden.

Als Ergebnis erhält man die Spermiendichte in Mrd/ml. Zur Analyse wurden jeweils die nativen, unverdünnten Proben aus der linken Cauda epididymis und die Proben der rechten Cauda epididymis, die durch die Spülmethode bereits mit 0,5 ml Androhep (Minitüb, Deutschland) verdünnt war, herangezogen.

Motilität

Um die Motilität der Spermaproben zu messen kam das CASA-System (Computer Assisted Sperm Analysis) Sperm Vision von Minitüb zur Anwendung.

Dazu wurde aus den mit Androhep verdünnten Spermaproben (nativ 1:19, gespült 1:9) ein Tropfen entnommen, auf ein Trägerglas appliziert und mit einem Glasplättchen abgedeckt. Der Objektträger war beheizt und hielt permanent eine Temperatur von 37˚C ±0,5.

Mittels des CASA-Systems wurden 8 Felder gemessen und von der Software hinsichtlich gesamter Motilität und progressiver Motilität bewertet. Der arithmetische Mittelwert aus diesen 8 Messungen floss in die statistische Auswertung ein.

Im Zuge der automatisierten Messung durch das System wurden auch die 3 Spermiengeschwindigkeitsparameter curvilineare Geschwindigkeit (VCL), geradlinige Geschwindigkeit (VSL) und durchschnittliche Weggeschwindigkeit (VAP) sowie der laterale Kopf-Schwenkbereich (ALH) gemessen, ebenso die Schlagkreuzfrequenz (BCF) der Spermien und die Linearität (LIN).

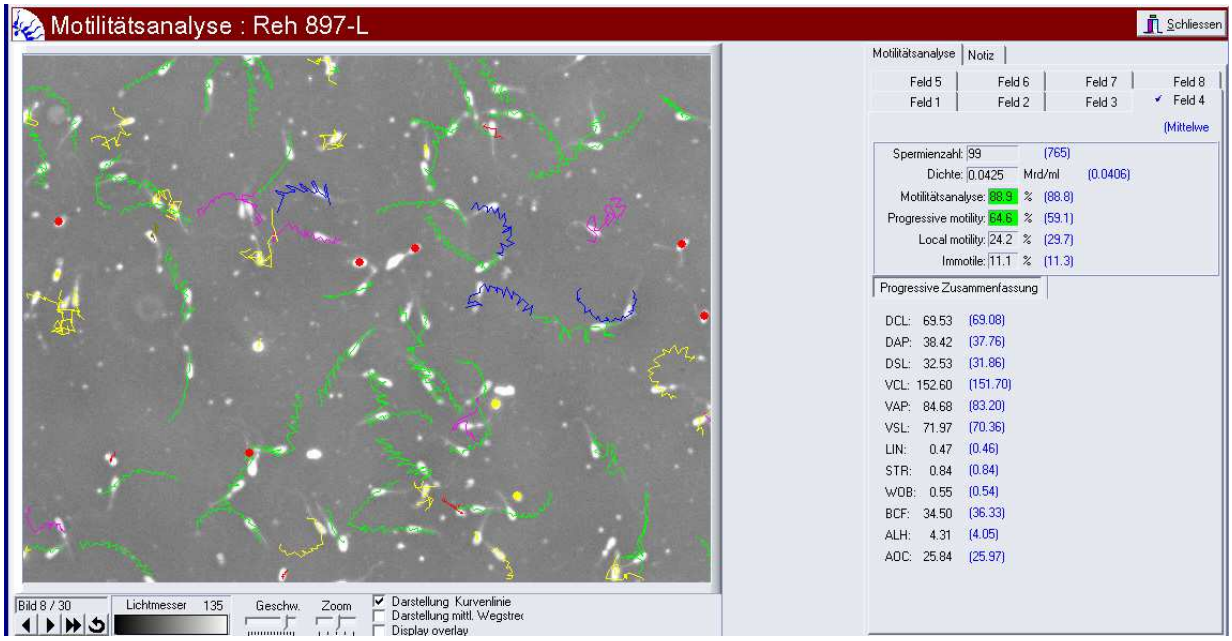

Abbildung 5: Bildschirmansicht der Motilitäsanalyse

Viabilität

Die Funktionalität bzw. das Befruchtungspotential von Spermien in den Proben wurde mittels dem LIVE/DEAD Sperm Viability Kit L-7011 (Molecular Probes 2008) ermittelt

Zuerst wurden die verdünnten Proben mit dem Sperm Viability Kit 7 Minuten lang inkubiert. Von der inkubierten Probe wurde ein Tropfen auf ein Trägerglas appliziert und mit einem Glasplättchen abgedeckt. Eine Quecksilberdampflampe machte die unterschiedlich gefärbten Nuklei der Spermien unter dem Fluoreszenzmikroskop OLYMPUS Provis AX 70 bei 400facher Vergrößerung sicht- und per Bilderkennungssoftware zählbar.

Es erfolgte wie bei der Motilitätsanalyse 8 Messungen auf 8 Feldern wobei der arithmetische Mittelwert wieder in die statistische Auswertung einging.

Abbildung 6: Monitoransicht der Viabilitätsanalyse

Pathoformen

Für die Auswertung von physiologischen Veränderungen von Spermien in den Proben wurden diese fixiert und unter dem Lichtmikroskop bewertet. Es wurden dazu 200 Zellen gezählt und nach Kappenveränderungen, Kopfveränderungen, Halsveränderungen, Verbindungsstückveränderungen, Haupt- und Endstückveränderungen, Doppel- und Mehrfachmissbildungen, Rundzellen und unreifen Formen beurteilt.

2.4. Hauptkomponentenanalyse

Um bei miteinander stark zusammenhängenden Variablen eine Dimensionsreduktion zu erreichen und damit die Anzahl der Variablen zu verkleinern wurde auch eine PCA, eine Hauptkomponentenanalyse für die Geweihqualität und die Konstitution der Tiere, durchgeführt. Die beiden daraus resultierenden und auf Normalverteilung getesteten Variablen flossen dann in die weiteren statistischen Analysen (General Linear Model) ein.

2.4.1. Hauptkomponentenanalyse Konstitution

Variablen der Körpermaße:

Die Variablen Körperlänge, Schulterhöhe und Hinterfußlänge wurden auf Normalverteilung überprüft, um mit ihnen eine Hauptkomponentenanalyse durchzuführen. Keine dieser Variablen zeigte eine asymptomatische Signifikanz ($p > 0,1$). Somit konnte die Hypothese, dass eine Normalverteilung vorliegt, beibehalten werden (Tab. 1).

Tabelle 1: Normalverteilung der Variablen für die Hauptkomponentenanalyse Konstitution

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		Körperlänge [cm]	Schulterhöhe [cm]	Hinterfußlänge [cm]
N		32	32	30
Parameter der Normalverteilung[a,b]	Mittelwert	107,03	74,56	35,03
	Standardabweichung	3,277	2,782	1,129
Extremste Differenzen	Absolut	,134	,170	,204
	Positiv	,134	,087	,153
	Negativ	-,127	-,170	-,204
Kolmogorov-Smirnov-Z		,757	,961	1,118
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,616	,314	,164

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Im Mittel betrug die Körperlänge der 32 betrachteten Rehböcke 107,0 cm (Standardabweichung ± SD = 3,3), die Schulterhöhe 74,6 cm (± SD = 2,8) und die Hinterfußlänge 35,0 cm (± SD = 1,1; hier n = 30, Tab. 1). Diese Variablen hingen voneinander ab. Die Hinterfußlänge korrelierte hochsignifikant mit der Schulterhöhe ($p < 0,001$) bzw. mit der Körperlänge ($p = 0,007$). Zwischen letzten beiden Variablen bestand jedoch keine Korrelation ($p = 0,135$; Tab. 2).

Tabelle 2: Korrelationsmatrix; Zusammehang zwischen den Variablen der Konstitution

		Hinterfußlänge [cm]	Körperlänge [cm]	Schulterhöhe [cm]
Korrelation	Hinterfußlänge [cm]	1,000	0,445	0,632
	Körperlänge [cm]	0,445	1,000	0,208
	Schulterhöhe [cm]	0,632	0,208	1,000
Signifikanz (1-seitig)	Hinterfußlänge [cm]		0,007	<0,001
	Körperlänge [cm]	0,007		0,135
	Schulterhöhe [cm]	<0,001	0,135	

Tabelle 3: Anteil der Varianz der durch die Faktoren erklärt wird

Kommunalitäten		
	Anfänglich	**Extraktion**
Körperlänge [cm]	1,000	0,419
Schulterhöhe [cm]	1,000	0,644
Hinterfußlänge [cm]	1,000	0,817

Aus der Hauptkomponentenanalyse mit den miteinander in enger Beziehung stehenden Körpermaßen (Körper- und Hinterfußlänge und Schulterhöhe) resultierte eine neue Variable (Komponente 1, in weiterer Folge "PCA_Konstitution" genannt), die 62,644 % aller Varianzen erklärt, was einen vertretbaren Wert darstellt (Tab. 4).

Tabelle 4: Erklärungswert der neuen Variable "PCA_Konstitution"

Erklärte Gesamtvarianz

	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
Komponente	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	1,879	62,644	62,644	1,879	62,644	62,644
2	,806	26,864	89,507			
3	,315	10,493	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Auch die neue Variabel PCA_Konstitution entspricht laut Kolmogorov-Smirnov-Test einer Normalverteilung (p = 0,940).

2.4.2. Hauptkomponentenanalyse Geweihqualität

Geweihqualität

Alle für die Hauptkomponentenanalyse der Geweihqualität herangezogenen Variablen wurden auf Normalverteilung überprüft (Tab. 5).

Da die Hypothese der Normalverteilung im Fall der Variable „Geweihlänge rechts“ abgelehnt werden musste (p = 0,037), wurde diese mittels LNGAMMA neu berechnet bzw. transformiert und erneut getestet (Tab. 6). Für die weitere statistische Auswertung wurde die neue Variable „Geweihlänge R neu“ benutzt.

Tabelle 5: Test auf Normalverteilung der Variablen für Hauptkomponentenanalyse Geweihqualität

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		Geweihgewicht [g]	Geweihlänge links [cm]	Geweihlänge rechts [cm]	Geweihdurchmesser links [cm]	Geweihdurchmesser rechts [cm]	Geweihauslage [cm]	Geweihvolumen [cm3]
N		30	31	31	32	31	30	30
Parameter der Normalverteilung[a,b]	Mittelwert	218,03	16,2419	16,3484	2,0138	1,9894	10,23	72,83
	Standardabweichung	74,588	5,14502	4,89305	,46268	,48307	3,048	35,444
Extremste Differenzen	Absolut	,106	,202	,254	,140	,144	,143	,110
	Positiv	,077	,144	,142	,079	,113	,075	,083
	Negativ	-,106	-,202	-,254	-,140	-,144	-,143	-,110
Kolmogorov-Smirnov-Z		,578	1,122	1,413	,794	,804	,785	,602
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,892	,161	,037	,554	,537	,569	,861

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle 6: Normalverteilung der Variable "Geweihlänge rechts" nach Transformation mit LNGAMMA

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		Geweihlänge_R_neu
N		31
Parameter der Normalverteilung[a,b]	Mittelwert	29,8407
	Standardabweichung	11,64461
Extremste Differenzen	Absolut	,213
	Positiv	,109
	Negativ	-,213
Kolmogorov-Smirnov-Z		1,185
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,121

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Die Geweihqualität wird in der vorliegenden Arbeit u. a. durch das Geweihgewicht (n = 30; Mittelwert = 218,0 g; ± SD = 74,6), Geweihlängen (z. B. links: n = 31; Mittelwert = 16,2 cm; ± SD = 5,1) sowie Geweihvolumen (n = 30; Mittelwert = 72,8ccm; ± SD= 35,4) beschrieben (Tab. 5). Die nachfolgende Korrelationsmatrix zeigt, dass alle sieben Geweihvariablen hoch signifikant miteinander zusammenhängen (Tab. 7).

Tabelle 7: Zusammenhänge zwischen den Variablen der Geweihqualität

		Geweih gewicht [g]	Geweihlä nge links [cm]	Geweihdu rchmesse r links [cm]	Geweihlä nge_R_n eu	Geweihdu rchmesse r rechts [cm]	Geweih auslage [cm]	Geweihv olumen [cm3]
Korrelation	Geweihgewicht [g]	1,000	0,813	0,906	0,838	0,929	0,601	0,962
	Geweihlänge links [cm]	0,813	1,000	0,826	0,929	0,817	0,732	0,828
	Geweihdurchmesser links [cm]	0,906	0,826	1,000	0,805	0,943	0,561	0,865
	Geweihlänge_R_neu	0,838	0,929	0,805	1,000	0,792	0,764	0,821
	Geweihdruchmesser rechts [cm]	0,929	0,817	0,943	0,792	1,000	0,642	0,927
	Geweihauslage [cm]	0,601	0,732	0,561	0,764	0,642	1,000	0,596
	Geweihvolumen [cm3]	0,962	0,828	0,865	0,821	0,927	0,596	1,000
Signifikanz (1-seitig)	Geweihgewicht [g]		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Geweihlänge links [cm]	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Geweihdurchmesser links [cm]	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Geweihlänge_R_neu	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001
	Geweihdruchmesser rechts [cm]	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001	<0,001
	Geweihauslage [cm]	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001
	Geweihvolumen [cm3]	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

a. Determinante = 6,49E-006

Tabelle 8: Anteil der Varianz der durch die Faktoren erklärt wird

Kommunalitäten		
	Anfänglich	**Extraktion**
Geweihgewicht [g]	1,000	0,905
Geweihlänge links [cm]	1,000	0,864
Geweihdurchmesser links [cm]	1,000	0,864
Geweihdurchmesser rechts [cm]	1,000	0,903
Geweihauslage [cm]	1,000	0,567
Geweihvolumen [cm^3]	1,000	0,890
Geweihlänge_R_neu	1,000	0,863

Die neue, aus der Hauptkomponentenanalyse hervorgehenden Variable (Komponente 1, in weiterer Folge "PCA_Geweihqualität" genannt) erklärt 83,639 % aller Varianzen, was ein guter Wert ist (Tab. 9).

Tabelle 9: Erklärungswert der neuen Variable "PCA_Geweihqualität"

Erklärte Gesamtvarianz

	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
Komponente	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	5,855	83,639	83,639	5,855	83,639	83,639
2	,623	8,899	92,538			
3	,234	3,348	95,886			
4	,156	2,228	98,114			
5	,080	1,149	99,263			
6	,033	,478	99,742			
7	,018	,258	100,000			

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Wie vorhin bei der Hauptkomponentenanaylse der Konstitution ist auch die neue Variable „PCA-Geweihqualität“ laut Kolmogorov-Smirnov-Test normalverteilt (p = 0,081).

2.5. Methodenvergleich

Die Methode der Spermaprobengewinnung beeinflusste sowohl die Spermaqualitätsparameter (Gesamtmotilität, Progressive Motilität, Viabilität) wie auch die gewonnene Spermamenge nicht (Tab.10, alle p > 0,01). Dazu wurde die Methode A, Gewinnung durch Schnitte, und Methode B, Gewinnung durch Spülung, als abhängige Variable, die Spermaqualitätsvariablen und die gewonnene Spermamenge als unabhängige Variable verwendet.

Tabelle 10: 2seitiger T-Test für Methodenvergleich

	df	T	Standardfehler der Differenz	Signifikanz (2seitig)
Gesamtmotilität	62	-0,822	4,43128	0,414
Progressive Motilität	62	-0,381	4,69649	0,705
Viabilität	62	-0,902	2,5641	0,371
Spermamenge	36,886	-1,673	0,2106	0,103

3. Auswertung und Statistik

Die Stichprobengröße für die statistische Auswertung betrug n = 32, also 32 erlegte Rehböcke. Für die Auswertung wurde das Softwarepaket SPSS 15.0 verwendet. Die Variabeln wurden mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung getestet.

Um festzustellen ob es einen Einfluss der Methode zur Probengewinnung gibt, also zwischen Probengewinnung durch Schnitte in die Cauda epididymis bzw. durch Spülung mit Androhep, wurde ein Vergleich der Methoden mittels zweiseitigem T-Test bei einem Signifikanzniveau von $\alpha \leq 0{,}05$ durchgeführt.

Für die Klärung eines allfälligen Zusammenhanges zwischen Geweihqualität und Fertilität sowie weiterer Variablen wurde eine univariate Varianzanalyse (General Linear Model) herangezogen im Zuge derer auch die Voraussetzung der Varianzhomogenität getestet wurde. Alle Tests wurden auf einem Signifikanzniveau von $\alpha \leq 0{,}05$ durchgeführt. Tendenzen von $0{,}05 < p \leq 0{,}1$ werden ebenfalls angeführt.

3.1. Test auf Normalverteilung

Methode der Spermaprobengewinnung:
Die Variablen Gesamtmotilität, Progressive Motilität, Viabilität und gewonnene Spermamenge wurden zuvor mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung getestet. Wie aus Tabelle 11 ersichtlich sind alle Variabeln normalverteilt.

Tabelle 11: Test auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test

Variable	Asymptomatische Signifikanz
Gesamtmotilität links	0,729
Gesamtmotilität rechts	0,690
Progressive Motilität links	0,899
Progressive Motilität rechts	0,739
Viabilität	0,129
Viabilität	0,154
Spermamenge links	0,729
Spermamenge rechts	0,123

3.2. Ergebnisse aus der Univariaten Varianzanalyse (General Linear Model)

Im GLM (General Linear Model) fungiert als abhängige Variabel jeweils eine der Variabeln der Spermaqualität (z.B. Gesamtmotilität), die Testosteronkonzentration im Blut oder verschiedene Hodenmaße. Als fester Faktor fließt der Zeitpunkt bezüglich der Brunft (Variable "PreRut/Rut") ein. Allfällige Zusammenhänge mit den Kovariaten PCA_Geweihqualität und PCA_Konstitution aus der Hauptkomponentenanalyse, der relativen Hodengröße und relativen Fettmasse sowie dem Alter und der Zeitdauer von Probenahme bis zur Auswertung wurden in dieser Zusammensetzung getestet.
Welchen Einfluss Kondition, Konstitution und Alter auf die Geweihqualität haben, wurde ebenfalls mit einem GLM getestet. Dafür wurde die Geweihqualität als abhängige Variable herangezogen – Kondition, Konstitution, Körpergewicht und Alter als Kovariaten.

3.2.1. GLM Spermaqualitätsparameter links

Gesamtmotiltiät

Die Gesamtmotilität zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit dem Alter (p = 0,048) sowie tendenzielle Zusammenhänge mit der Geweihqualität (p = 0,089) und der Zeitdauer von Entnahme der Hoden bis zur Auswertung der Proben (p = 0,082; Tab. 12). Die Vorraussetzung der Varianzhomogenität wurde durch den Levene-Test überprüft (p = 0,230) und ist laut diesem gegeben.

Tabelle 12: GLM für Gesamtmotilität Links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamtmotilität links					
	Relative Hodengröße	1	301,246	0,862	0,366
	Relative Fettmasse	1	93,377	0,267	0,612
	PCA_Geweihqualität	1	1128,828	3,229	0,089
	PCA_Konstitution	1	121,379	0,347	0,563
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1188,447	3,399	0,082
	Alter	1	1576,155	4,508	0,048
	Pre-Rut/Rut	1	0,170	0,000	0,983

Die Anpassungslinie in Abbildung 7 zeigt den leicht positiven Zusammenhang zwischen der Gesamtmotilität links und der Geweihqualität. Die Gesamtmotilität nimmt mit ansteigender Geweihqualität also entsprechend zu.

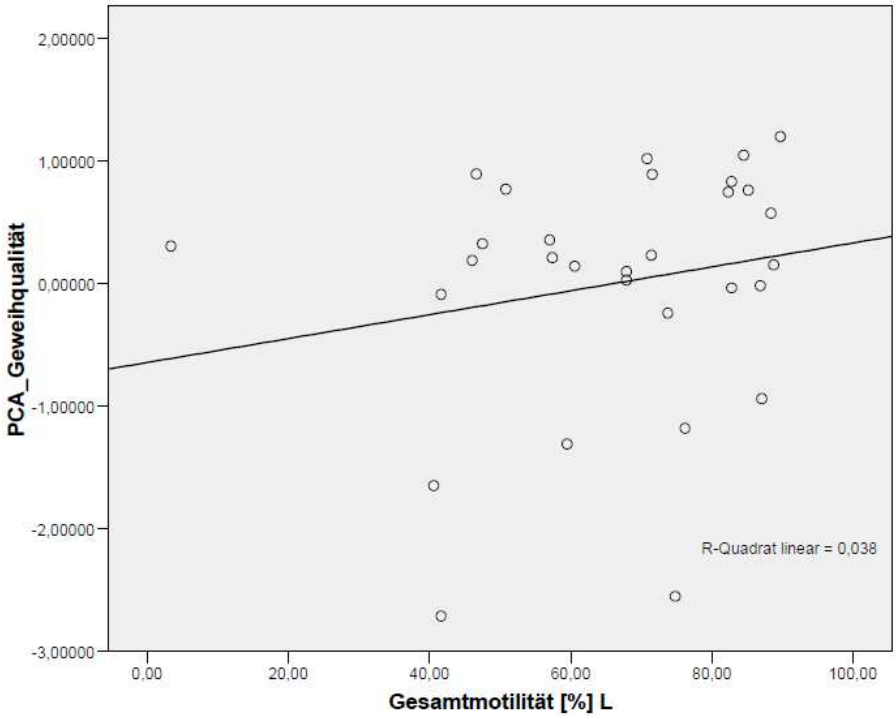

Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Geweihqualität und Gesamtmotilität Links

Abbildung 8 zeigt die Bandbreite der Gesamtmotilität von Böcken unterschiedlichen Alters. Sie reicht bei Jahrlingen von etwa 40 % bis 80 %, bei 4 Jahre alten oder älteren Böcken umfasst die Bandbreite von etwas über 40 % bis über 90 %.

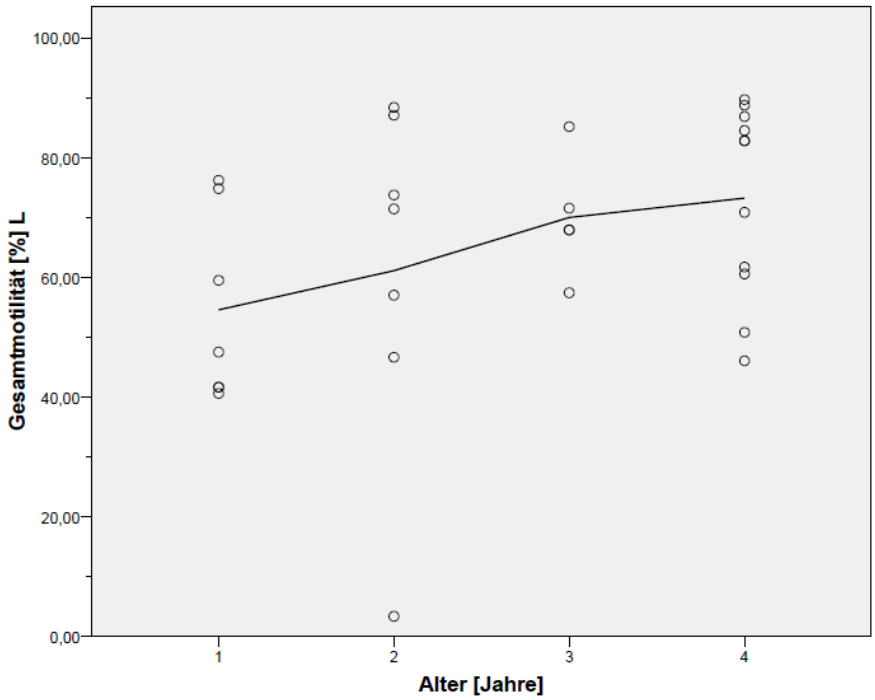

Abbildung 8: Bandbreite der Gesamtmotilität bei Böcken unterschiedlichen Alters

Allerdings ist zu berücksichtigen dass die Gesamtmotilität über die Zeitdauer von Entnahme der Hoden vom Tier bis zur Auswertung sukzessive abnimmt (Abb. 9).

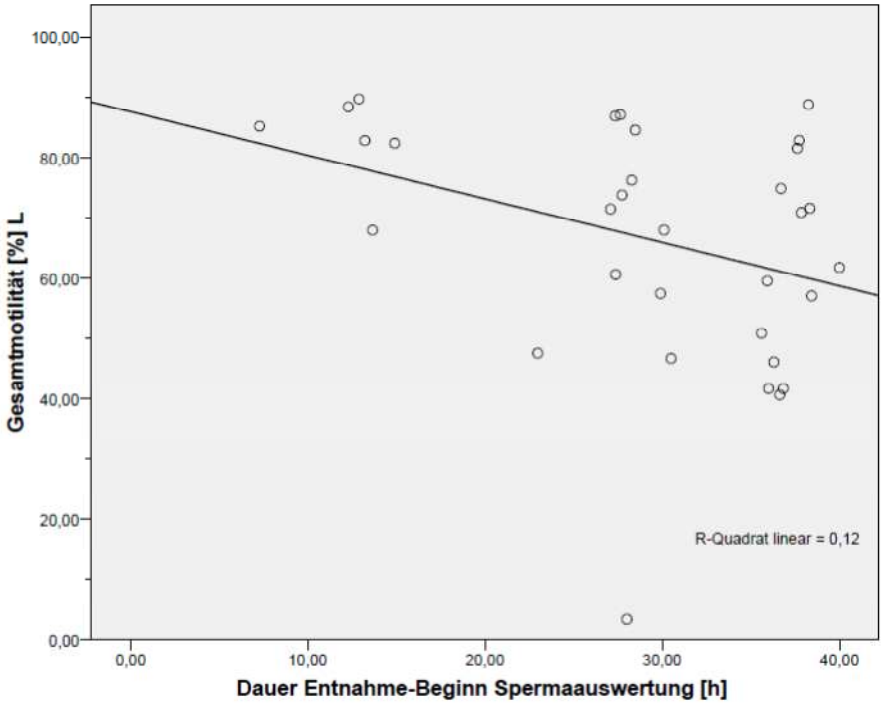

Abbildung 9: Zusammenhang zwischen Gesamtmotilität links und Zeitdauer von Entnahme der Hoden bis Beginn der Spermaauswertung

Progressive Motilität

Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der progressiven Motilität und der Zeitdauer von Entnahme der Hoden bis zur Auswertung (p = 0,028; (Tab. 13). Der durchgeführte Levene-Test bestätigt die Homogenität der Varianzen (p = 0,095).

Tabelle 13: GLM für Progressive Motilität links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Progressive Motilität links					
	Relative Hodengröße	1	341,980	1,212	0,285
	Relative Fettmasse	1	2,788	0,010	0,922
	PCA_Geweihqualität	1	549,010	1,946	0,180
	PCA_Konstitution	1	183,072	0,649	0,431
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1616,174	5,729	0,028
	Alter	1	645,317	2,288	0,148
	Pre-Rut/Rut	1	141,968	0,503	0,487

Wie die Gesamtmotilität nimmt auch die progressive Motilität links mit Fortdauer der Zeit nach Entnahme der Hoden ab (Abb. 10).

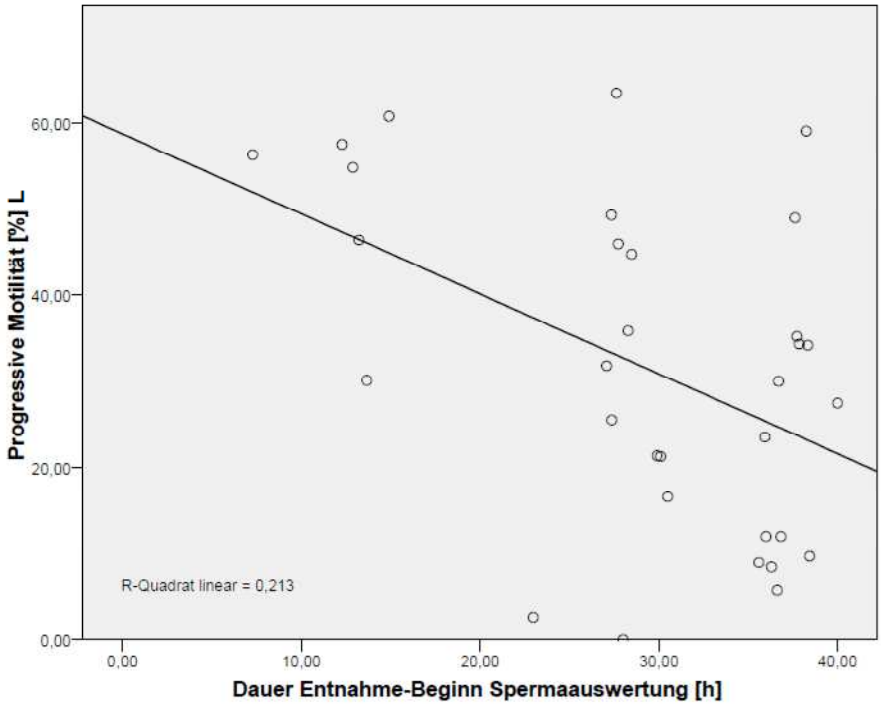

Abbildung 10: Zusammenhang Progressive Motilität links und der Zeitdauer von Entnahme der Hoden und Beginn der Spermaauswertung

Viabilität

Die Viabilität links zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit dem Alter (p = 0,041) sowie einen tendenziellen Zusammenhang mit der Geweihqualität (p = 0,072; Tab. 14). Die Vorraussetzung der Varianzhomogenität ist gegeben (Levene-Test p = 0,518).

Tabelle 14: GLM für Viabilität [%] links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Viability links					
	Relative Hodengröße	1	152,969	1,642	0,216
	Relative Fettmasse	1	7,084	0,076	0,786
	PCA_Geweihqualität	1	340,319	3,652	0,072
	PCA_Konstitution	1	178,278	1,913	0,184
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1,363	0,015	0,905
	Alter	1	452,320	4,854	0,041
	Pre-Rut/Rut	1	35,600	0,382	0,544

Die Bandbreite der Viability bei Jahrlingen schwankt zwischen knapp 40 % bis 90 %. Bei älteren Böcken stabilisiert sich die Bandbreite zwischen etwa 70 % bis 90 %. Die Linie visualisiert die Unterschiede in den Mittelwerten der verschiedenen Altersklassen (Abb. 11).

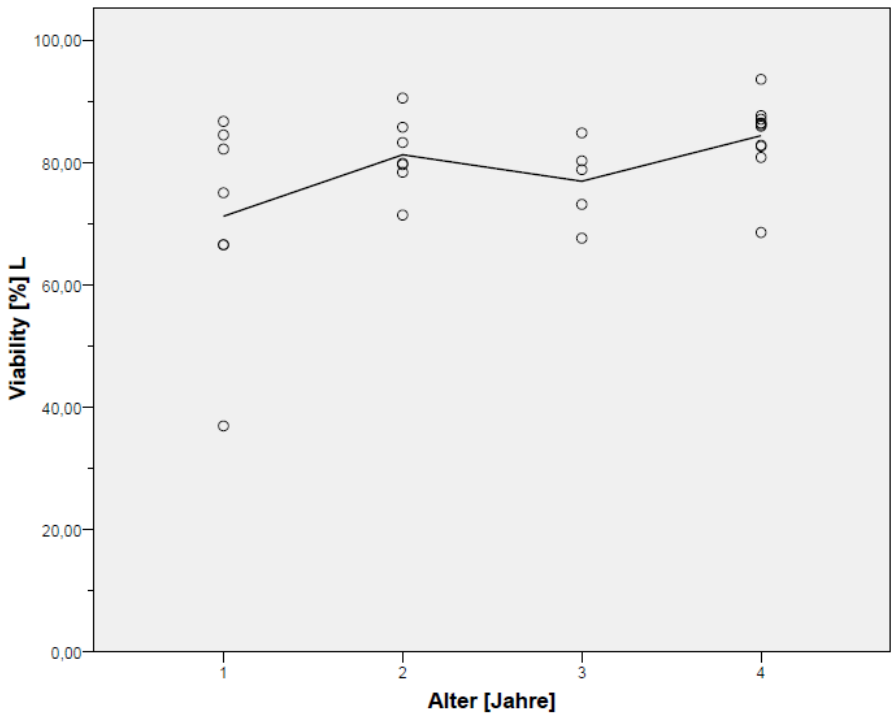

Abbildung 11: Bandbreite der Viability links bei Böcken unterschiedlichen Alters

Zwischen der Geweihqualität und Viability besteht also ein tendenzieller positiver Zusammenhang. Mit anderen Worten nimmt die Viability mit steigender Geweihqualität leicht zu (Abb. 12).

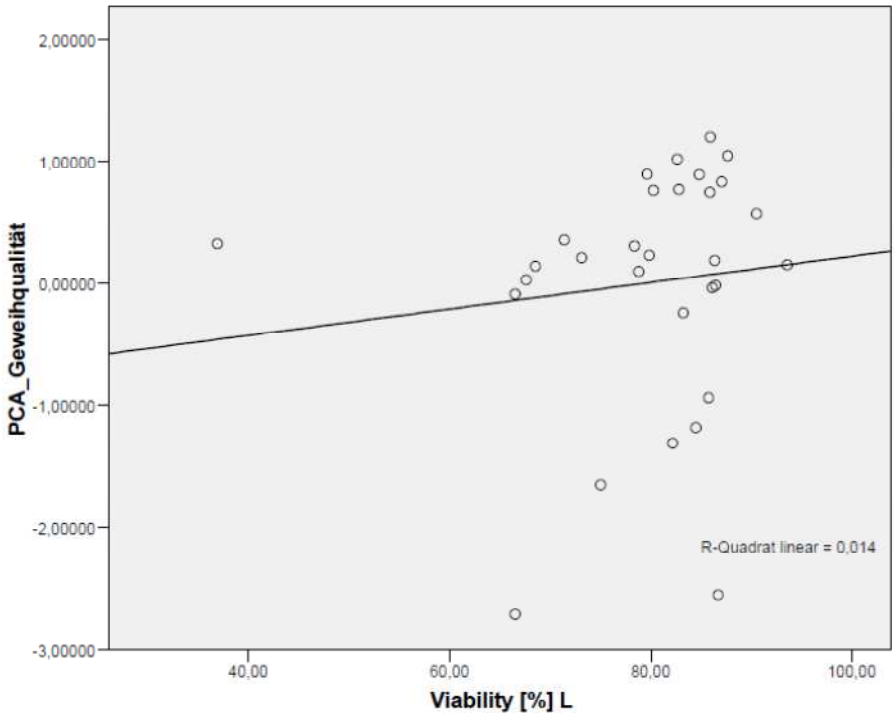

Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Geweihqualität und Viability links

Pathoformen

Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Pathoformen links und der relativen Hodengröße (p = 0,036). Laut GLM kommt auch ein tendenzieller Zusammenhang zwischen den

Pathoformen links und der Dauer von Entnahme der Hoden bis zur Auswertung vor (Tab. 15). Die Vorraussetzung der Varianzhomogenität ist gegeben (Levene-Test p = 0,744).

Tabelle 15: GLM für Pathoformen [%] links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Pathoformen links					
	Relative Hodengröße	1	845,729	5,136	0,036
	Relative Fettmasse	1	256,100	1,555	0,228
	PCA_Geweihqualität	1	0,419	0,003	0,960
	PCA_Konstitution	1	31,030	0,188	0,699
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	556,544	3,380	0,083
	Alter	1	0,849	0,005	0,944
	Pre-Rut/Rut	1	0,149	0,001	0,976

Zudem nimmt die Zahl der Pathoformen mit Zunahme der relativen Hodengröße signifikant ab (Abb. 13).

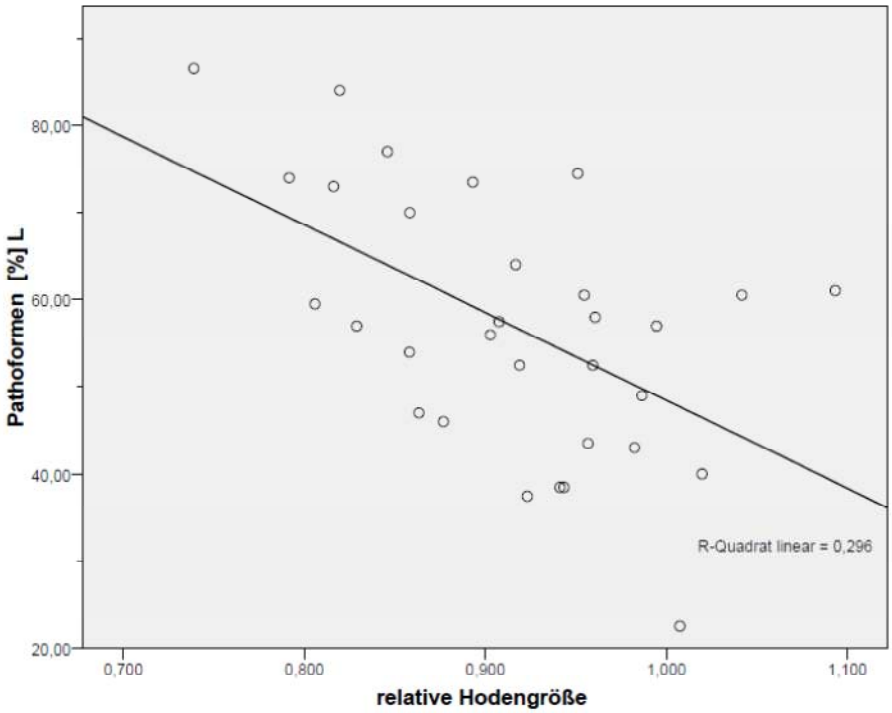

Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Pathoformen und der relativen Hodengröße

Spermiendichte links

Zwischen der Spermiendichte links und der relativen Fettmasse konnte ebenfalls ein korrelativer Effekt gefunden werden. Hier besteht eine leichte tendenzielle Beziehung (p = 0,099; Tab. 16). Die Vorraussetzung der Varianzhomogenität ist mit p = 0,680 im Levene-Test gegeben.

Tabelle 16: GLM für Spermiendichte links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermiendichte links					
	Relative Hodengröße	1	1,110	1,042	0,322
	Relative Fettmasse	1	3,246	3,046	0,099
	PCA_Geweihqualität	1	0,191	0,179	0,678
	PCA_Konstitution	1	0,264	0,248	0,625
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,102	0,096	0,760
	Alter	1	0,008	0,008	0,932
	Pre-Rut/Rut	1	0,072	0,067	0,798

Spermamenge

Bezüglich der Spermamenge links und dem festen Faktor Pre-Rut/Rut als auch den verwendeten Kovariaten gibt keine signifikanten oder tendenziellen Zusammenhänge (Tab. 17). Wie bei den vorangehenden Untersuchungen mittels GLM war die Homogenität der Varianzen sichergestellt (Levene-Test: p = 0,697).

Tabelle 17: GLM Spermamenge links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermamenge links					
	Relative Hodengröße	1	0,004	1.063	0,316
	Relative Fettmasse	1	0,010	2,882	0,107
	PCA_Geweihqualität	1	0,004	1,069	0,315
	PCA_Konstitution	1	0,001	0,273	0,608
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,000	0,096	0,761
	Alter	1	0,006	1,767	0,200
	Pre-Rut/Rut	1	0,005	1,530	0,232

3.2.2. GLM Spermaqualitätsparameter rechts

Für den rechten Hoden wurden die vorangehenden Analysen wie beim linken durchgeführt. Wegen der Übersichtlichkeit werden hier die Ergebnisse nur kurz dargelegt und mit den Resultaten des linken Hodens verglichen. Die dazu gehörenden Tabellen und Abbildungen finden sich im Anhang. Wenn nicht anders erwähnt, war die für das GLM vorrausgesetzte Homogenität der Varianzen, getestet mit dem Levene-Test, gegeben.

Gesamtmotilität

Im Gegensatz zum linken Hoden konnten hinsichtlich der Gesamtmotilität mit dem GLM beim rechten Hoden keine Wechselbeziehung zu den Variablen relative Hodengröße, relative Fettmasse, PCA_Geweihqualität, PCA_Konstitution, Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung, Alter oder Pre-Rut/Rut gefunden werden. Hinzu kommt, dass die Varianzen nicht homogen verteilt waren, das Modell ist deshalb ungültig.

Progressive Motilität

Dem linken Hoden gleich besteht genauso beim rechten Hoden eine negative Korrelation zur Zeitdauer von Entnahme bis zur Auswertung des Spermas. Hier allerdings als Tendenz ($p = 0{,}052$).

Viabilität

Das GLM zeigt auch beim rechten Hoden bezüglich des Alters und der Viability, dieses Mal als Tendenz, einen Zusammenhang ($p = 0{,}086$). Dagegen fehlt hier die tendenzielle Beziehung zur Geweihqualität.

Pathoformen

Ungleich dem linken Hoden zeigt der rechte keine Korrelation zwischen der Häufigkeit der Pathoformen zur relativen Hodengröße bzw. zur Dauer von Entnahme bis zur Auswertung.

Spermiendichte

Gegensätzlich zum linken Hoden, bei dem die Spermiendichte mit der relativen Fettmasse schwach tendenziell korreliert, konnte beim rechten Hoden ein tendenzieller, positiver Zusammenhang zur relativen Hodengröße gefunden werden ($p = 0{,}073$).

Spermamenge

Wie beim linken Hoden resultieren gleichfalls aus dem GLM des rechten Hodens keine korrelativen Beziehungen zwischen der Spermienmenge und dem festen Faktor Pre-Rut/Rut bzw. den verwendeten Kovariaten.

3.2.3. GLM Geweihqualität

Zur Überprüfung der Hypothese H2 "Mit zunehmender Kondition, Konstitution und Körpergewicht sowie zunehmenden Alter steigt die Geweihqualität" wurde ein GLM gerechnet mit den unabhängigen Variablen relative Fettmasse, Körpergewicht, PCA_Konstitution wie auch Alter. Hier gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Geweihqualität und dem Alter der Böcke (p = 0,003) sowie dem Körpergewicht (p = 0,004; Tab. 19).

Tabelle 18: GLM für Geweihqualität

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Geweihqualität					
	Relative Fettmasse	1	0,007	0,021	0,885
	Körpergewicht	1	3,615	10,307	0,004
	PCA_Konstitution	1	0,968	2,759	0,112
	Alter	1	3,871	11,037	0,003

Abbildung 14 verdeutlicht die geringere Geweihqualität bei den Jahrlingsböcken, während sich bei den älteren Böcken die Qualität kaum mehr ändert. Ein Blick auf die Mediane der Box-Plots bei den Böcken mit Alter 2, 3 und 4 Jahren oder mehr zeigt, wie wenig an Qualität noch zugelegt wird. Der große Sprung bei der Geweihqualität wird vom Jahrling zum 2-jährigen Bock gemacht (t-Test: $n_{\text{Jahrlinge}} = 7$; $n_{\text{2-jährige und ältere}} = 22$; $t = 3{,}810$; $p = 0{,}007$).

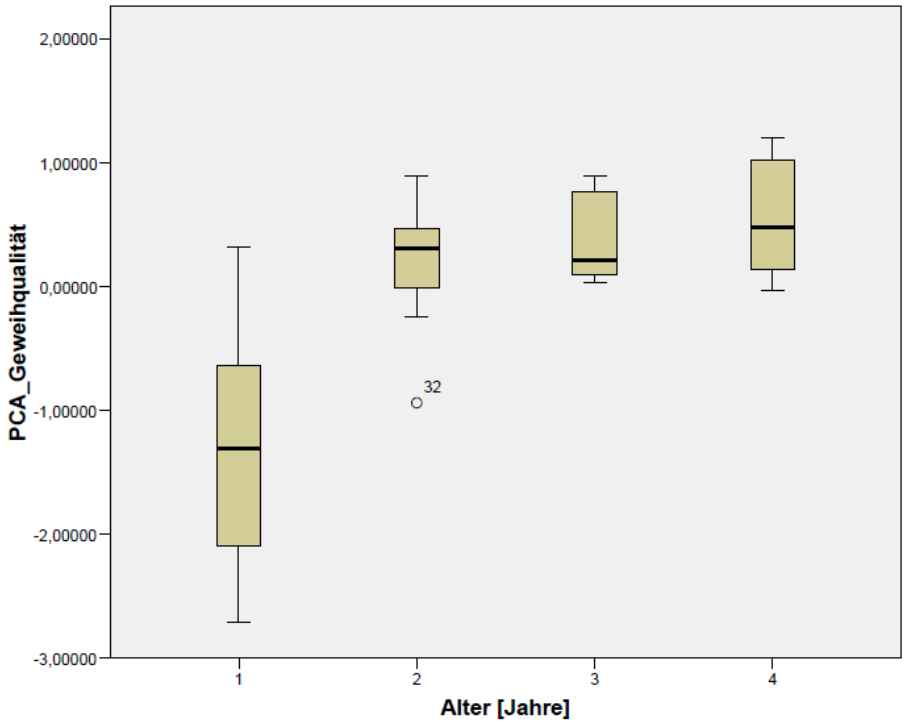

Abbildung 14: Zusammenhang zwischen Geweihqualität und dem Alter der Böcke

3.2.4. GLM Testosteronkonzentration im Blut

Wie bei den vorangehenden Auswertungen wurden auch bei der Analyse der Testosteronkonzentration im Blut nach korrelativen Effekten gesucht, indem im GLM die unabhängigen Variablen relative Hodengröße, relative Fettmasse, PCA_Geweihqualität, PCA_Konstitution, Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung sowie Alter eingesetzt wurden. Als fester Faktor fließt wieder der Zeitpunkt der Probennahme (Variable "PreRut/Rut"), bezogen auf die Brunft, ein.

Daraus gingen folgende Befunde hervor: die Testosteron-Werte im Blut korrelierten einerseits signifikant mit der Geweihqualität (p = 0,029), andererseits tendenziellen mit Pre-Rut/Rut (p = 0,056) bzw. mit dem Alter (p = 0,098; Tab. 18). Die vorrausgesetzte Varianzhomogenität ist bei diesem GLM gewährleistet (Levene-Test: p = 0,695).

Tabelle 19: GLM Testosteron im Blut

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Testosteron					
	Relative Hodengröße	1	224,352	0,117	0,738
	Relative Fettmasse	1	1799,763	0,940	0,351
	PCA_Geweihqualität	1	11764,778	6,142	0,029
	PCA_Konstitution	1	3869,549	2,020	0,181
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	4530,296	2,365	0,150
	Alter	1	6161,712	3,217	0,098
	Pre-Rut/Rut	1	8567,223	4,473	0,056

Der positive Zusammenhang zwischen Geweihqualität und Testosteronkonzentration im Blut wird in Abbildung 15 graphisch verdeutlicht. Mit zunehmender Geweihqualität nimmt die Testosteronkonzentration im Blut deutlich zu.

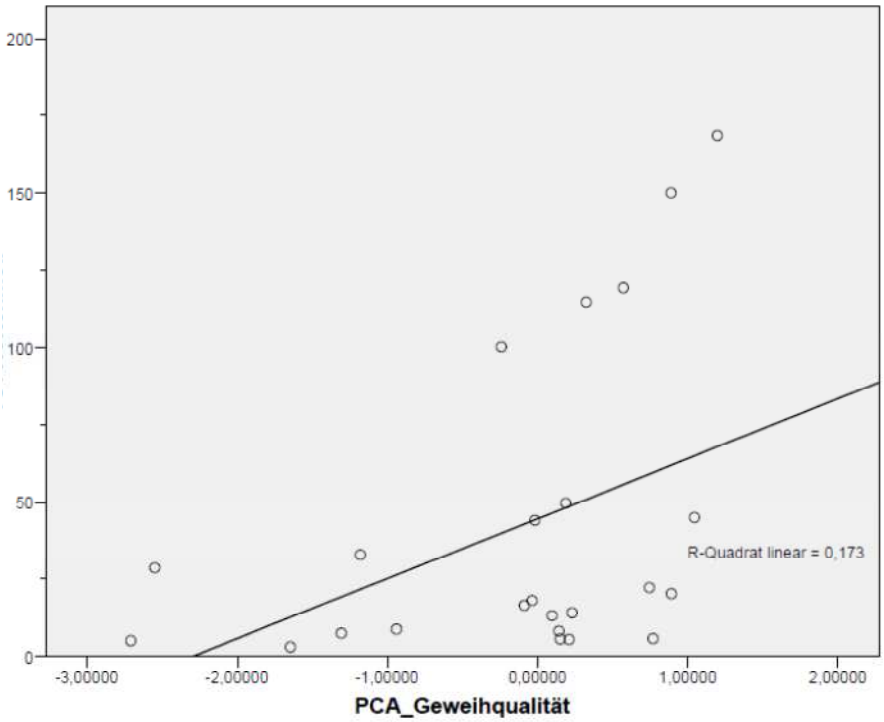

Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Testosteronkonzentration (TST-Wert) im Blut und der Geweihqualität

Wie in Abbildung 16 ersichtlich wird, ist die Bandbreite der Testosteronkonzentration im Blut während der Brunft deutlich größer. Allerdings gibt es auch zwei Ausreißer, welche schon vor der Brunft sehr hohe Testosteronkonzentrationen aufweisen. Im Gegensatz zum tendenziellen Ergebnis des GLM unterscheidet sich die Testosteronkonzentration im Blut zu den verschiedenen Zeitpunkten bei einem t-Test nicht signifikant (t-Test: $n_{\text{vor der Brunft}} = 11$; $n_{\text{während der Brunft}} = 15$; $t = 0{,}683$; $p = 0{,}501$).

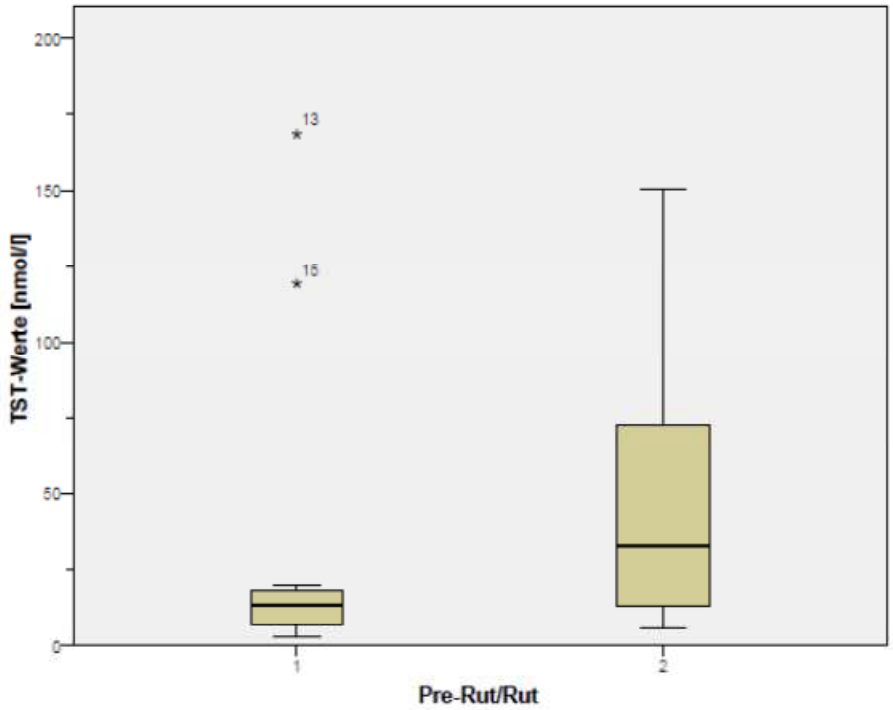

Abbildung 16: Bandbreite der Testosteronkonzentration (TST-Wert) im Blut vor der Brunft [1] und während der Brunft [2]

In Abbildung 17 wird die Bandbreite der Testosteronkonzentration im Blut in Abhängigkeit des Alters der Rehböcke dargestellt. Unabhängig vom Zeitpunkt (während oder vor der Brunft), weisen ältere Böcke höhere Testosteronwerte auf als jüngere (lineare Regression: $p = 0{,}507$; $R^2 = 0{,}02$).

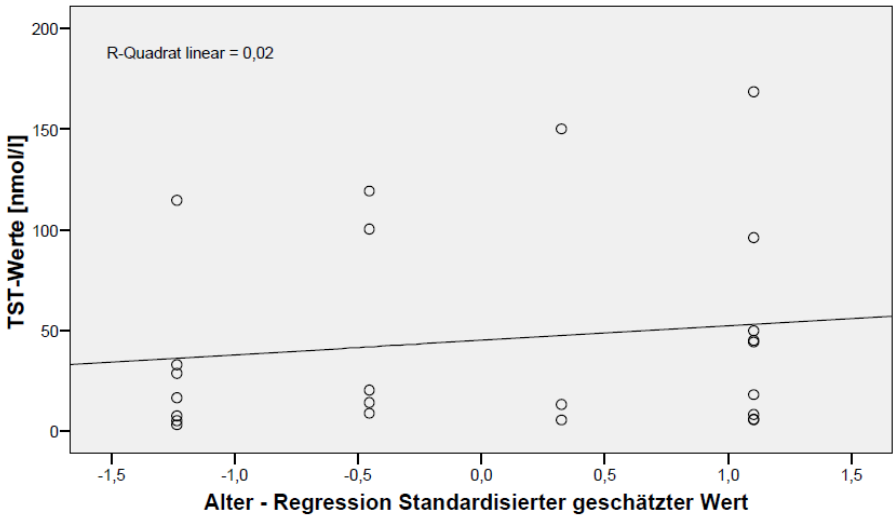

Abbildung 17: Zusammenhang zwischen der Testosteronkonzentration (TST-Wert) im Blut und dem Alter der Böcke

3.2.5. GLM Hodenmaße

Inwiefern die Hodenmaße von der Konstitution (PCA_Konstitution und relative Fettmasse), Geweihqualität, Alter, Dauer Entnahme-Beginn bis zur Spermaauswertung oder Zeitpunkt zur Brunft abhängen, wird nachfolgend dargestellt. Dabei wurden mittels GLM die linken und rechten Hoden getrennt durch deren Volumen und Gewicht geprüft. Dieselbe Untersuchung erfolgt darauf mit den Nebenhoden.

Hodenvolumen links

Das Hodenvolumen links korreliert signifikant mit der Konstitution (p = 0,034) und tendenziell mit dem Alter (p = 0,060, Levene-Test: p = 0,680; Tab. 20).

Tabelle 20: GLM für Volumen des linken Hodens

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodenvolumen links					
	Relative Fettmasse	1	6,164	0,386	0,542
	PCA_Geweihqualität	1	1,260	0,079	0,782
	PCA_Konstitution	1	83,108	5,207	0,034
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	36,109	2,262	0,149
	Alter	1	63,827	3,999	0,060
	Pre-Rut/Rut	1	0,011	0,001	0,979

Die Abhängigkeit des linken Hodenvolumens zur Konstitution zeigt Abbildung 18: Je stärker die Böcke körperlich sind, ausgedrückt durch die Variable PCA-Konstitution, welche aus den aufgenommenen Werte der Körper- und Hinterfußlänge sowie Schulterhöhe beruht, um so größere Hoden wiesen die Tiere auf (lineare Regression: p = 0,030; R^2 = 0,157).

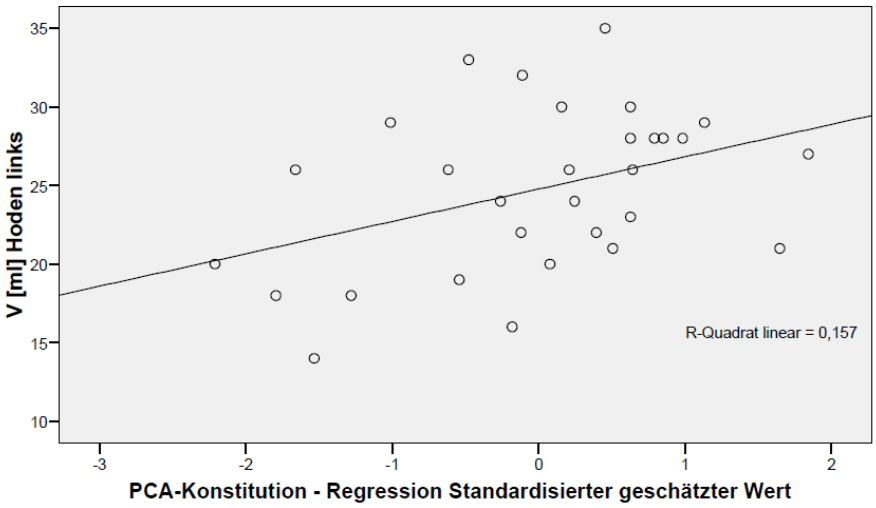

Abbildung 18: Zusammenhang zwischen dem Hodenvolumen links und der Konstitution der Böcke

Wie aus dem GLM hervorging, besteht außerdem ein tendenzieller Zusammenhang zwischen dem linken Hodenvolumen und dem Alter. Aus der Abbildung 19 ist zu entnehmen, dass diese Beziehung auf die geringeren Hodengrößen der Jahrlinge und, relativ dazu, auf den voluminöseren Hoden der älteren Tiere zurückzuführen ist.

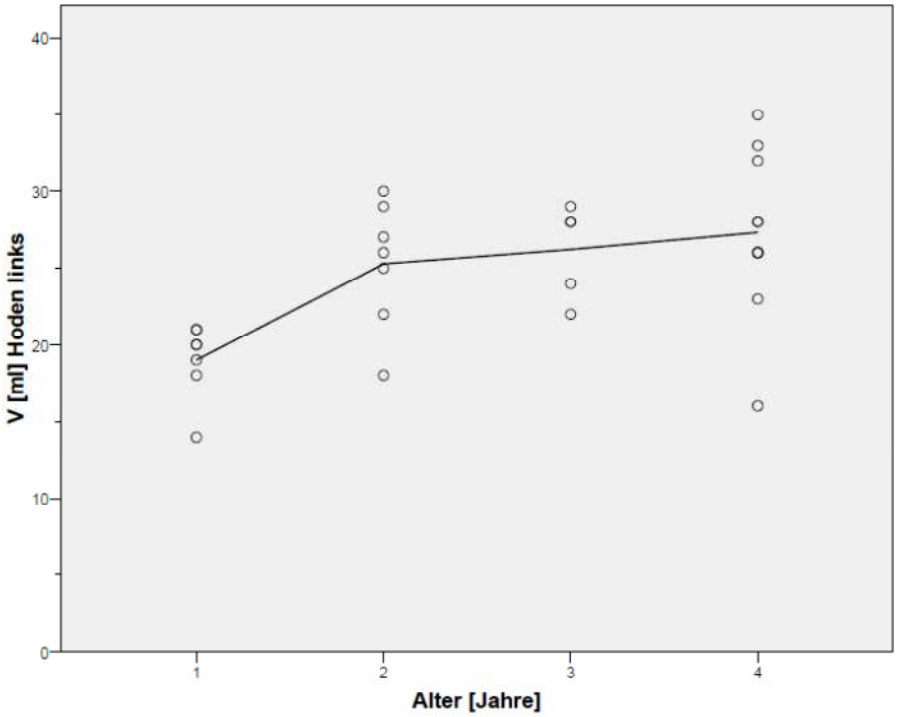

Abbildung 19: Bandbreite des Hodenvolumen links bei Böcken unterschiedlichen Alters

Hodengewicht links

Wie beim Hodenvolumen resultiert aus dem GLM des Hodengewichts links eine signifikante Korrelation mit der Konstitution (p = 0,021) und eine tendenzielle mit dem Alter (p = 0,059, Levene-Test: p = 0,562; Tab. 21).

Tabelle 21: GLM für Hodengewicht links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodengewicht links					
	Relative Fettmasse	1	16,377	0,833	0,373
	PCA_Geweihqualität	1	1,379	0,070	0,794
	PCA_Konstitution	1	125,363	6,375	0,021
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	36,073	1,834	0,192
	Alter	1	79,616	4,048	0,059
	Pre-Rut/Rut	1	0,625	0,032	0,860

Die Gerade in Abbildung 20 visualisiert den signifikanten Zusammenhang zwischen dem Hodengewicht links und der Konstitution der Böcke: Mit zunehmender Körpergröße steigt auch das Hodengewicht. (lineare Regression: $p = 0{,}018$; $R^2 = 0{,}185$).

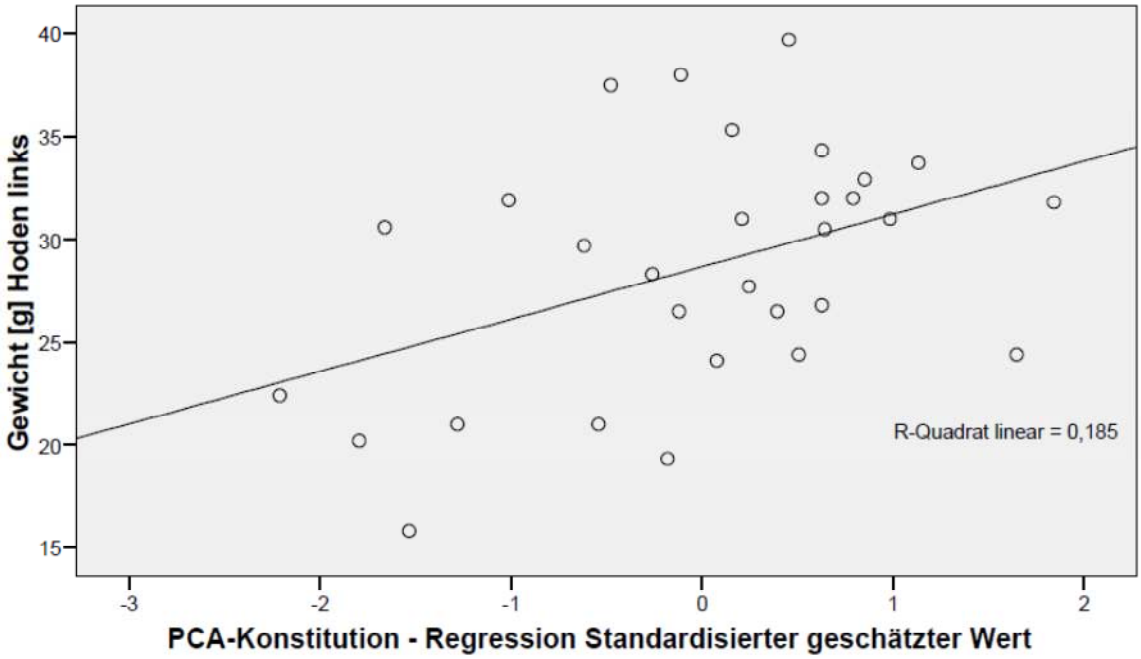

Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Hodengewicht links und der Konstitution der Böcke

Die tendenzielle Korrelation aus dem GLM zwischen dem Alter und dem Hodengewicht links dürfte in erste Linie auf den kleineren Hodengewichten der Jahrlinge basieren. Abbildung 21 verdeutlicht die Zunahme der Hodengewichte links von 1-jährigen auf mehrjährige Böcke mit der Interpolationslinie.

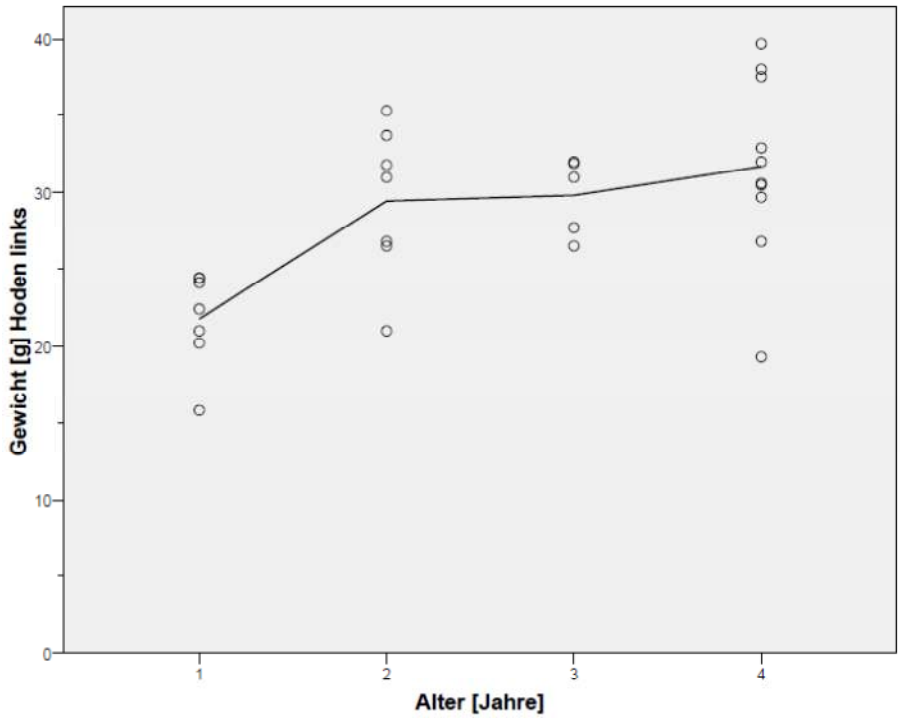

Abbildung 21: Bandbreite vom Hodengewicht links bei Böcken unterschiedlichen Alters

Hodenmaße rechts

Das Hodenvolumen rechts korreliert, gleich dem linken Hoden, signifikant mit der Konstitution (p = 0,013). Allerdings entspringen hier aus dem GLM keine weiteren Effekte, wie beispielsweise mit dem Alter (Tab. 7 im Anhang). Genau dasselbe Bild zeichnet sich beim Hodengewicht rechts ab, nur zur Konstitution besteht eine korrelative Beziehung (p = 0,010; Tab.8 im Anhang).

Nebenhodengewichte

Wie eben wurden in der gleichen Weise die linken bzw. rechten Nebenhoden mittels GLM geprüft, wobei jedoch die relative Hodengröße zusätzlich miteinbezogen wurde. Es trat bei diesen Untersuchungen freilich nur einen einzigen signifikanten Zusammenhang auf und zwar genau mit dieser hinzugefügten Kovariaten und dem Nebenhodengewicht rechts (p = 0,046, Levene-Test: p = 0,414; Tab. 22). Alle anderen unabhängigen Variablen wiesen keine Korrelation auf (p > 0,01, Tab. 9 im Anhang).

Tabelle 22: GLM für das Nebenhodengewicht rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	Signifikanz Levene-Test	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Nebenhodengewicht rechts		0,414				
	relative Hodengröße		1	0,787	4,617	0,046
	relative Fettmasse		1	0,053	0,310	0,584
	PCA_Geweihqualität		1	0,090	0,530	0,476
	PCA_Konstitution		1	0,447	2,621	0,123
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung		1	0,068	0,402	0,534
	Alter		1	0,129	0,758	0,395
	Pre-Rut/Rut		1	0,242	1,421	0,249

Die signifikante, positive Beziehung zwischen Nebenhodengewicht rechts und der relativen Hodengröße wird in Abbildung 23 visualisiert.

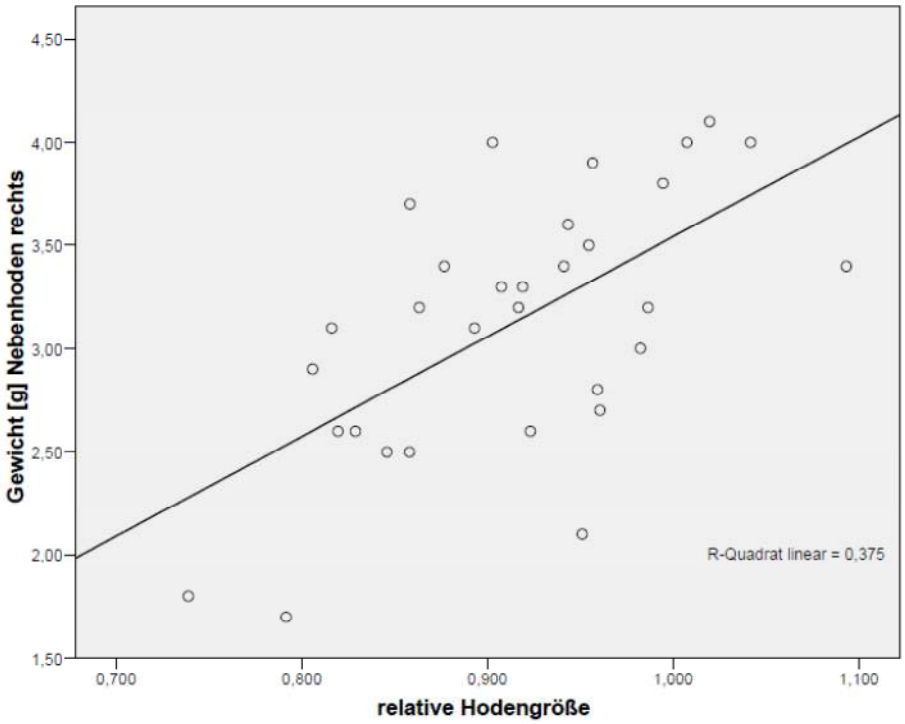

Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Nebenhodengewicht rechts und der relativen Hodengröße

3.2.6. GLM Spermaqualitätsparameter ohne Jahrlingsböcke

Die bisherigen Untersuchungen deuten einen Einfluss des Alters an. So fanden sich hierzu signifikante Relationen zur Geweihqualität und zur Spermienqualität (Gesamtmotilität, Vitalität) aber auch eine (schwache) Tendenz zur Testosteronkonzentration im Blut. Da es durchaus sein könnte, dass mögliche Effekte zwischen der Spermienqualität und beispielweise der Geweihqualität oder der Konstitution durch den Einbezug der Jahrlinge im GLM verwischt werden, wurde der vorhandene Datensatz erneut analysiert, nun ohne 1-jährige Rehböcke.

Hinsichtlich der Gesamtmotilität, progressive Motilität, Viabilität, Pathoformen, Dichte bzw. Menge der Spermien können innerhalb der 2-jährigen und älteren Böcke nur bei der progressiven Vorwärtsbewegung der Spermien, der Viability und der Spermamenge Wechselbeziehungen festgestellt werden.

Die Dauer von der Probennahme bis zur Auswertung der Spermien spielt, wie auch in der Stichprobe inklusive der Jahrlingsböcke, eine Rolle bei der progressiven Motilität. Denn die vorwärtsgerichtete Bewegung ist signifikant abhängig von der Variable Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung. Dieses Mal hingegen beim rechten Hoden (p = 0,023; Levene-Test: p = 0,269; Tab. 23), während beim linken Hoden diese Dauer als Tendenz auftritt. Im letzteren Fall ist allerdings die Homogenität der Varianzen nicht gegeben (p = 0,058; Levene-Test: p = 0,045; Tab. 11 im Anhang).

Tabelle 23: GLM für Progressive Motilität rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Progressive Motilität rechts					
	relative Hodengröße	1	364,042	1,430	0,255
	relative Fettmasse	1	53,698	0,211	0,654
	PCA_Geweihqualität	1	121,202	0,476	0,503
	PCA_Konstitution	1	2,491	0,010	0,923
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1729,244	6,793	0,023
	Alter	1	111,148	0,437	0,521
	Pre-Rut/Rut	1	588,115	2,310	0,154

Die progressive Motilität rechts nimmt mit Fortschreiten der Zeit zwischen Entnahme der Hoden und der Auswertung der Spermaproben stark ab (Abb. 23).

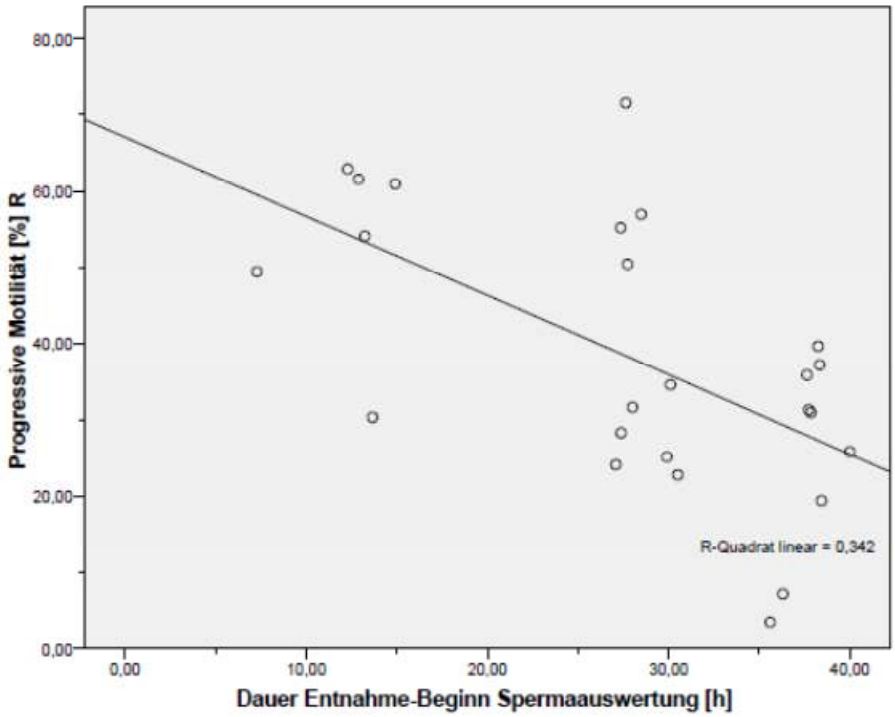

Abbildung 23: Zusammenhang zwischen Progressiver Motilität rechts und der Zeitdauer von Entnahme der Hoden bis zur Spermaauswertung

Die Viabilität des linken Hodens zeigt eine signifikante Korrelation zur Variable Pre-Rut/Rut (p = 0,045). Zudem besteht in diesem GLM eine Tendenz zur Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung (p = 0,074; Levene-Test: p = 0,550; Tab. 24).

Tabelle 24: GLM für Viability links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Viability links					
	Relative Hodengröße	1	3,388	0,108	0,748
	Relative Fettmasse	1	2,986	0,095	0,763
	PCA_Geweihqualität	1	7,363	0,235	0,636
	PCA_Konstitution	1	3,364	0,108	0,749
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	119,996	3,837	0,074
	Alter	1	16,101	0,515	0,487
	Pre-Rut/Rut	1	156,838	5,016	0,045

Innerhalb der älteren Böcke kommt es offensichtlich im Zeitraum von vor der Brunft (Juni) bis zur Brunft (Ende Juli/Anfang August) nochmals zu einer Steigerung der Viability wie die Box-Plots in Abbildung 24 zeigen. Dieser Effekt wie auch die Dauer von der Probennahme bis zur Auswertung der Spermien kommt beim Hoden rechts nicht vor (Tab. 16 im Anhang).

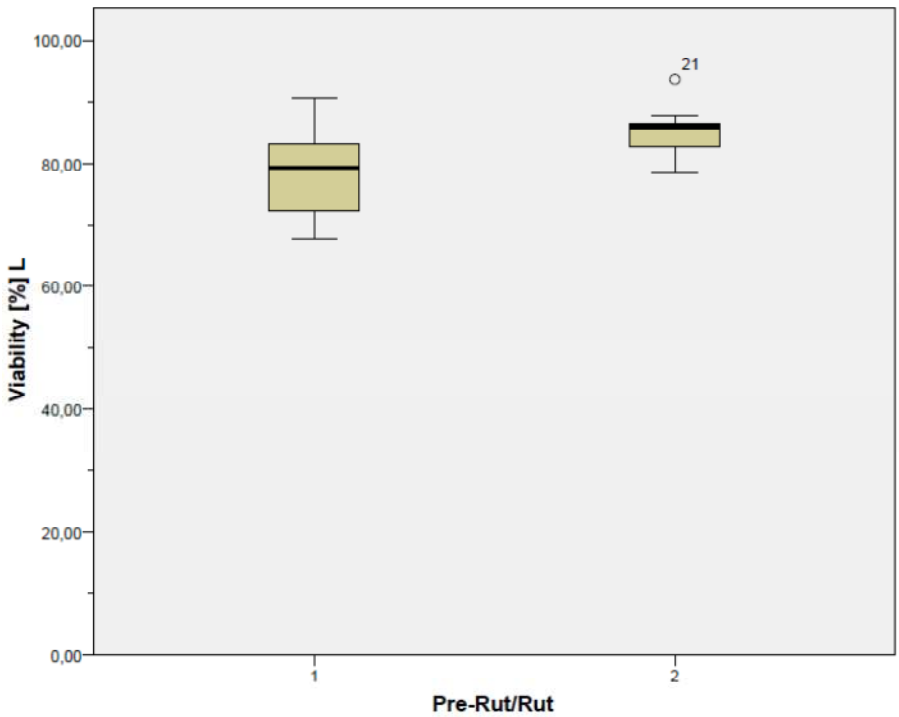

Abbildung 24: Bandbreite der Viability vor der Brunft (1) und während der Brunft (2)

Darüber hinaus stellte sich heraus, dass dieselbe Dauer bis zur Beurteilung der Spermien einen tendenziellen Zusammenhang mit der Spermamenge aufweist: Das aber nur dann, wenn Jahrlingsböcke aus der Analyse herausgenommen wurden (p = 0,056). Obendrein ist ein signifikanter, korrelativer Effekt hinsichtlich dem Zeitpunkt vor bzw. während der Brunft und der Spermienmenge des rechten Hodens vorhanden (p = 0,025; Levene-Test: p = 0,785; Tab. 25).

Tabelle 25: GLM für Spermamenge rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermamenge rechts					
	relative Hodengröße	1	0,005	3,530	0,133
	relative Fettmasse	1	0,001	0,805	0,420
	PCA_Geweihqualität	1	0,001	0,516	0,512
	PCA_Konstitution	1	0,000	0,089	0,781
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,010	7,123	0,056
	Alter	1	0,000	0,185	0,689
	Pre-Rut/Rut	1	0,017	12,102	0,025

Der Median und die Bandbreite der Spermamenge, die aus der *Cauda epididymis* gewonnen wurde, variieren zwischen vor und während der Brunft sehr stark. Während der Median vor der Brunft bei etwa 0,150 ml liegt sinkt die gewonnene Spermamenge während der Brunft auf weit unter

0,100ml (Abbildung 25). Ein durchgeführter T-Test bestätigt die Korrelation ((T-Test: $n_{Pre\text{-}Rut} = 11$; $n_{Rut} = 6$; $T = 3{,}523$; $p = 0{,}004$).

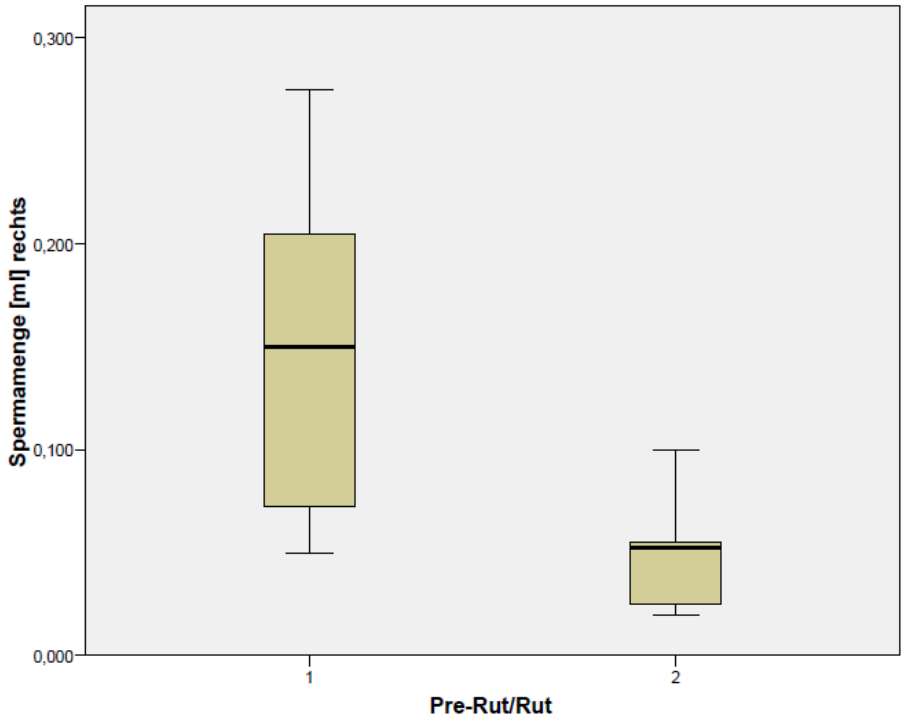

Abbildung 25: Bandbreite der Spermamenge rechts vor [1] und während [2] der Brunft

Die Ergebnisse der GLM ohne Jahrlinge, die keine signifikanten oder tendenzielle Abhängigkeiten bezüglich Gesamtmotilität, Viability, Pathoformen, Dichte bzw. Menge der Spermien enthalten, werden im Anhang (Tab. 10 bis 21) dargelegt.

3.2.7. GLM Geweihqualität ohne Jahrlingsböcke

Die bisher vorhandenen Effekte des Alters und Körpergewichts (Tab. 18) entfallen, wenn das GLM zur Geweihqualität ohne die Jahrlinge durchgeführt wird. Mit anderen Worten gibt es keine signifikanten oder tendenziellen Zusammenhänge mehr zwischen der Geweihqualität und der relativen Fettmasse, der Konstitution oder dem Alter der Tiere ($p > 0{,}1$; Tab.27).

Tabelle 26: GLM für Geweihqualität ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
PCA_Geweihqualität					
	relative Fettmasse	1	0,024	0,094	0,764
	Körpergewicht	1	0,334	1,328	0,267
	PCA_Konstitution	1	0,459	1,825	0,197
	Alter	1	0,550	2,188	0,160

3.2.8. GLM Testosteronkonzentration im Blut ohne Jahrlingsböcke

Die Untersuchung der Testosteron-Werte im Blut ohne Jahrlingsböcke ergibt nur einen tendenziellen Zusammenhang mit der Geweihqualität (p = 0,078, Levene-Test: p = 0,895, Tab. 26). Als im GLM alle Böcke miteinbezogen wurden, konnten außerdem Tendenzen mit Pre-Rut/Rut und mit dem Alter dokumentiert werden. Ferner war die Korrelation zur Geweihqualität signifikant (Tab.18).

Tabelle 27: GLM für Testosteronkonzentration im Blut ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Testosteron					
	relative Hodengröße	1	653,441	0,254	0,632
	relative Fettmasse	1	1874,771	0,729	0,426
	PCA_Geweihqualität	1	11624,975	4,522	0,078
	PCA_Konstitution	1	2308,457	0,898	0,380
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	4825,634	1,877	0,220
	Alter	1	5902,117	2,296	0,180
	Pre-Rut/Rut	1	2570,695	2,935	0,137

Die Gerade in Abbildung 26 beleuchtet die Tendenz zwischen der Geweihqualität und der Testosteronkonzentration im Blut der 2-jährigen und älteren Rehböcke vor und während der Brunft (lineare Regression: p = 0,091; R^2 = 0,179).

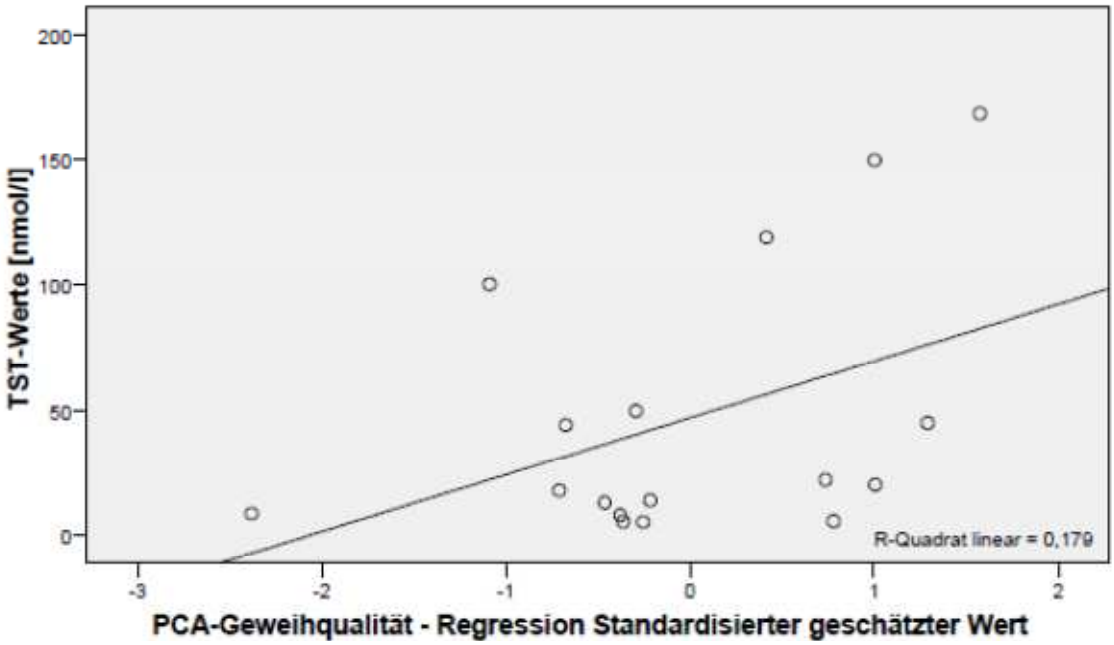

Abbildung 26: Zusammenhang zwischen der Testosteronkonzentration (TST-Wert) im Blut und der Geweihqualität

3.2.9. GLM Hodenmaße ohne Jahrlingsböcke

Wiederum wurden als Hodenmaße das Volumen des linken oder rechten Hodens sowie deren Gewichte wie auch das Gewicht des linken und rechten Nebenhodens in jeweiligen GLM zu den Variablen PCA_Konstitution, relative Fettmasse, PCA_Geweihqualität, Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung als auch Pre-Rut/Rut und Alter korrelativ geprüft. Erwartungsgemäß fehlen die bisherigen (tendenziellen) Relationen zum Alter, wenn die Jahrlinge aus der Berechnung weggelassen werden. Die Zusammenhänge mit der Konstitution blieben sowohl für den rechten wie auch für den linken Hoden erhalten: das Volumen und zugleich das Gewicht hängen weiterhin signifikant (bzw. beim Hodenvolumen links nun tendenziell, p = 0,057; Tab. 19 im Anhang) von der Variable PCA_Konstitution ab. Als Beispiel für diese Beziehungen wird hier das GLM des Hodengesichts rechts wiedergegeben (p = 0,021, Levene-Test: p = 0,094, Tab. 28), die anderen drei GLM (Volumen links oder Gewicht links und rechts) befinden sich im Anhang (Tab. 19 bis 21).

Tabelle 28: GLM für Hodenvolumen rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodenvolumen rechts					
	relative Fettmasse	1	10,754	0,449	0,514
	PCA_Geweihqualität	1	1,668	0,070	0,796
	PCA_Konstitution	1	164,907	6,887	0,021
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	54,267	2,266	0,156
	Alter	1	3,571	0,149	0,706
	Pre-Rut/Rut	1	15,473	0,646	0,436

Mit zunehmender Körpergröße, beruhend auf der Körperlänge, Schulterhöhe und Hinterfußlänge, steigt das Hodenvolumen rechts deutlich, auch wenn Jahrlingsböcke nicht einbezogen werden (Abb. 27).

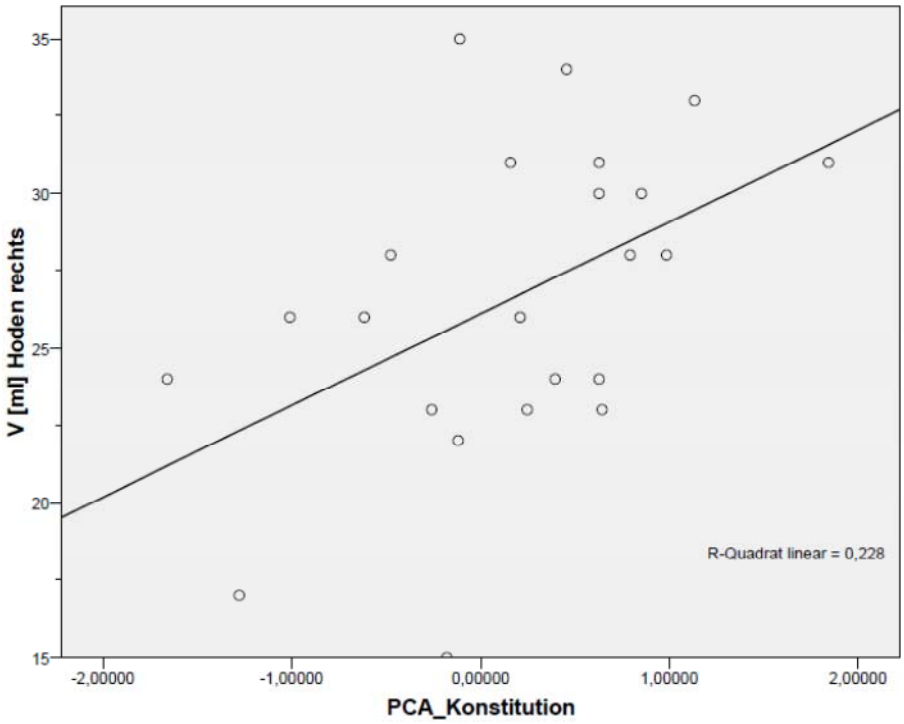

Abbildung 27: Zusammenhang zwischen Hodenvolumen rechts und Konstitution

Nebenhoden ohne Jahrlingsböcke

Obwohl das Alter mit Einbezug der Jahrlinge beim Nebenhodengewicht keine Rolle spielte (nur die relative Größe des linken Nebenhodens korrelierte), wurde trotzdem dieses GLM, diesmal ohne 1-jährige Böcke, durchlaufen. Zur Überraschung zeigte sich, dass sich nun beim Gewicht des rechten Nebenhodens Signifikanzen sowohl hinsichtlich der Geweihqualität (p = 0,014) wie auch bei und der Variablen Pre-Rut/Rut (p = 0,034) einstellten. Darüber hinaus kommen Tendenzen mit der Konstitution (p = 0,071) und, wie wenn Jahrlingen mitberücksichtigt werden, ebenso mit der relativen Hodengröße vor (p = 0,060; Levene-Test: p = 0,812, Tab. 29). Dahingegen ergeben sich beim linken Nebenhoden, neben der signifikanten Korrelation mit der Geweihqualität (p = 0,029), ferner eine tendenzielle in Bezug zum Zeitpunkt zur Brunft (p = 0,065; Levene-Test: p = 0,472, Tab. 22) im Anhang)

Tabelle 29: GLM für Nebenhodengewicht rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Nebenhodengewicht rechts					
	relative Hodengröße	1	0,360	4,297	0,060
	relative Fettmasse	1	0,002	0,021	0,866
	PCA_Geweihqualität	1	0,698	8,323	0,014
	PCA_Konstitution	1	0,329	3,921	0,071
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,225	2,682	0,127
	Alter	1	0,163	1,944	0,188
	Pre-Rut/Rut	1	0,478	5,706	0,034

Mit zunehmender Geweihqualität bzw. Konstitution nimmt das Gewicht des rechten Nebenhodens der 2-jährigen und älteren Böcke deutlich zu (Abb. 28). Ohne Jahrlinge steigt das rechte Nebenhodengewicht mit zunehmender relativer Hodengröße. Außerdem nimmt diese Gewicht von Juni bis Ende Juli noch zu, der Median als auch die Bandbreite liegen deutlich höher (Abb. 29).

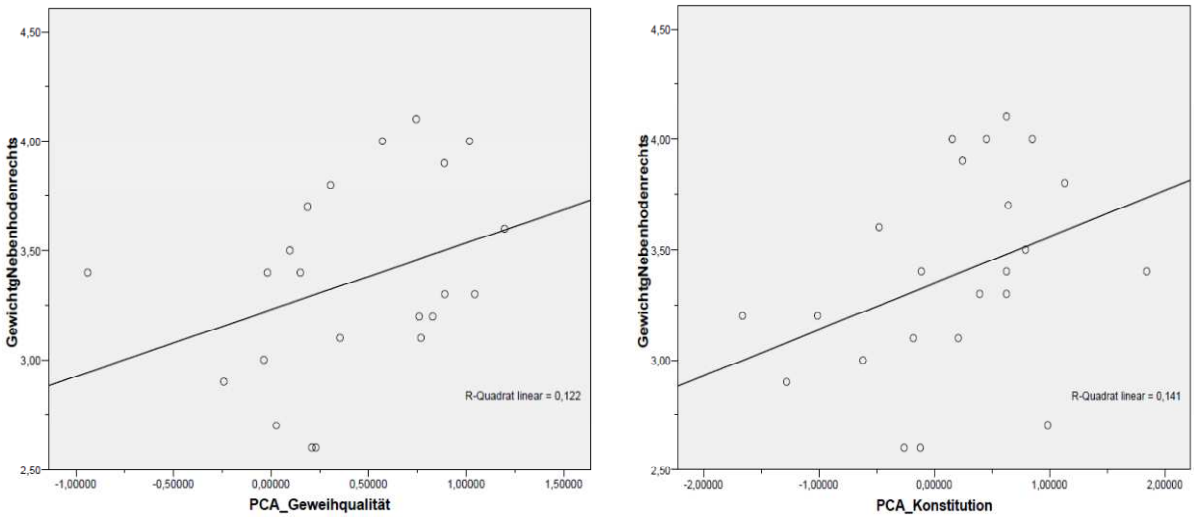

Abbildung 28: Korrelationen Nebenhodengewicht rechts; links die Korrelation mit der Geweihqualität, rechts die Korrelation mit der Konstitution

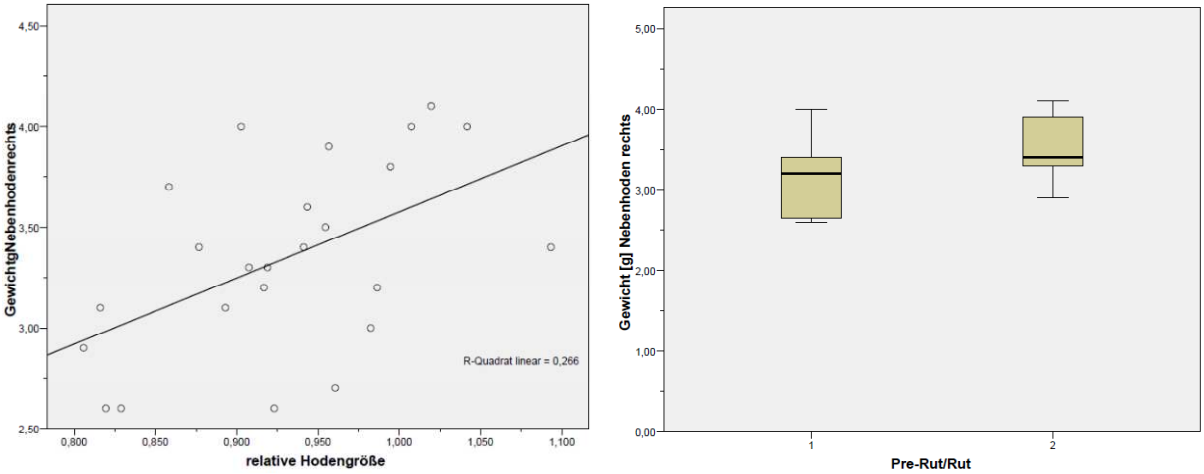

Abbildung 29: Nebenhodengewicht rechts; links die Korrelation mit der relativen Hodengröße, rechts die Bandbreite des Nebenhodengewichtes vor der Brunft [1] und während der Brunft [2]

4. Diskussion

Im Gegensatz zum Rothirsch ist die Geweihgröße und deren Komplexität von Rehböcken gering und die Sozialität bzw. das Fortpflanzungsverhalten von Rehen eine andere als die des Rotwilds (CLUTTON-BROCK ET AL, 1982, WAGENKNECHT, 1981, RAESFELD und REULECKE, 1988, HEWISON ET AL in ANDERSEN ET AL, 1998, STUBBE, 2008). MALO ET AL (2005) haben in ihrer Arbeit über Rothirsche *Cervus elaphus* den Nachweis erbracht, dass die relative Geweihgröße und deren Komplexität ein guter Indikator für die Spermaproduktion und die Spermiengeschwindigkeit ist. Darauf aufbauend wurden in der Einleitung dieser Arbeit Hypothesen und Fragestellungen formuliert, die hauptsächlich auf der Frage beruhen, ob die Geweihqualität beim Rehbock ebenso einen Indikator für die Spermaproduktion und die Spermiengeschwindigkeit bzw. die Spermaqualität darstellt. Einige dieser Hypothesen bzw. Teile davon werden durch die erhaltenen Ergebnisse unterstützt, andere mussten verworfen werden. Infolgedessen haben sich aber auch neue Hypothesen oder Fragestellungen ergeben.

4.1. Hypothese H1 bis H3

Hypothese H1

Die Hypothese H1, dass mit zunehmender Geweihqualität die Spermienanzahl und –qualität steigt, konnte nicht bzw. nur teilweise bestätigt werden. Die Gesamtmotilität, die progressive Motilität, die Viabilität und die Pathoformen, welche die Spermaqualität ausmachen, weisen keine signifikanten Zusammenhänge mit der Geweihqualität auf. Einzig bei Gesamtmotilität links sowie der Viabilität links konnten zumindest Tendenzen aufgezeigt werden. Allerdings konnten auch weder BIRKHEAD ET AL (1997) noch MERILÄ UND SHELDON (1999), die mit Vögeln arbeiteten, einen Zusammenhang zwischen sekundären Geschlechtsmerkmalen und der Spermaqualität, hinsichtlich der Hypothese über die phänotypabhängige Fertilität, nachweisen. Jedenfalls ist der negative Einfluss der Zeitdauer von Entnahme der Hoden bis zur Auswertung des Spermas zu berücksichtigen, wobei die nativen Proben aus dem linken Hoden stärker davon betroffen scheinen als die Proben aus dem rechten Nebenhoden. Da die beiden angewandten Methoden zur Gewinnung der Spermaproben die Spermaqualität nicht beeinflusst haben (s. 2.5), könnte möglicherweise der linke Hoden eine andere Leistungsfähigkeit bei der Spermatogenese erbringen als der rechte. Um das zu bestätigen, bräuchte es jedoch weitere Untersuchungen. Es war aber zu erwarten, dass die Zeit Einfluss auf die Gesamtmotilität und die progressive Motilität hat. Auch die Ergebnisse von MARTINEZ-PASTOR ET AL (2005a) für Sperma von Rot- und Rehwild zeigen einen konstanten Abfall der Gesamtmotilität und einen abrupten Abfall der progressiven Motilität nach dem dritten Tag. Die bei der vorliegenden Arbeit gesammelten Proben kamen alle innerhalb von 40 Stunden zur Auswertung. Dadurch war

der von MARTINEZ-PASTOR ET AL (2005a, 2005b) vorgegebene zeitliche Puffer zur Verhinderung eines Qualitätsverlusts der Spermaproben ausreichend festgesetzt worden.

Dennoch scheinen die signifikanten und tendenziellen Ergebnisse den Schluss zuzulassen, dass der Zeitraum von 40 Stunden zu lang angesetzt war. KAABI ET AL (2003) etwa, der mit Curra-Schaf-Widdern arbeitete, konnte lediglich innerhalb der ersten 24 Stunden keine signifikanten Veränderungen für die Motilitätsparameter feststellen. Der in der vorliegenden Arbeit permanente und schnelle Abfall der Prozentzahlen in der Gesamtmotilität und vor allem der Progressiven Motilität zeigen die Notwendigkeit einer schnellstmöglichen Auswertung auf. Die Ergebnisse von MARTINEZ-PASTOR ET AL (2005a, 2005b), dass sich der Qualitätsverlust innerhalb der ersten 48 Stunden in vertretbaren Grenzen hält, konnten nicht bestätigt werden. Wobei deren Auswertung der Spermaqualität zwar auch mittels CASA, aber zusätzlich noch in einem begehbaren Kühlschrank, temperiert auf 5 Grad Celsius, durchgeführt wurde. Diese, unter Umständen bedeutende Möglichkeit, stand mir nicht zur Verfügung. Diesem Umstand Rechnung tragend wurde auf jeden Fall in den Prüfverfahren (z.B. GLM) die Dauer von der Gewinnung der Spermienproben bis hin zur Auswertung als Variable einberechnet. Daneben könnte auch die Verwendung unterschiedlicher Verdünner für die Analyse der Spermaproben einen gewissen Einfluss haben. Allein dieser Störfaktor dürfte aufgrund der großen und langjährigen Erfahrung des Laborpersonals mit Spermaproben verschiedenster Spezies kaum ins Gewicht fallen.

Im Weiteren traten hinsichtlich der Spermienanzahl bzw. – dichte sowie der gewonnenen Menge an Sperma aus der Cauda epididymis desgleichen keine Korrelationen, weder mit der Geweihqualität noch mit der relativen Hodengröße, auf.

Hypothese H2

Aus der Hypothese H2, ob mit zunehmender Kondition, Konstitution, Körpergewicht und zunehmenden Alter Einfluss auf die Geweihqualität haben, konnten von den letztgenannten Einflussgrößen signifikante Zusammenhänge gefunden werden (Tab. 18). Dies deckt sich auch mit aktuellen Ergebnissen von KOMOSA ET AL (2012). Wird hingegen die Hypothese H2 ohne Jahrlinge, also nur mit Böcken mit einem Alter von 2 Jahren aufwärts, getestet, finden sich keine Zusammenhänge mehr (Tab. 26). Da beim Rehwild die Geweihqualität von 1jährigen Böcken zu den 2jährigen im Hinblick auf Länge, Volumen und Gewicht den größten Zugewinn an Qualität erfährt und danach keine so großen Sprünge mehr zu erwarten sind (STUBBE 2008), überrascht das Ergebnis nicht. Wohl aber, dass das Körpergewicht in keinem Zusammenhang mit der Geweihqualität mehr steht. UECKERMANN und NECAS (in STUBBE 2008) fanden schon vor Jahrzehnten gesicherte Zusammenhänge zwischen Körper- und der Geweihmasse, also dass mit zunehmendem Körpergewicht auch die Geweihmasse zunimmt. Die Qualität der Äsung scheint bei

der Geweihbildung besonders wichtig zu sein (STUBBE 2008). So wäre es durchaus denkbar, dass die umfangreiche Winterfütterung im Untersuchungsgebiet die Abhängigkeit zwischen morphologischen Maßen (wie etwa der Konstitution) und der Ausbildung des Geweihs überdeckt oder nivelliert.

Hypothese H3

In gleicher Weise konnte die Hypothese H3, die Spermienanzahl und Spermaqualität steigt mit zunehmender Kondition, Konstitution oder zunehmenden Alter, nur zum Teil unterstützt werden. Während das Alter bei einzelnen Qualitätsparametern wie der Gesamtmotilität und der Viability eine Rolle spielt, bei diesen allerdings in unterschiedlicher Ausprägung für die Proben aus dem linken bzw. rechten Hoden, trifft dies für die Kondition und die Konstitution nicht zu (Tab. 12 und 14). Auch die Spermienanzahl, definiert durch die Spermiendichte, zeigt keinen eindeutigen Zusammenhang mit einer der drei Variablen. Hier gibt es lediglich eine sehr schwache Tendenz zwischen der Kondition und der Spermiendichte links sowie eine Tendenz zwischen Spermiendichte rechts und der relativen Hodengröße (s. 3.2.1). Werden die Daten der Jahrlingsböcke wiederum aus der Berechnung herausgenommen, verschwinden diese Zusammenhänge oder taucht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt vor bzw. während der Brunft und der Spermamenge rechts auf. Bei diesem Effekt nimmt die Spermamenge von Juni bis Juli/Augst deutlich ab, was durch die hohe Beschlagungsaktivität der Böcke erklärbar ist. In dieselbe Richtung zielt die positive Beziehung zwischen Pre-Rut/Rut und dem Nebenhodengewicht. Das nur der rechte Nebenhoden diesen Effekt zeigt, könnte an unterschiedlich starker Leistungsfähigkeit bei der Spermatogenese liegen oder auch an unterschiedlich starker Abgabe von Sperma aus dem linken bzw. rechten Nebenhoden bei einem Paarungsakt. Als Erklärung, warum derartige Befunde nicht auftreten, wenn Jahrlingsböcke miterfasst werden, ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Jahrlinge auch während der Brunft, aufgrund der wohl geringen oder nicht vorhandenen Beschlagungsaktivität, über volle Spermadepots in der *Cauda epididymis* verfügen. Ansonsten ist bei diesen Erhebungen ebenfalls die Zeitdauer von der Entnahme bis zur Auswertung als Kontrollvariable einbezogen worden. Diesbezüglich ließ sich nur bei der Spermamenge des rechten Hodens eine tendenzielle Beziehung nachweisen (Tab. 25).

4.2. Geweihqualität und Hoden, Nebenhoden, Testosteron; Hypothese H4

Bevor die Hypothese H4, dass das Geweih als sekundäres Geschlechtsmerkmal des Rehbocks, ein ehrliches Signal für die linke und rechte Hodengröße, verworfen oder gestützt werden kann, wird hier auf Verknüpfungen mit weiteren Variablen eingegangen.

Auffällig sind die signifikanten Ergebnisse bei Hodenvolumen und –gewicht und der Konstitution (s. 3.2.6). Hierbei stehen die beiden Messwerte des linken Hodens auch mit dem Alter tendenziell in Zusammenhang (Tab. 20 und 21). Diese Resultate stimmen mit MØLLER ET AL (1989) überein, dass bei Säugetieren die Hodengröße mit der Körpergröße positiv korreliert, also auch bei Rehböcken. MERILÄ UND SHELDON (1999) fanden selbiges auch beim Grünfink *Carduelis chloris*. Der Effekt bleibt auch ohne Jahrlingsböcke bestehen, allerdings beim linken Hoden zwischen Volumen und Konstitution nur noch als Tendenz.

Dagegen konnten keine signifikanten oder tendenziellen Zusammenhänge zwischen Hodenvolumen oder –gewicht und dem Zeitraum Juni (Pre-Rut) und Ende Juli/Anfang August (Rut) gefunden werden. Das lässt sich mit der nur geringfügigen Änderung dieser Maße zwischen Mai und September erklären (GOERITZ ET AL 2003). Die Tendenz zu einem Zusammenhang zwischen dem Hodenvolumen und –gewicht links und dem Alter, während dies für rechts nicht zutrifft ist wohl auf die leichte Asymmetrie zwischen linkem und rechtem Hoden zurückzuführen welche aber auch bei anderen Wirbeltieren vorkommt (BIRKHEAD ET AL, 1997, MERILÄ UND SHELDON, 1999, MØLLER, 1994).

Wird der Blick auf das Nebenhodengewicht und die Testosteronkonzentration gerichtet, fällt der signifikante Zusammenhang des Hormons mit der Geweihqualität auf (Tab. 19). Testosteron spielt bekanntlich eine wesentliche Rolle im Reproduktions- und Geweihzyklus von Hirschartigen und wurde bereits von etlichen Autoren erwähnt (SEMPÉRE und BOISSIN 1981, SEMPÉRE ET AL 1992, PRICE und ALLEN 2004, MALO ET AL 2009). Auch die Aggressivität und Kampfbereitschaft von männlichen Tieren wird durch dieses Hormonerhöht (KAPPELER, 2006). Die leichte tendenzielle Abhängigkeit der Testosteronproduktion vom Alter (Tab. 19) ist wahrscheinlich primär auf die Jahrlingsböcke in der Stichprobe zurückzuführen. So verschwindet die Tendenz, wenn Jahrlinge aus dieser Analyse herausgenommen werden (Tab. 27).
Der signifikante Zusammenhang zwischen Nebenhodengewicht rechts und der relativen Hodengröße ist insofern überraschend (Tab. 22), dass bei anderen Cerviden wie dem Axis-Hirsch *Axis axis* keine signifikanten Unterschiede zwischen Dimension und Gewicht bei linken und rechten Hoden festgestellt werden konnten (WILLARD und RANDEL 2002). Zudem ist zu bemerken, dass der

hier bei den Rehböcken gefundene Effekt auch erhalten bleibt, wenn auch nur als Tendenz, wenn wiederum Jahrlingsböcke weggelassen werden (Tab. 29).
Zusätzlich konnte innerhalb der Stichprobe ohne Jahrlingsböcke eine deutliche Zunahme des Nebenhodengewichtes zwischen vor der Brunft bis danach verzeichnet werden. Auch die Ergebnisse von BLOTTNER ET AL (1995) und MARTINEZ-PASTOR ET AL (2005b) zeigen, dass die Hoden bzw. die Nebenhoden (SCHÖN und BLOTTNER 2009) in Größe und Gewicht erst zur Brunft ihre Maximalwerte erreichen. Die signifikanten Beziehungen zwischen den Nebenhodengewichten und der Geweihqualität, also bei steigendem Nebenhodengewicht wird auch die Geweihqualität höher (Tab. 29), lässt folgenden Schluss zu: mit steigender Geweihqualität von Böcken nimmt ebenso die Fähigkeit zur effizienten Spermatogenese zu. Dass die Größe von Hoden und Nebenhoden maßgeblich für die Leistungsfähigkeit zur Spermatogenese ist, wurde schon durch die Studien von GOERITZ ET AL (2003) an Rehböcken *Capreolus capreolus*, GOSCH und FISHER (1989) für Damhirsche *Dama dama* sowie WILLARD und RANDEL (2002) für Axis-Hirsche dargelegt. Außerdem ist nach MØLLER (1989) die Hodengröße für die Spermaproduktionsrate und für das Ausmaß der Spermareserven wesentlich.

Folglich sind groß gebaute Rehböcke mit guter Geweihqualität damit offensichtlich besser in der Lage Sperma-Verarmung während der Brunft zu vermeiden. Das bietet ihnen die Möglichkeit viele Geißen zu beschlagen und verschafft ihnen gleichzeitig Vorteile hinsichtlich des Spermakonkurrenzkampfes. Das ist insbesondere dann wichtig, wenn eine Geiß von mehreren Böcken beschlagen wird. Durch die erhöhte Spermamenge kann der potentielle individuelle Fortpflanzungserfolg positiv beeinflussen werden. Möglich ist aber auch, dass dominante Böcke mit Territorium und einer hohen Anzahl von Paarungen gegen Ende der Brunft möglicherweise durch geringe Spermareserven gegenüber jüngeren, im Brunftgeschehen weniger aktiven und möglicherweise nicht territorialen Böcken das Nachsehen im Falle von Sperma-Konkurrenz haben. Dieser Effekt tritt beispielsweise bei dominanten Widdern des Soay-Schafes (PRESTON ET AL, 2001). Aus den vorliegenden Ergebnissen geht zumindest eines hervor, die in der Brunft besonders aktiven 2jährigen und älteren Böcke haben in der Brunft gegenüber vor der Brunft deutlich geringere Spermareserven im Nebenhoden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass entgegen der Hypothese H4 hohe Geweihqualität bei Böcken kein Indikator für Spermaqualität und Spermienanzahl ist, wohl aber ein körperliches Merkmal und Zeichen für das individuelle Vermögen Sperma zu produzieren und zu speichern wie auch die Ergebnisse von KOMOSA ET AL (2012) vermuten lassen. Aufgrund der besseren Leistung hinsichtlich der Spermatogenese durch einen größeren Nebenhoden haben solche Böcke wahrscheinlich einen höheren individuellen Fortpflanzungserfolg als Böcke mit geringerer Geweihqualität falls es wegen Mehrfachbeschlagung einer Geiß zur Spermakonkurrenz kommen

sollte. Um das zu beweisen, wären aber markierte Böcke und Vaterschaftsanalysen bei Kitzen notwendig.

Demzufolge macht es für die Hege von Rehböcken durchaus Sinn, Böcke mit hoher Geweihqualität und guter Konstitution erst im höheren Alter zu erlegen und kleinere Böcke mit geringerer Geweihqualität bevorzugt aus dem Bestand zu entnehmen, sofern das Hegeziel gute Trophäen sind. Die abweichenden, vielleicht etwas verwirrenden Ergebnisse zwischen linken und rechten Hoden bei der Spermaqualität, die sicherlich nicht auf die unterschiedlichen angewandten Methoden zurückzuführen sind, wahrscheinlich vielmehr in einer ungleichmäßigen Leistungsfähigkeit bei der Spermatogenese des linken und rechten Hoden fußen, machen aber noch weitere Nachforschungen diesbezüglich notwendig.

Literaturverzeichnis

ANDERSEN, R., DUNCAN, P. UND LINNELL, J.D.C. (1998): The European Roe Deer - The Biology of Success. Scandinavian University Press. Oslo. Stockholm. Copenhagen. Oxford. Boston. 189-212.

BLOTTNER, S., HINGST, O. UND MEYER, H.D.D (1995): Inverse relationship between testicular proliferation and apoptosis in mammalian seasonal breeders. Theriogenology. 44. 320-328.

BIRKHEAD, T.R, BUCHANAN, K.L, DEVOOGD, T.J., PELLATT, E.J, SKÉZELY, T. UND CATCHPOLE, C.K. (1997): Song, sperm quality and testes asymmetry in the sedge warbler. Animal Behaviour. 53. 965-971.

CLUTTON-BROCK, T.H., GUINNESS, F.E. UND ALBON, S.D. (1982): Red Deer – Behavior and Ecology of Two Sexes. Wildlife Behavior and Ecology Series. The University of Chicago Press. Chicago. 104-135.

GOSCH B UND FISCHER K. (1988): Seasonal changes of testis volume and sperm quality in adult fallow deer (Dama dama) and their relationship to the antler cycle. Journals of Reproduction & Fertility. 85. 7-17.

GOERITZ, F., QUEST, M., WAGENER, A., FASSBENDER, M. BROICH, A., HILDEBRANDT, T.B., HOFMANN, R.R. UND BLOTTNER, S. (2003): Seasonal timing of sperm production in roe deer: interrelationship among changes in ejaculate parameters, morphology and function of testis and accessory glands. Theriogenology 59. 1487-1502.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR GAME AND WILDLIFE CONSERVATION (S.A.): The game-trophies of the world. International formula for the Measurement and Evaluation of Trophies.

KAABI, M., PAZ, B., ALVAREZ, M., ANEL, E., BOIXO, J.C., ROUISSI, H., HERRAEZ, P UND ANEL, L. (2003): Effect of epididymis handling conditions on the quality of ram spermatozoa recovered post-mortem. Theriogenology 60. 1249-1259.

KAPPELER, P. (2006): Verhaltensbiologie. Berlin. Heidelberg. New York. Springer-Verlag. 247ff. 252ff. 344f.

KILIAN, W., MÜLLER, F. UND STARLINGER, F. (1993): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs – eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien.

KOMOSA, M, FRĄCKOWIAK, H. UND PURZYC, H. (2012): Changes in testis parameters and the weight of antlers and carcass in males of the European Roe Deer (*Capreolus capreolus*) between 2009 and 2011. Biological Rhythm Research. 1-11.

MALO, A.F., ROLDAN, E.R.S., GARDE, J., SOLER, A.J. UND GOMENDIO, M. (2005b): Antlers honestly advertise sperm production and quality. Proceedings of the Royal Society 272. 149-157.

MALO, A.F., ROLDAN, E.R.S., GARDE, J.J., SOLER, A.J., VICENTE, J., GORTAZAR, C. UND GOMENDIO, M. (2009): What does testosterone do for red deer males? Proceedings of the Royal Society B 276. 971-980.

MARTINEZ-PASTOR, F., GUERRA, C., KAABI, M., DIAZ, A.R., ANEL, E., HERRAEZ, P., DE PAZ, P. UND ANEL, L. (2005a): Decay of sperm obtained from epididymes of wild ruminants depending on postmortem time. Theriogenology 63. 24-40.

MARTINEZ-PASTOR, F., GUERRA, C., KAABI, M., GARCIA-MACIAS, V., DE PAZ, P., ALVAREZ, M., HERRAEZ, P. UND ANEL, L. (2005b): Season effect on genitalia and epididymal sperm from Iberian red deer, roe deer and Cantabrian chamois. Theriogenology 63. 1857-1875.

MERILÄ, J. UND SHELDON, B.C. (1999): Testis size variation in the greenfinch Carduelis chloris: relevance for some recent models for sexual selection. Behavioral Ecology and Sociobiology.45. 115-123.

MITCHEL, K.H. (1967): Growth layers in dental cement for determining the age of Red deer (*Cervus elaphus*). Journal of Animal Ecology. 36. 279-293.

MOLECULAR PROBES (2001): LIVE/DEAD Sperm Viability Kit (L-7011) – Product Information.

MØLLER, A.P. (1989): Ejaculate Quality, Testes Size and Sperm Production in Mammals. Functional Ecology. 3. No. 1. 91-96.

MØLLER, A.P (1994): Directional selection and directional asymmetry: testis size and secondary sexual characters in birds. Proceedings of the Royal SocietyLondon B. 258. 147-151.

PRICE, J. UND ALLAN, S. (2004): Exploring the mechanisms regulating regeneration of deer antlers. Philosophical transactions of the Royal Society B. 359. 809-822.

PELABON, C. UND VAN BREUKELEN, L. (1998): Asymmetry in antler size in roe deer (*Capreolus capreolus*): an index of individual and population conditions. Oecologia 116. 1-8.

RAESFELD, F. VON UND REULECKE, K. (1988): Das Rotwild. Naturgeschichte – Hege – Jagdausübung. Hamburg. Berlin. Verlag Paul Parey. 134.137.

ROELANTS, H., SCHNEIDER, F., GÖRITZ, F., STREICH, J. UND BLOTTNER, S. (2002): Seasonal changes in of spermatogonial proliferation in Roe Deer, demonstrated by flow cytometric analysis of c-kit receptor, in relation to follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, and testosterone. Biology of Reproduction 66. 305-312.

SEMPÉRE, A.J. UND BOISSIN, J. (1981): Relationship between antler development and plasma androgen concentrations in adult roe deer (*Capreolus capreolus*).Journals of Reproduction and Fertility. 62. 49-53.

SEMPÉRE, A.J., MAUGET, R. UND BUBENIK, G.A. (1992): Influence of photoperiod on the seasonal pattern of secretion of luteinizing hormone and and testosterone and on the antler cycle of roe deer (*Capreolus capreolus*). Journals of Reproduction and Fertility. 95. 693-700.

SEMPÉRE, A.J., MAUGET, R. UND MAUGET, C. (1998): Reproductive physiology of roe deer. In: Anderesen, R., Duncan, P., Linnel, J.D.C (Eds.). The European Roe Deer: The Biology of Success. Scandinavian University Press. Oslo. 161-188.

SHORT, R.V. UND MANN, T. (1966): The sexuell cycle of a seasonally breeding mammal, the roebuck (*Capreolus capreolus*). Journal of Reproduction & Fertility 12. 337-351.

STUBBE, C. (2008): Rehwild – Biologie, Ökologie, Hege und Jagd. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart. 34f, 84ff, 101-105, 166-169, 300f.

WAGENKNECHT, E. (1981): Rotwild. Neudamm. Melsungen. Berling. Basel. Wien. Verlag J. Neumann. 121.

WILLARD, S.T. UND RANDEL, R.D. (2002): Testicular morphology and sperm content relative to age, antler status and season in axis deer stags (*Axis axis*). Small Ruminant Research 45. 51-60.

Anhang

GLM Spermaqualitätsparameter rechts, Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: GLM für Gesamtmotilität rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamtmotilität rechts					
	Relative Hodengröße	1	545,132	2,983	0,101
	Relative Fettmasse	1	20,590	0,113	0,741
	PCA_Geweihqualität	1	414,619	2,269	0,149
	PCA_Konstitution	1	18,522	0,101	0,754
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	235,443	1,288	0,271
	Alter	1	357,430	1,956	0,179
	Pre-Rut/Rut	1	4,348	0,024	0,879

Tabelle 2: GLM für Progressive Motilität rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Progressive Motilität rechts					
	Relative Hodengröße	1	667,498	2,372	0,141
	Relative Fettmasse	1	42,453	0,151	0,702
	PCA_Geweihqualität	1	203,559	0,723	0,406
	PCA_Konstitution	1	73,031	0,260	0,617
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1215,278	4,319	0,052
	Alter	1	117,791	0,419	0,526
	Pre-Rut/Rut	1	128,985	0,458	0,507

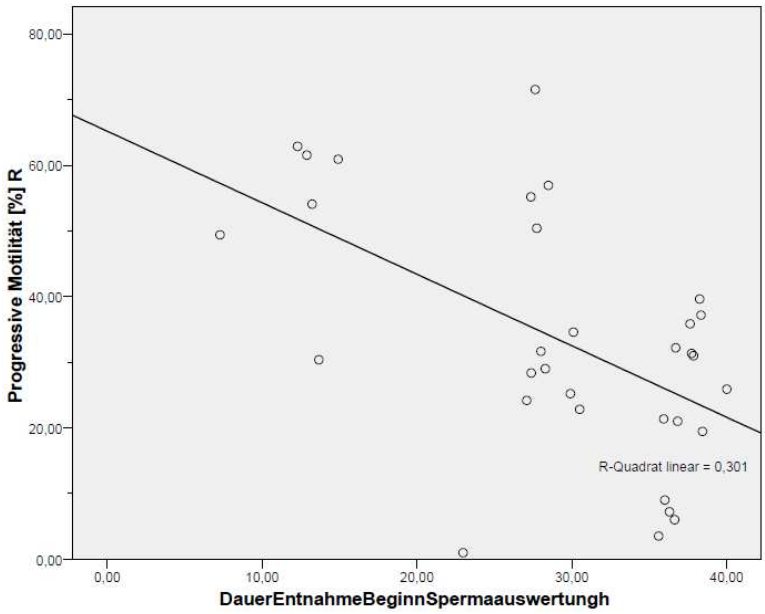

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Progressiver Motilität rechts und Zeitdauer zwischen Entnahme der Hoden und Spermaauswertung

Tabelle 3: GLM für Viability rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Viability rechts					
	Relative Hodengröße	1	147,715	1,380	0,255
	Relative Fettmasse	1	0,907	0,008	0,928
	PCA_Geweihqualität	1	181,258	1,693	0,210
	PCA_Konstitution	1	17,371	0,162	0,692
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,439	0,004	0,950
	Alter	1	354,065	3,307	0,086
	Pre-Rut/Rut	1	0,362	0,003	0,954

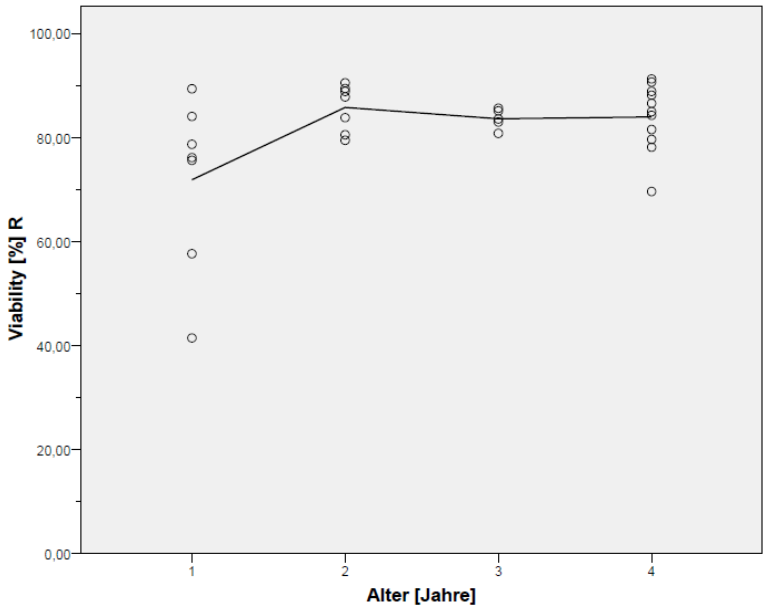

Abbildung 2: Bandbreite Viability rechts bei Böcken unterschiedlichen Alters

Tabelle 4: GLM für Pathoformen rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Pathoformen rechts					
	Relative Hodengröße	1	81,915	0,744	0,400
	Relative Fettmasse	1	127,208	1,155	0,297
	PCA_Geweihqualität	1	4,524	0,041	0,842
	PCA_Konstitution	1	80,145	0,782	0,405
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	257,861	2,342	0,143
	Alter	1	0,922	0,008	0,928
	Pre-Rut/Rut	1	14,825	0,135	0,718

Tabelle 5: GLM für Spermiendichte rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermiendichte rechts					
	Relative Hodengröße	1	3,624	3,624	0,073
	Relative Fettmasse	1	1,135	1,135	0,301
	PCA_Geweihqualität	1	0,009	0,009	0,927
	PCA_Konstitution	1	0,588	0,588	0,453
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,001	0,001	0,979
	Alter	1	1,189	1,189	0,290
	Pre-Rut/Rut	1	1,097	1,097	0,309

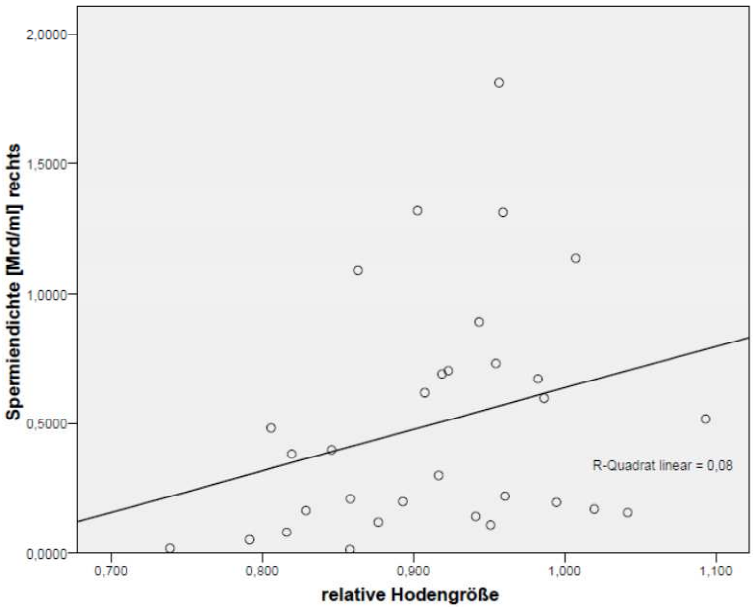

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Spermiendichte rechts und relativer Hodengröße

Tabelle 6: GLM für Spermamenge rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermamenge rechts					
	Relative Hodengröße	1	0,000	0,079	0,784
	Relative Fettmasse	1	0,005	1,236	0,292
	PCA_Geweihqualität	1	0,001	0,375	0,554
	PCA_Konstitution	1	0,001	0,322	0,583
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,011	2,869	0,121
	Alter	1	2,61E-005	0,007	0,936
	Pre-Rut/Rut	1	0,010	2,584	0,139

Hodenvolumen rechts

Tabelle 7: GLM für Hodenvolumen rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodenvolumen rechts					
	Relative Fettmasse	1	8,029	0,346	0,563
	PCA_Geweihqualität	1	0,318	0,014	0,908
	PCA_Konstitution	1	175,761	7,580	0,013
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	24,432	1,054	0,318
	Alter	1	51,624	2,227	0,152
	Pre-Rut/Rut	1	0,424	0,018	0,894

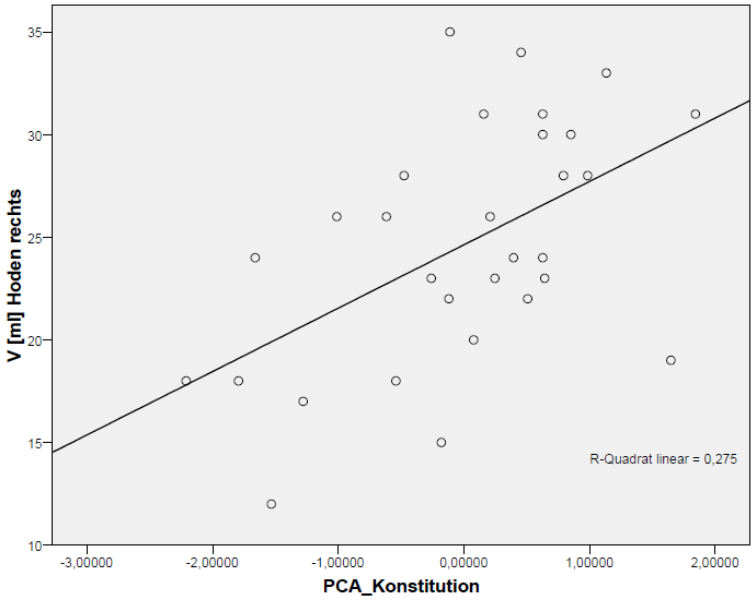

Abbildung 4: Zusammenhang Hodenvolumen rechts und Konstitution

Hodengewicht rechts

Tabelle 8: GLM für Hodengewicht rechts

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodengewicht rechts					
	relative Fettmasse	1	12,988	0,499	0,488
	PCA_Geweihqualität	1	2,184	0,084	0,775
	PCA_Konstitution	1	211,854	8,146	0,010
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	28,381	1,091	0,188
	Alter	1	48,403	1,861	0,309
	Pre-Rut/Rut	1	1,519	0,058	0,812

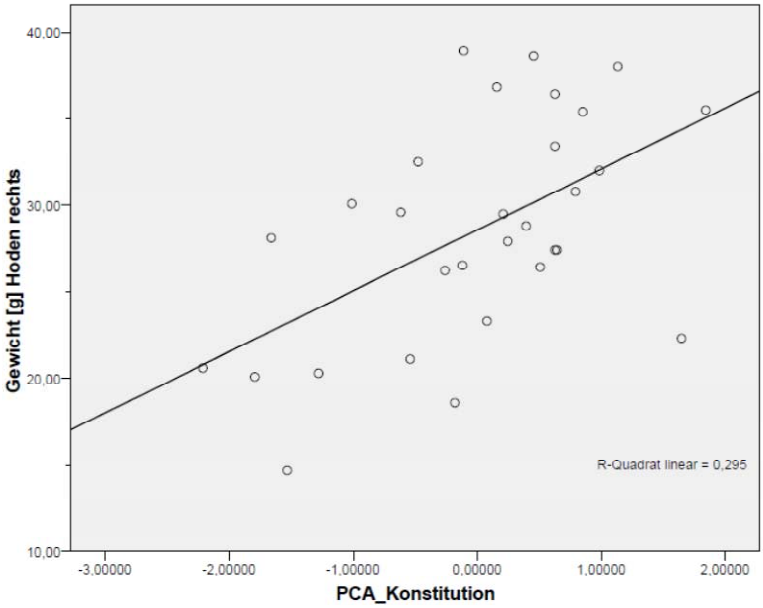

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Hodengewicht rechts und der Konstitution der Böcke

Nebenhodengewicht links

Tabelle 9: GLM für das Nebenhodengewicht links

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Nebenhodengewicht links					
	Relative Hodengröße	1	0,285	1,731	0,205
	relative Fettmasse	1	0,117	0,713	0,410
	PCA_Geweihqualität	1	0,022	0,131	0,721
	PCA_Konstitution	1	0,280	1,702	0,208
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,127	0,772	0,391
	Alter	1	0,324	1,972	0,177
	Pre-Rut/Rut	1	0,252	1,533	0,232

GLM Spermaqualitätsparameter ohne Jahrlingsböcke

Tabelle 10: GLM für Gesamtmotilität links ohne Jahrlingsböcke ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamtmotilität links					
	relative Hodengröße	1	109,911	0,229	0,641
	Relative Fettmasse	1	90,917	0,189	0,671
	PCA_Geweihqualität	1	593,222	1,235	0,288
	PCA_Konstitution	1	258,733	0,539	0,477
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	510,357	1,063	0,323
	Alter	1	1071,688	2,232	0,161
	Pre-Rut/Rut	1	67,938	0,141	0,713

Tabelle 11: GLM für Progressive Motilität links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Progressive Motilität links					
	Relative Hodengröße	1	129,454	0,359	0,560
	Relative Fettmasse	1	2,716	0,008	0,932
	PCA_Geweihqualität	1	300,757	0,833	0,379
	PCA_Konstitution	1	81,336	0,225	0,644
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1580,972	4,379	0,058
	Alter	1	100,973	0,280	0,607
	Pre-Rut/Rut	1	253,795	0,703	0,418

Tabelle 12: GLM für Pathoformen links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Pathoformen links					
	relative Hodengröße	1	627,130	3,056	0,106
	Relative Fettmasse	1	236,639	1,153	0,304
	PCA_Geweihqualität	1	31,391	0,153	0,703
	PCA_Konstitution	1	0,299	0,001	0,970
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	405,439	1,976	0,185
	Alter	1	71,715	0,349	0,565
	Pre-Rut/Rut	1	9,971	0,049	0,829

Tabelle 13: GLM für Spermiendichte links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermiendichte links					
	relative Hodengröße	1	0,000	0,000	0,991
	relative Fettmasse	1	2,257	2,886	0,117
	PCA_Geweihqualität	1	0,554	0,709	0,418
	PCA_Konstitution	1	1,161	1,484	0,249
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,025	0,032	0,861
	Alter	1	0,038	0,048	0,830
	Pre-Rut/Rut	1	0,503	0,643	0,440

Tabelle 14: GLM für Spermamenge links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermamenge links					
	relative Hodengröße	1	0,001	0,314	0,585
	relative Fettmasse	1	0,007	1,856	0,198
	PCA_Geweihqualität	1	0,010	2,649	0,130
	PCA_Konstitution	1	0,001	0,191	0,670
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	1,56E-005	0,004	0,950
	Alter	1	0,003	0,904	0,360
	Pre-Rut/Rut	1	0,002	0,546	0,474

Tabelle 15: GLM für Gesamtmotilität rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamtmotilität rechts					
	relative Hodengröße	1	362,371	2,140	0,169
	relative Fettmasse	1	47,420	0,280	0,606
	PCA_Geweihqualität	1	295,771	1,747	0,211
	PCA_Konstitution	1	0,042	0,000	0,988
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	452,810	2,674	0,128
	Alter	1	2,650	0,016	0,903
	Pre-Rut/Rut	1	87,289	0,516	0,486

Tabelle 16: GLM für Viability rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Viability rechts					
	relative Hodengröße	1	0,156	0,009	0,927
	relative Fettmasse	1	0,024	0,001	0,971
	PCA_Geweihqualität	1	8,847	0,496	0,495
	PCA_Konstitution	1	3,169	0,178	0,681
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	55,462	3,111	0,103
	Alter	1	2,672	0,150	0,705
	Pre-Rut/Rut	1	27,141	1,522	0,241

Tabelle 17: GLM für Pathoformen rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Pathoformen rechts					
	relative Hodengröße	1	46,663	0,333	0,574
	relative Fettmasse	1	159,215	1,138	0,307
	PCA_Geweihqualität	1	0,066	0,000	0,983
	PCA_Konstitution	1	0,074	0,001	0,982
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	139,865	0,999	0,337
	Alter	1	101,545	0,726	0,411
	Pre-Rut/Rut	1	10,305	0,074	0,791

Tabelle 18: GLM für Spermiendichte rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Spermiendichte rechts					
	relative Hodengröße	1	0,186	0,936	0,352
	relative Fettmasse	1	0,127	0,638	0,440
	PCA_Geweihqualität	1	0,338	1,695	0,217
	PCA_Konstitution	1	0,058	0,289	0,601
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	2,59E-006	0,000	0,997
	Alter	1	0,284	1,428	0,255
	Pre-Rut/Rut	1	0,120	0,602	0,453

Hodenmaße ohne Jahrlinge

Tabelle 19: GLM für Hodenvolumen links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodenvolumen links					
	relative Fettmasse	1	7,618	0,384	0,546
	PCA_Geweihqualität	1	6,857	0,346	0,567
	PCA_Konstitution	1	86,339	4,355	0,057
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	50,110	2,527	0,136
	Alter	1	23,329	1,177	0,298
	Pre-Rut/Rut	1	2,960	0,149	0,705

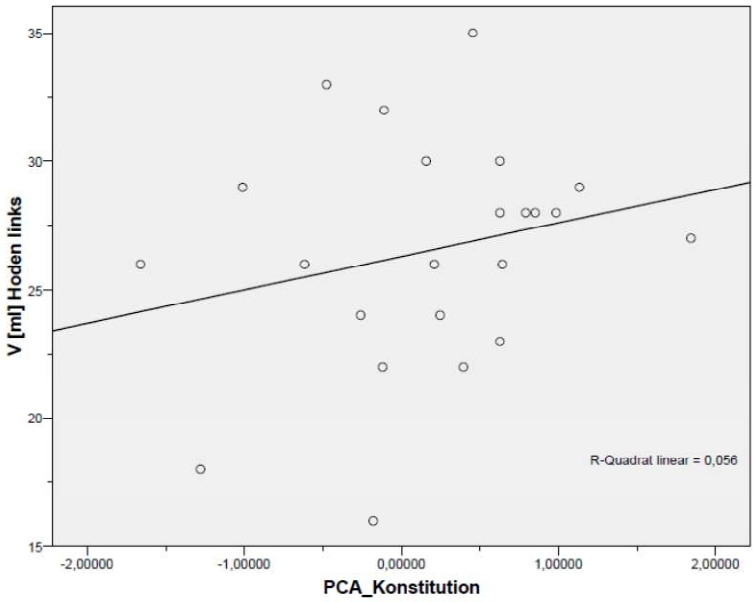

Abbildung6: Zusammenhang zwischen dem Hodenvolumen und der Konstitution

Tabelle 20: GLM Hodengewicht links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodengewicht links					
	relative Fettmasse	1	18,559	0,770	0,396
	PCA_Geweihqualität	1	6,766	0,281	0,605
	PCA_Konstitution	1	105,427	4,375	0,057
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	46,973	1,949	0,186
	Alter	1	21,660	0,899	0,360
	Pre-Rut/Rut	1	6,128	0,254	0,622

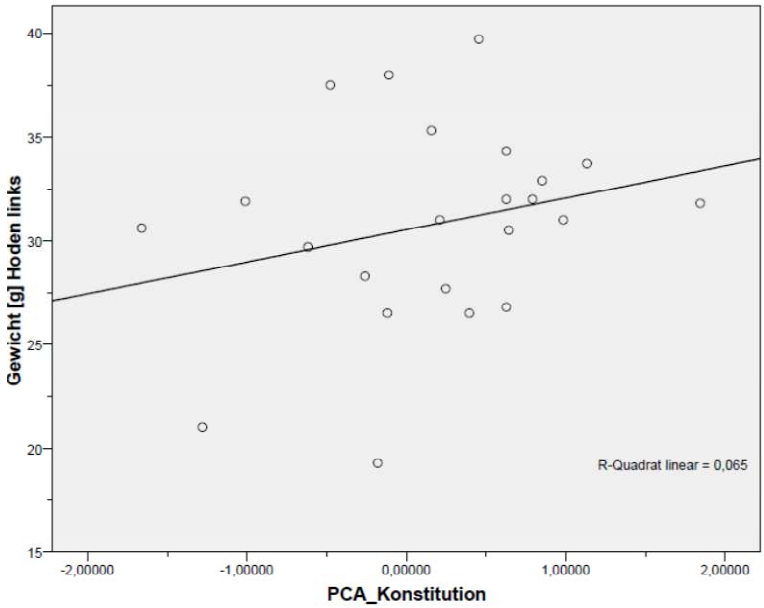

Abbildung 4: Tendenzieller Zusammenhang zwischen Hodengewicht links und der Konstitution

Tabelle 21: GLM für Hodengewicht rechts ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Hodengewicht rechts					
	relative Fettmasse	1	13,007	0,496	0,494
	PCA_Geweihqualität	1	6,479	0,247	0,628
	PCA_Konstitution	1	181,902	6,932	0,021
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	58,638	2,234	0,159
	Alter	1	0,461	0,018	0,987
	Pre-Rut/Rut	1	19,680	0,750	0,402

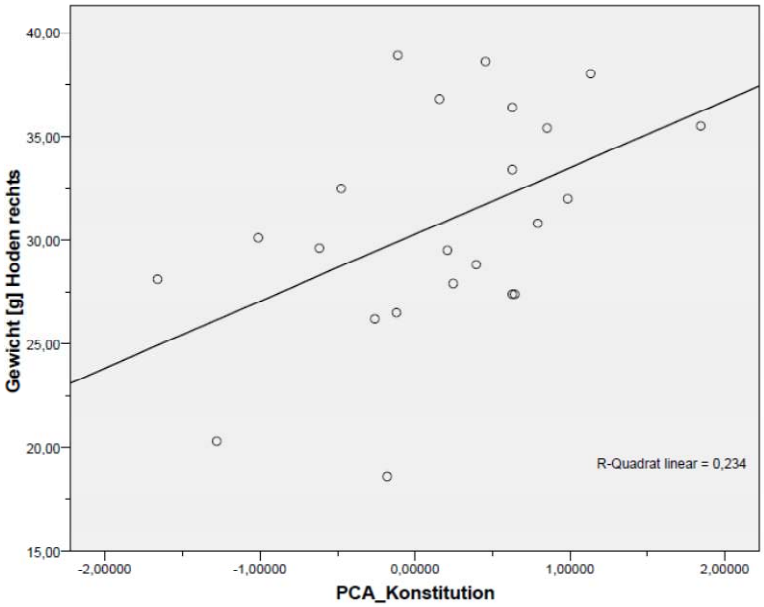

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Hodengewicht rechts und Konstitution

Nebenhodengewichte links

Tabelle 22: GLM für Nebenhodengewicht links ohne Jahrlingsböcke

Abhängige Variable	Kovariaten/Fester Faktor	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Nebenhodengewicht links					
	relative Fettmasse	1	0,029	0,293	0,598
	relative Hodengröße	1	0,067	0,678	0,426
	PCA_Geweihqualität	1	0,606	6,1268	0,029
	PCA_Konstitution	1	0,223	2,261	0,159
	Dauer Entnahme-Beginn Spermaauswertung	1	0,259	2,619	0,132
	Alter	1	0,013	0,137	0,718
	Pre-Rut/Rut	1	0,407	4,120	0,065

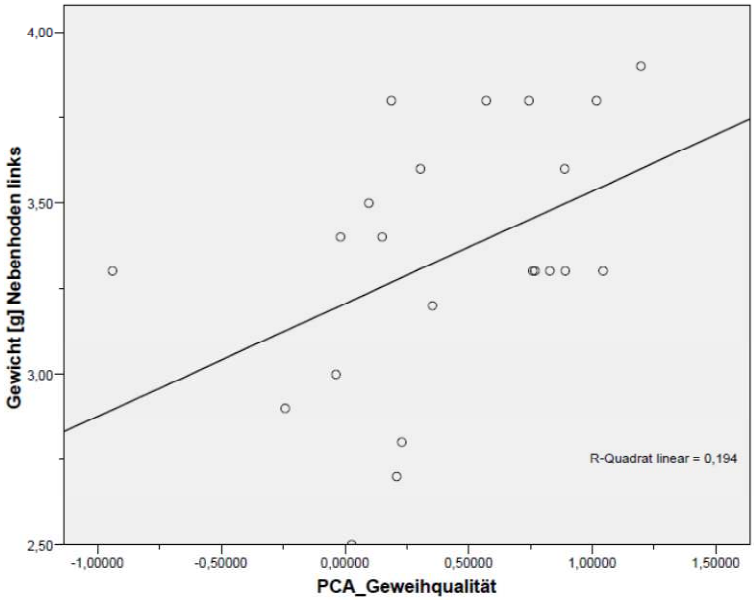

Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Nebenhodengewicht links und der Geweihqualität

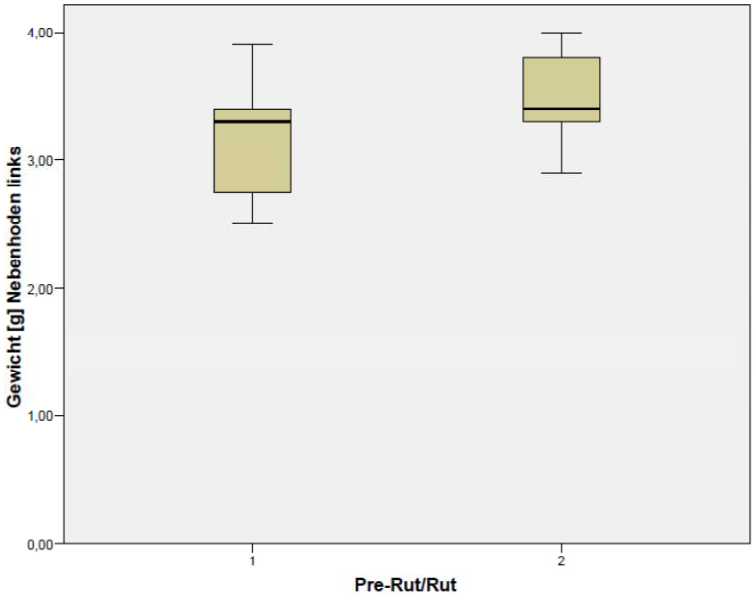

Abbildung 7: Bandbreite des Nebenhodengewicht links vor (1) und während (2) der Brunft

Besamungs-und Embryotransferstation
(Leiterin: Prof.Dr.Ch. Aurich)
Department für Tierzucht und Reproduktion der Veterinärmedizinischen Universität Wien
A-1210 Wien, Veterinärplatz 1
E-Mail: christine.aurich@vu-wien.ac.at
Tel.: +43(1)-25077/6108, **Fax:** +43(1)25077/5491

Untersuchungsprotokoll für Rehbocksperma

LaborNr.: M33

Datum: 11.8.10 ***Uhrzeit:*** _____ ***Rehbockname::*** J3 L+R

LNr.: _____ ***Besitzer/Adresse:*** _____

Ejakulatparameter:	Ejakulat(nativ/verdünnt)	Ejakulat(nativ/verdünnt)
Volumen(ml)	0,050	0,6 cc
Schleimanteil(ml)	/	/
Aussehen:Konsistenz:	mi-rq	mo
Farbe:	roje	rosen
Dichte(Mio/ml)	683,3	79,39
Spermiengesamtzahl(SGZ in Mrd)		
pH-Wert	6,5	6,9

Bewegungsaktivität(in %):

	Unverdünnt:					verdünnt: 1+1P	Unverdünnt:			verdünnt 1+9		
	+	++	+++	V	O	U	+	++	+++	V	O	U
Nach 0 h	+	++		0	20	80				20	20	60
Nach 24 h												
Nach 48 h												
Nach 72 h												
Nach 96 h												

Qualitätsbeurteilung mittels SpermVision:

Tag 0: Gesamtmotilität(%): 50,8 Progressive SZ(%): 3,82 Viability(%): 82,8
Tag 1: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 2: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 3: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 4: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____

Qualitätsbeurteilung mittels SpermVision:

Tag 0: Gesamtmotilität(%): 37,32 Progressive SZ(%): 3,52 Viability(%): 79,61
Tag 1: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 2: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 3: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____
Tag 4: Gesamtmotilität(%):_____ Progressive SZ(%):_____ Viability(%):_____

Beurteilung: _____

Untersuchungsprotokoll Rehbock 5/2010

Abbildung 8: Untersuchungsprotokoll

Besamungs-und Embryotransferstation
(Leiterin: Prof.Dr.Ch. Aurich)
Department für Tierzucht und Reproduktion der Veterinärmedizinischen Universität Wien
A-1210 Wien, Veterinärplatz 1
E-Mail: christine.aurich@vu-wien.ac.at
Tel.: +43(1)-25077/6108, Fax: +43(1)25077/5491

Protokoll – Pathomorphologie v.Rehbocksperma

LaborNr.: 1136 *Datum:* 11.3.10 *Rehbock:* 33-L

Besitzer/Adresse:

1.Kappenveränderungen:

- **a) Ablösungen:** 2,5
- **b) deformiert:** 6 — 9,5
- **c) persist. Akrosomgranulom:** 1
- **d) Sonstiges:**

2.Kopfveränderungen:

- **a) deformiert:** 2
- **b) Becherhülsendefekte:** — 2
- **c) Sonstiges:**

3.Halsveränderungen:

- **a) Halsbruch:** 1
- **b) Plasmatropfen:** 16 — 17
- **c) Anlagerungen:**
- **d) Sonstiges:**

4.Verbindungsstückveränderungen:

- **a) gebrochen:**
- **b) fibrillär:**
- **c) deformiert:**
- **d) geknickt:**
- **e) Plasmatropfen:** 28,5 — 28,5
- **f) Anlagerungen:**
- **g) Sonstiges:**

5.Haupt-u.Endstückveränderungen:

- **a) persist. Plasmatropfen:**
- **b) Anlagerungen:**
- **c) Plasmatropfen und Schleifenform:** 1
- **d) Schleifenform:** 1,5 — 4
- **e) aufgerollt:** 1,5
- **f) abgeknickt:**
- **g) rudimentär:**

6.Doppel-u.Mehrfachmissbildungen: 1 — 1

7.Rundzellen: 6,5 — 6,5

8.unreife Formen: 4,5 — 4,5

Summe(%): 73,0

Pathomorphologie 3/2006

Abbildung 9: Untersuchungsprotokoll Pathomorphologie