

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Aufgaben- und Zielstellung

Seit über einhundert Jahren gab es keine grundlegende Verbesserung der Kastration beim Bullen, die in allen Belangen akzeptiert werden kann. Die Burdizzo-Methode hat bewiesen, dass eine Orchidektomie nicht erforderlich ist, da der Hoden nicht zu endotoxischen Veränderungen nach Degeneration beim Bullen führt. Daraus ergibt sich die Hypothese, dass eine Degeneration der Hoden durch einen möglichen diathermischen bzw. transkutanen Verschluss der Arteria testicularis ähnlich wie bei der Burdizzo-Methode herbeigeführt werden kann.

Die Literaturstudie belegt, dass entsprechende Hinweise in der Buiatrik fehlen und die Diathermie eine sinnvolle praktische Indikation für den Verschluss der Arteria testicularis sein kann, wenn die Belastungen vom Tier getragen werden und eine sichere Gefäßkoagulation erreicht wird.

Wenn die diathermische Behandlung in den geprüften Varianten keine sicheren Kastrationseffekte ermöglicht, sollen weitere praktische Methoden zum Verschluss der Gefäßanteile des Samenstranges überprüft werden, ohne die Nachteile der Burdizzo-Methode in Kauf nehmen zu müssen. Gegenstand dieser Arbeit ist es deshalb, die hier beschriebenen minimal-invasiven und dadurch schmerzarmen Methoden entsprechend dem novellierten Tierschutzgesetz von 1998 als tiergerechte, unblutige und schonende Kastrationsverfahren zu erproben und mit der Kastrationsmethode nach Burdizzo zu vergleichen. Dabei soll geprüft werden, ob der diathermische bzw. der transkutane Verschluss der Arteria testicularis möglich ist und verträglicher als die Kastrationsmethode nach Burdizzo für das Tier sein kann.

Zur Durchführung der Versuche wurden folgende Aufgaben bearbeitet:

- a) orientierende Vorversuche mit verschiedenen bipolaren bzw. monopolaren Gerätesystemen;
- b) Auswertung der ersten Versuche mit einer nachfolgenden Veränderung des Instrumentariums und des operationstechnischen Vorgehens;
- c) Erprobung und Anwendung unter Praxisbedingungen;

- d) Kastration von Jungbullen mit Hilfe der Burdizzo-Methode;
- e) Entwicklung von Maßnahmen zur Kontrolle des Behandlungserfolges
 - GnRH- Stimulationstest
 - Hodenbeschaffenheit nach der Schlachtung;
- f) Entwicklung und Erprobung einer Methode mit einer transkutanen Ligatur der Samenstranggefäße.

Die Versuche wurden vom Landwirtschaftsministerium Mecklenburg/Vorpommern unter der Registriernummer AS 01-00006-9103 genehmigt.

3.2 Material und Methoden

3.2.1 Vorversuch

Im Rahmen des Vorversuches wurden verschiedene bipolare und monopolare Gerätemuster auf ihre Anwendbarkeit geprüft und die Reaktionen der Bullenkälber hinsichtlich ihrer Gesundheit und des Kastrationseffektes festgestellt.

3.2.1.1 Tiermaterial

Für den diathermischen Vorversuch standen 30 schwarzbunte Bullen im Alter von etwa drei Monaten zur Verfügung. Die Tiere wurden im Laufstall auf GÜllerosten gehalten und befanden sich in einem klinisch unauffälligen Zustand.

Der Vorversuch mit der transkutanen Ligatur erfolgte an zwei schwarzbunten Bullenkälbern.

3.2.1.2 Methoden

Alle Versuche erfolgten unter Stallbedingungen.

Die experimentelle Erprobung von Varianten des diathermischen Gerätemusters erfolgte nach Reinigung, Desinfektion und Samenstranganästhesie in der Weise, dass verschiedene Arretierungssysteme für den Hodensackhals mit einer bipolaren oder monopolaren Anwendung kombiniert wurden.

Das Anlegen einer transkutanen Ligatur geschah mittels einer Kanüle, durch die ein Faden geführt war. Nach Ertasten des Samenstranges wurde die Kanüle im Bereich des Hodensackhalses seitlich am Samenstrang vorbeigeführt und nach außen durchstoßen, so dass ein Fadenende freilag. Nach Zurückziehen der Kanüle bis auf die Höhe des Samenstranges erfolgte auf seiner anderen Seite ein erneutes Durchstechen des Hodensackhalses. Dadurch legt der Faden sich innerhalb des Hodensackhalses schlingenartig um den Samenstrang. Nachdem der Faden aus der Kanüle herausgezogen wurde, werden beide Enden miteinander verknotet.

3.2.1.2.1 Methodische Untersuchungen zur Eignung von Elektroden für eine diathermische Anwendung im Bereich des Samenstranges

Der Gedanke einer unblutigen, schonenden und tiergerechten Kastration mittels Diathermie beruht darauf, dass mittels einer Aktivelektrode in Form einer Injektionsnadel eine gezielte Koagulation der Arteria testicularis im Bereich des Samenstranges erreicht werden kann. Sie vereint in sich die Fähigkeit, als Injektionskanüle für lokalanästhetisch wirksame Medikamente entsprechend dem Tierschutz zu dienen und gleichzeitig die diathermische Energie schmerzarm und gezielt fortzuleiten.

Messerförmige Elektroden sind für eine Koagulation nicht geeignet, da sie die Oberfläche des Energieüberträgers vergrößern, die Stromdichte in der Zone der effektiven Energieabgabe verringern und noch Leistung an das in diesem Fall durchtrennte Gewebe abgeben.

Deshalb sollen für eine sichere Gefäßkoagulation Nadelelektroden verwendet werden, die bei richtiger Generatoreinstellung nicht glühen und nicht kleben.

Dünne Nadelelektroden besitzen in Abhängigkeit vom Durchmesser nur eine geringe Koagulationsfähigkeit, während dickere Nadelelektroden besser koagulieren, aber auch eine wesentlich höhere Leistung erfordern. Kleine Schwankungen in der Berührungsfläche der Nadelelektroden mit dem Gewebe äußern sich in großen Änderungen der Koagulationswirkung. Infolge des kleinen Querschnittes an der Übergangsstelle von der Elektrode zum Gefäß entsteht hier eine hohe Stromdichte und somit eine zur Koagulation ausreichende Energie (EICHHORN, 1989).

In Untersuchungen an Organen von Schlachttieren verschiedenen Alters wurde abgeklärt, welche Parameter für eine wirksame Diathermie wie Einwirkzeit, Wellenlänge und Frequenz unter Berücksichtigung der Elektrodenbeschaffenheit und der Gewebswiderstände für die Koagulation der Blutgefäße des Samenstranges erforderlich sind. Dadurch sollten zunächst methodische Untersuchungen zur Effektivität und Wirksamkeit der Geräteparameter unter besonderer Berücksichtigung der aktiven und neutralen Elektroden an isolierten Organen geleistet werden. Neben Fasszangen mit perkutan wirksamen Nadelelektroden auf isolierten Grundplatten kamen Haltezangen mit vorgefertigten Führungen für Injektionskanülen, die für die Injektion von Lokalanästhetika und danach als bipolare Elektrode genutzt werden können, zum Einsatz. In mehreren Erprobungsversuchen mit Jungbullen wurden zangenähnliche Instrumente mit einer unterschiedlichen Anzahl von perkutan wirksamen Nadelelektroden im Bereich des Hodensackhalses angewendet, um eine diathermische Koagulation der Arteria testicularis zu erzielen. Nach Versuchen an Schlachtpräparaten wurde ein Tier versuchsweise diathermisch behandelt. Dabei zeigte sich, dass das Auffinden und Treffen des Gefäßanteils des Samenstranges mittels eines Fixationsapparates schlecht möglich ist und maßgeblich von den Kenntnissen und Erfahrungen des Operateurs abhängt.

Zu Beginn der Stromapplikation zeigten sich äußerlich keine Veränderungen; nach zehn Sekunden waren Siedegeräusche im Bereich der Nadelelektroden spitze zu hören. Gleichzeitig zeigte sich eine zirkuläre Einziehung mit leichter farblicher Verblassung in der Nähe des Elektrodenschaftes. Nach zwanzig Sekunden war dieser Vorgang abgeschlossen. Auf Grund der abgefallenen Stromstärke traten weitere Veränderungen trotz eingeschaltetem Gerät nicht auf. Bei mehrmaliger Nutzung der Elektroden verfärbten sich diese durch Oxydation bzw. wiesen Verunreinigungen durch Karbonisierungsreste auf.

Die kurzen, nicht isolierten Nadelelektroden führten trotz isolierter Grundplatte immer wieder an einigen Stellen zu Hautverbrennungen, die nach Wundversorgung aber problemlos heilten. Um eine gezielte Koagulation nur an der Spitze und nicht am gesamten Elektrodenschaft zu gewährleisten und damit an dieser Stelle Verbrennungen zu vermeiden, wurden Nadelelektroden mit einem Durchmesser von anderthalb Millimetern bis auf drei Millimeter an der Spitze isoliert. Trotzdem wurden immer wieder Verbrennungen der Haut beobachtet, so dass dieses bipolare System verworfen wurde.

3.2.1.2.2 Gerätebeschreibung

Das speziell für die Veterinärmedizin konzipierte mobile Diathermiegerät „Diatherm M“ der Firma VETEC ist als netzunabhängiges Gerät für den Einsatz unter den Bedingungen der Praxis im Stall und auf der Weide gut einsetzbar und ist so entsprechend den technischen Daten

Abmessungen (L x B x H) : 225 x 72 x 200 mm

Gewicht : 2,5 kg

Betriebsspannung (Akku) : 150 Watt

Arbeitsfrequenz : 420 kHz

für verschiedene ambulante veterinärmedizinische Anwendungen geeignet. Dazu gehören unter anderem Gewebedurchtrennungen, Blutstillungen im Operationsgebiet und gezielte Gefäßverschlüsse.

Es zeichnet sich besonders durch seine Leistungsfähigkeit und Kompaktheit aus.

Bei einer Spannungsbreite von 100 bis 240 Volt, einer Frequenz von 420 kHz und einer beachtlichen maximalen Geräteleistung von 150 Watt ist das Gerät nicht größer und nicht schwerer als ein Laptop. Ähnlich der nichtinvasiven Operationstechnik muss bei den Eingriffen nur die Injektionsstelle vorbereitet und versorgt werden.

Für die hier genutzte Tiefenkoagulation steht ein sinusförmiger, ungepulster und spitzenloser Hochfrequenzstrom zur Verfügung (180 mA, t = 20 sec). Durch etwa 2 Millimeter dicke teflonbeschichtete Nadel- und eine gummiummantelte Metallflächenelektrode wird ein kontrollierter Stromfluss gewährleistet und Hautverbrennungen weitgehend vermieden.

Die Leistung des Gerätes kann problemlos über einen Einstellknopf den Erfordernissen angepasst werden. Eine „Tastlücke“ sorgt für eine schonende Behandlung der Elektroden und wirkt bei richtiger Wahl dem Verkleben der Elektroden entgegen. Der Akku ist jederzeit mit Hilfe des Ladegerätes aufzuladen (Abbildungen 7-9).

Hersteller: Mess- und Veterinärtechnik (VETEC), Dr.-Ing. Horst Reichart ehemals Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, jetzt Friedrich-Barnewitz-Straße 4, D - 18119 Rostock-Warnemünde



Abbildung 7: Diathermie – Grundgerät „VETEC – Diatherm M“

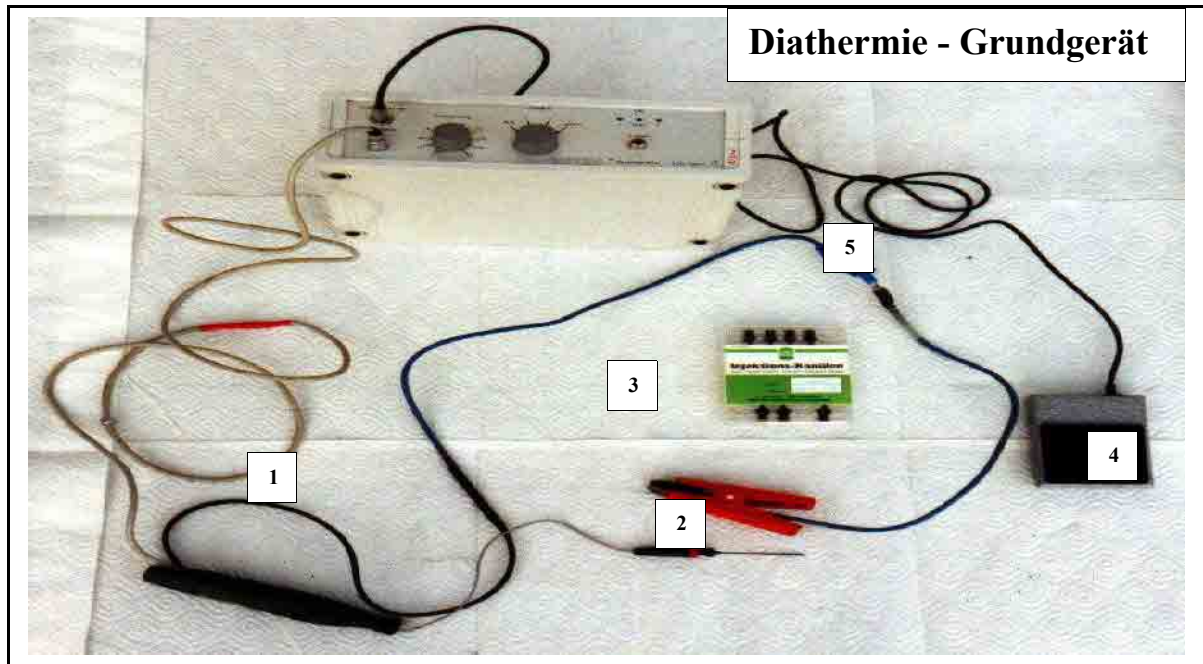


Abbildung 8: Diathermiegrundgerät mit Zubehör entsprechend der Versuchsanordnung

Anmerkungen:

- | | |
|--|--------------------|
| 1 - Handstück mit Schalter | 2 - Nadelelektrode |
| 3 - Klemmelektrode | 4 - Fußschalter |
| 5 - Teflonbeschichtete Nadelelektroden mit freier Nadelspitze. | |

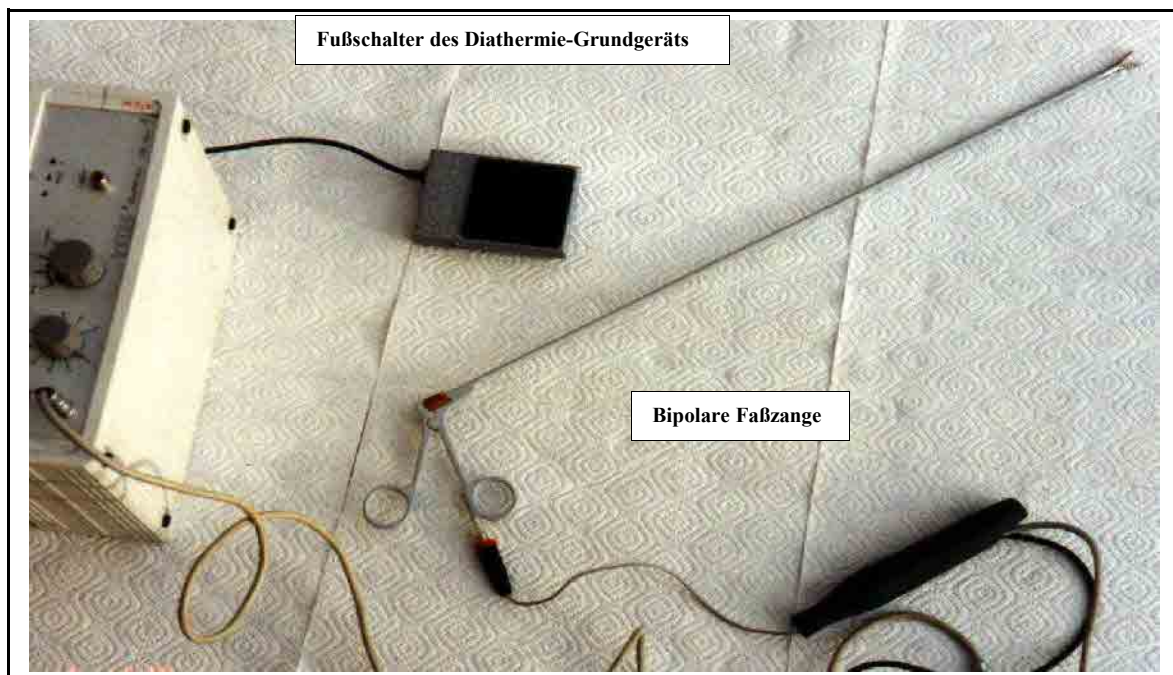


Abbildung 9: Diese bipolare Fass- oder Mikrozange wird zur Koagulation von Geweben nur in Verbindung mit einem Fußschalter eingesetzt.

Mit Hilfe von Nadel- bzw. Messerelektroden oder Koagulationspinzetten ist der Operateur in der Lage, wie mit einem Skalpell zu schneiden oder eine schnelle Blutstillung vorzunehmen. Mit diesem neuartigen Verfahren kann man gezielte und auf engstem Raum lokalisierte Koagulationen durchführen. Bei der Versorgung blutender Gefäße bleibt die Koagulation auf die mit einer Spezialpinzette oder Klemme gefassten Gefäße selbst beschränkt, die thermische Schädigung angrenzender und empfindlicher Gewebszonen oder Nervenbahnen wird verhindert. Wahlweise kann in das Handstück eine bipolare Fasszange (Abbildung 9) oder eine teflonbeschichtete Nadelelektrode eingesetzt werden.

3.2.2 Hauptversuch

Im Ergebnis der Vorversuche ergaben sich Veränderungen am diathermischen Gerät und bei der Methodik der transkutanen Ligatur, die im Rahmen des Hauptversuches auf ihre Praktikabilität und Auswirkung auf die Tiergesundheit überprüft werden. Außerdem wird der Kastrationseffekt durch die Applikation von GnRH unter Kontrolle des Blutttestosterongehaltes sowie anhand der Hodenveränderungen überprüft.

3.2.2.1 Tiermaterial

Die Versuche zur diathermischen Behandlung wurden an 115 Masthybrid- Bullenkälbern im Alter von sechs Wochen durchgeführt. Ebenso wie zehn gleichaltrige Kontrolltiere des gleichen Genotyps stammten auch sie aus einem Mutterkuhbestand. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Fleischrindkreuzungen zwischen Charolais- und Fleckviehtieren bzw. zwischen schwarzbunten Rindern und Charolais oder Fleckvieh in geringer Anzahl. Alle Tiere entstammten derselben Herde, in der sie unter gleichen Bedingungen zu Versuchsbeginn auf Stroh und dann auf der Weide gehalten wurden.

Die Versuche mittels transkutaner Ligatur erfolgten an vier Masthybrid- Bullenkälbern und einem schwarzbunten Jungbullen.

3.2.2.2 Methoden

3.2.2.2.1 Kastration mittels eines diathermischen Verschlusses der Arteria testicularis mit einem verbesserten Instrumentarium

Der mögliche Verschluss der Arteria testicularis soll entsprechend den Versuchsbedingungen mit einer teflonbeschichteten, monopolen Nadelelektrode mit einem Handstück erfolgen, die manuell in den Gefäßanteil des Samenstranges gesetzt wird. Dabei dient ein handelsüblicher Kettenhandschuh aus der Lebensmittelindustrie beziehungsweise eine gummiummantelte Metallflächenelektrode oder eine Arterienklemme nach Pean als Gegenelektrode bei dieser monopolen Methode (Abbildung 8).

3.2.2.2.2 Kastration mittels der Burdizzo- Zange

Es wurden neun schwarzbunte Bullen im Alter von etwa acht Monaten mit Hilfe der Burdizzo-Methode *lege artis* kastriert und der Testosteron Gehalt des Blutes verfolgt. Dazu wurde vier Wochen nach der Kastration ein GnRH- Stimulationstest durchgeführt.

3.2.2.2.3 Kastration mittels einer transkutanen Ligatur des Samenstranges

In Anlehnung an die Untersuchungen von NAYAK et al. (1984), die eine einfache Methode der externen Ligation des Samenstranges bei Ziegenlämmern beschreiben, wurden analoge Versuche bei Bullenkälbern durchgeführt. Die oben genannten Autoren unterbinden den Samenstrang bei den Lämmern in der Weise, dass sie ihn zwischen Daumen und Zeigefinger fixieren und eine von einem Faden durchzogene Kanüle schräg am Samenstrang vorbei stechen. Diese Kanüle wird dann soweit zurückgezogen und wieder vorgeschoben, bis sie auf der anderen Seite des Samenstranges ungefähr einen Zentimeter daneben wieder nach außen tritt. Das mitgeführte Fadenende wird nun mit dem anderen verknotet und nach zwölf Tagen wieder gelöst.

Eine transkutane Ligatur des Samenstranges bzw. der Samenstranggefäße kann in ähnlicher Weise beim **Bullenkalb** erfolgen. Dazu umsticht man mit einer scharfen Unterbindungsnadel nach Dechamps nach Sedation des Tieres, chirurgischer Vorbereitung und sicherer Fixierung des Samenstranges diesen im Bereich des inneren Hodensackhalses. Dabei sollen die Ein- und Austrittsöffnung so dicht wie möglich nebeneinander liegen. Dann wird ein verzögert resorbierbarer Faden doppelt in das Öhr der Unterbindungsnadel gelegt und diese zurückgeführt. Dadurch wird der Faden innerhalb des Hodensackhalses auch doppelt um den Samenstrang gelegt. Infolge der damit möglichen zweifachen Verknotung der äußeren Fadenenden kann der Samenstrang dann doppelt unterbunden werden. Vorher erfolgte bereits ein kleiner Hautschnitt, um die Knoten versenken zu können. Abschließend wird die Wunde mit einem antibiotischen Spray versorgt.

Eine spürbare Erleichterung für das Tier ergibt sich, wenn nur der Gefäßanteil des Funiculus spermaticus unterbunden wird. Dieser kann durch Betasten des Samenstranges an der jeweils medialen Seite des Hodensackhalses lokalisiert werden, da er zwischen dem Musculus cremaster und dem mediastinalen Innenbandanteil verläuft.

Ein charakteristisches "Wegschnipsen" des Samenleiters mit den benachbarten Gefäßen zeigt die Stelle an, in die die Unterbindungsnadel nach Dechamps in der oben genannten Weise eingeführt wird, wobei der Hodensack insgesamt etwas gedreht werden muss.

3.2.2.2.4 Untersuchungsmethoden zur Feststellung des Behandlungserfolges

Eine Feststellung des Kastrationserfolges erfolgte einmal nach dem Testosterongehalt des Blutes unter GnRH-Einfluss etwa eine Woche nach der diathermischen Behandlung und zum anderen anhand der Hodenbeschaffenheit und den Hodengewichten nach der Schlachtung.

Dabei ist die Arteria testicularis dann erfolgreich verschlossen, wenn beim GnRH- Stimulationstest kein Testosteron im peripheren Blut nachweisbar ist.

Eine starke Verringerung des Hodengewichtes im Zusammenhang mit strukturellen Veränderungen im Hodeninnern kennzeichnet eine erfolgreich behandelte Gonade nach dem Schlachtbefund.

Im Rahmen des GnRH-Stimulationstestes wurde an den diathermischen Versuchs- und Kontrolltieren 2 - 12 Tage nach der Behandlung eine intramuskuläre GnRH-Injektion vorgenommen und eine Stunde später eine Blutprobe gewonnen, aus der dann für jedes Tier der Testosterongehalt bestimmt wurde.

Auch die mittels der Burdizzo-Methode kastrierten Tiere wurden 4 Wochen nach der Kastration dem GnRH- Stimulationstest unterzogen.

Eine Feststellung des Kastrationserfolges anhand der Hodenveränderungen erfolgte bei 49 diathermisch als auch bei einem mit der transkutanen Ligatur behandelten Tieren.

3.2.2.2.4.1 Gewinnung und Auswertung der Blutproben

Die Blutprobenentnahme mit einer sterilen Einmalkanüle erfolgte bei jedem Tier aus der Vena jugularis nach Reinigung und Desinfektion der Punktionsstelle. Im Anschluss daran wurden die gewonnenen Proben sofort in den Kühlschrank verbracht und am Abend des gleichen Tages zwanzig Minuten bei 2500 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert. Der so gewonnene Plasmaüberstand wurde in entsprechend gekennzeichnete Plastikröhrchen pipettiert und bei minus 20 Grad Celsius eingefroren. Die Untersuchungen der Proben erfolgten im Hormonlabor (Leiterin: Dr. Siegrid Krause) des damaligen Institutes für Veterinärmedizin der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock.

3.2.2.2.4.2 Hormonbestimmung

Die Bestimmung des Testosterons erfolgte mittels der Technik des Radioimmunoassay (RIA). Das Grundprinzip des RIA (KANITZ u. KANITZ, 1984) beruht auf der Konkurrenz zwischen radioaktiv markiertem und unmarkiertem Hormon hinsichtlich der spezifischen Bindung an einen gegen das Hormon gerichteten Antikörper. Dabei ist die Verdrängung des markierten Hormons proportional der Menge an zugeführten unmarkiertem Hormon.

Ein RIA besteht aus drei Komponenten:

1. einem hochspezifischen Antikörper (Antiserum)
2. dem markierten Antigen (Tracer)
3. dem Standard (nichtmarkiertes Antigen in definierten Mengen)

und einem geeigneten Trennverfahren, mit dem freies und gebundenes Antigen nach der Reaktion quantitativ getrennt werden können.

Die Testosteronbestimmungen wurden mit dem Testosteron- RIA von BYK Sangtec im Hormonlabor vorgenommen. Das Testbesteck arbeitet mit Jod-125-Tracer, mit Antiserum gegen Testosteron-3-CMO-RSA und mit Anionenaustauscherstreifen zur Trennung von freier und gebundener Aktivität. Das Testosteron wird nach Extraktion aus dem Serum ohne chromatographische Reinigung im gelösten Extraktückstand bestimmt (KLAAß,1998).

3.2.2.3 Versuchsablauf

Die diathermische Behandlung im Rahmen des Hauptversuches wurde an 115 Bullenkälbern im Alter von sechs Wochen aus einem Mutterkuhbestand vorgenommen. Zwei bis zwölf Tage nach Abschluss der diathermischen Behandlung wurden die Tiere einer klinischen Beurteilung mit palpatorischer Befunderhebung an den Hoden, einer intramuskulären GnRH-Injektion sowie einer damit verbundenen Bluttestosteronkontrolle unterzogen. Dabei beinhaltete die von kaudal durchgeführte Untersuchung die Palpation zur Bestimmung der Organgröße und Konsistenz von Hoden und Nebenhoden sowie eine Einschätzung der testikulären Dimensionen.

Beim GnRH- Stimulationstest wurden jedem Bullenkälb 250 µg GnRH (GnRH vet. „Berlin-Chemie“ 250 µg®) intramuskulär injiziert und nach 90-120 min eine Blutprobe entnommen, um daraus den Plasmatestosteronwert zu bestimmen.

Von zehn nicht behandelten Bullenkälbern wurden nach GnRH-Stimulation und Blutprobenentnahme aus der Vena jugularis die Testosteronwerte bestimmt und diese Tiere als Kontrolltiere genutzt.

Neun schwarzbunte Jungbullen wurden mittels der Burdizzo-Zange lege artis kastriert und nach einem GnRH- Stimulationstest in die Versuchsauswertung mit einbezogen.

Von 110 Schlachtbullen mit ähnlicher genetischer Herkunft und bzw. Alter wurden die Hodengewichte ermittelt und zum Vergleich herangezogen.

Bei der Schlachtung der Versuchstiere im Alter von etwa acht Monaten wurden Probewägungen von möglichst vielen behandelten Hoden vorgenommen und aufgelistet.

Vier Bullenkälber und ein Jungbulle wurden mit der transkutanen Ligatur behandelt.

Tabelle 3: Versuchsübersicht

Betrieb	Anzahl der Tiere	Versuchsbezeichnung
Betrieb A	9 schwarz- bunte Bullen	Burdizzo-Methode
Betrieb B	30 schwarz- bunte Bullen	Vorversuch
Betrieb C	10 Masthybrid-Bullenkälber	Kontrolltiere
Betrieb C	115 Masthybrid-Bullenkälber	Hauptversuch mit monopolarer Nadelelektrode
Betrieb C	115 Masthybrid-Bullenkälber 10 Kontrolltiere	GnRH-Stimulationstest
Schlachthof	49 Schlachtbullen	Ermittlung von Hodengewicht und Hodenbeschaffenheit
Praxisbetriebe (siehe Tabelle 9)	5 Bullen bzw. Bullenkälber	transkutane Ligatur

Um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch äußere Faktoren gering zu halten, wurden die Versuchsbedingungen möglichst einheitlich gestaltet. Bei allen Arbeitsschritten wurde auf ein sauberes und genaues Vorgehen geachtet.

3.2.2.3.1 Durchführung der diathermischen Operation unter den veränderten Bedingungen

Unmittelbar vor der Kastration des Bullenkalbes erfolgt nach Reinigung und Desinfektion des Hodensackhalses eine direkte Samenstranganästhesie. Dann erfasst der Operateur diesen mit der linken Hand und fixiert den Samenstrang etwa zwei Zentimeter oberhalb des Caput epididymidis. Die Neutralelektrode befindet sich zu diesem Zeitpunkt bereits auf der anderen Seite des Hodens. Durch Palpation innerhalb des Hodensackhalses wird der medial liegende Funiculus spermaticus vom Musculus cremaster getrennt und so fixiert. Dann wird die Haut des Hodensackes an der beschriebenen Stelle von der Nadelelektrode soweit durchstoßen, dass sich die nichtisolierte Spitze der Elektrode im Bereich des Funiculus spermaticus befindet. Durch Betätigen des Schalters am Handstück fließt dann ein Strom zu der auf der anderen Seite befindlichen Neutralelektrode. Dabei wird mittels der aktiven Elektrode versucht, durch kreisende Bewegungen den Plexus pampiniformis, insbesondere aber die Arteria testicularis zu koagulieren, ohne den Musculus cremaster zu schädigen. Mit dem Hoden der anderen Seite wird ebenso verfahren.

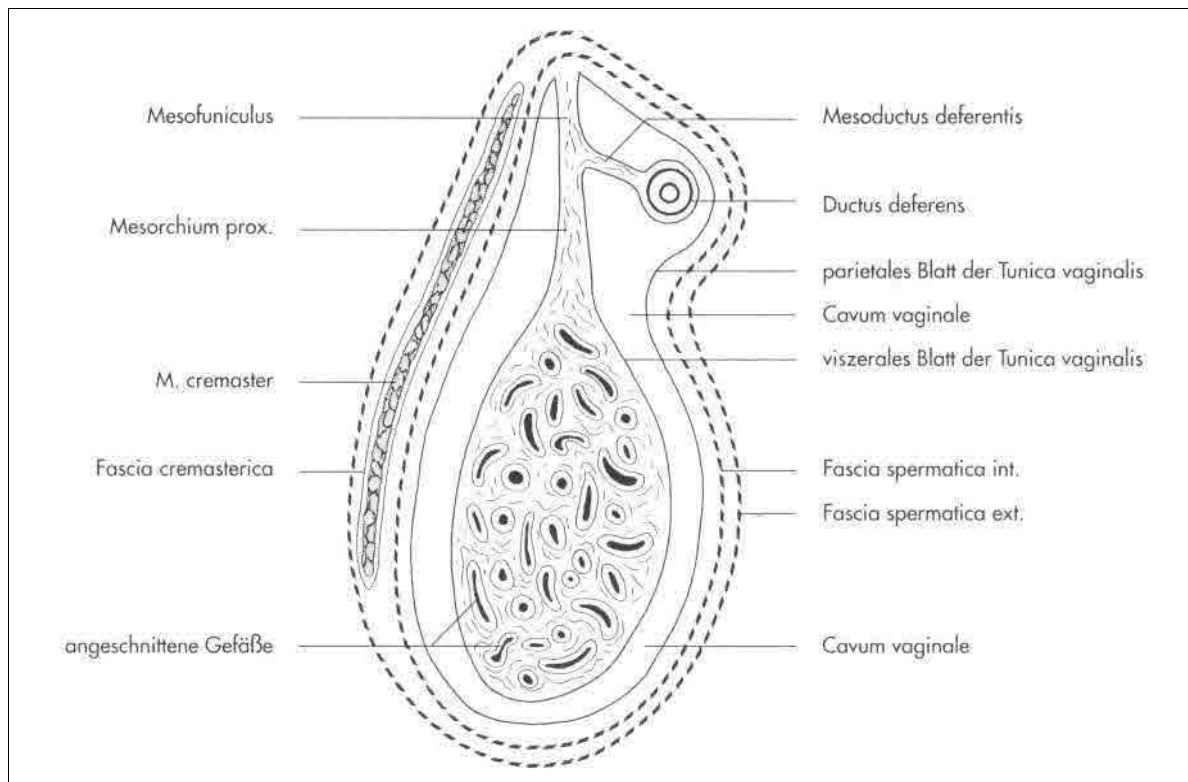


Abbildung 10: Schematische Darstellung eines transversalen Schnittes durch den flaschenhalsförmigen Teil des Hodensackhalses (KÖNIG, 1999)

Die Abbildung 10 zeigt einen Querschnitt durch den Bereich des Operationsgebietes und verdeutlicht im Vergleich mit Abbildung 2 schematisch die anatomischen Verhältnisse. Die diathermische Energie wirkt im Bereich der angeschnittenen Gefäße des Plexus pampiniformis bzw. der Arteria testicularis ein.

3.2.2.4 Biostatistische Bearbeitung

Die Datenerfassung und Aufbereitung sowie die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe eines Personalcomputers unter Nutzung von Microsoft- Office 98.

Die Stichproben wurden einer explorativen Datenanalyse im ehemaligen Institut für Veterinärmedizin der Agrarwissenschaftlichen Fakultät Rostock unter der Leitung von Professor Wolfgang Lange unterzogen.

Seitens der statistischen Auswertung erfolgte auch eine Beratung durch das Institut für Biometrie des Fachbereiches Veterinärmedizin der FU Berlin, deren Ergebnisse in die Arbeit einfließen.

Mittelwerte, Standardabweichungen, Konfidenzintervalle und Toleranzgrenzen sowie prozentuale Anteile wurden für Tabellen und graphische Darstellungen in Form von Säulendiagrammen verwendet. Im Falle geringer Stichprobenumfänge wurden parameterfreie Tests, wie nach Mann und Withney angewendet (HOLMAN, 1970; WEBER, 1972; WILLER, 1982).

Die konkreten Einzelwerte aller Tiere bzw. aller Versuche sowie die vorgegebenen statistischen Bewertungen werden ausführlich im Anhang dargestellt (Anhangstabelle 1 und 2).

3.3 Untersuchungsergebnisse

3.3.1 Ergebnisse des Vorversuches

Zuerst wurde eine mit fünf Nadelelektroden besetzte Zange verwendet, die den Hodensackhals vollständig umschloss. Dabei waren die vier jeweils an den Ecken und eine in der Mitte der Zange liegenden Elektroden bipolar als Injektionskanülen ausgebildet. Beim Zangenschluss sollte die Lage des Musculus cremaster mit den medial gelegenen Gefäßanteilen des Samenstrangs durch die Nadelelektroden eindeutig festgelegt und vor dem Wegrutschen gesichert werden. Bei der Energiezufuhr könnte dann durch den Stromfluss zwischen den Elektroden entsprechend dem Feldlinienverlauf eine umfassende diathermische Schädigung des gesamten Gebietes, insbesondere aber der Arteria testicularis erreicht werden.

Am geeignetsten erwies sich ein monopolarer System mit einer Nadelelektrode und einer großflächig ausgebildeten Neutralelektrode zur möglichen Kastration von Bullenkälbern. Punktverbrennungen an der Eintrittsstelle durch die äußere Haut wurden durch eine Teflonbeschichtung von Zweidritteln der Nadellänge behoben, so dass an der Nadelspitze etwa drei Millimeter unbeschichtet blieben. Der monopolare Stromfluss erfolgte über die Nadelelektrode zur Hand des Operateurs, die mit einem handelsüblichen Kettenhandschuh aus der Fleischverarbeitung die Neutralelektrode bildete. Auch mit einer Arterienklemme nach Pean, einer Klemmelektrode (Abbildungen 8 und 9) oder einer mit Gummi ummantelten Flächenelektrode wurde versucht, den Koagulationserfolg in Abhängigkeit von Leistung und Einwirkzeit zu optimieren.

Als Kriterium für das Verödungsmaß der jeweiligen Energiemenge wurde ein Stück Muskelfleisch dem sogenannten „Rindfleischttest“ unterzogen. Dabei ergab sich nach fünf Sekunden Diathermieflusszeit eine sechs Millimeter große, kreisförmige Koagulation, die sich mit zunehmender Dauer nicht mehr vergrößerte.

Durch den Generator des Diathermiegerätes ließ sich die Leistung problemlos den Gewebeverhältnissen anpassen. Ab einer bestimmten Einwirkzeit konnte aber infolge des Verklebungs- und Karbonisierungseffektes keine Koagulation mehr nachgewiesen werden.

3.3.1.1 Entwicklung des Instrumentariums

Zu einem für diesen Zweck entwickelten Operationsbesteck gehören der Generator, das Handstück mit Schalter und Nadelelektrode sowie eine Neutralelektrode. Abbildung 8 veranschaulicht außerdem, dass der Generator mit dem Handstück verbunden ist. Vom Handstück wiederum geht eine Verbindung zur Nadelelektrode und eine Verbindung zur Neutralelektrode. Durch Betätigen des Schalters am Handstück fließt ein Koagulationsstrom vom Generator über die Nadelelektrode und das dazwischenliegende Gewebe zur Neutralelektrode. Dabei kann die Leistung über einen Einstellknopf am Generator und die Einwirkzeit über einen Schalter am Handstück geregelt werden. Die teflonbeschichteten Nadelelektroden sollen dabei Gewebeverbrennungen der Haut verhindern. Die nicht beschichtete Nadelelektroden spitze koaguliert entsprechend der Versuchsanordnung die Gefäße im Plexus pampiniformis.

Zur Anwendung kam ein hochfrequenter Strom (ca. 400 kHz), der über eine differente Elektrode einen Wärmeeffekt schalenförmig um die Elektrodenspitze bewirkt. Durch die Nutzung eines geglätteten, gefilterten Sinusstroms mit schwachgipfliger Anpassung an ca. 100 Ohm Außenwiderstand lässt sich allerdings nur nach sauberer Präparation ein zuverlässiger Gefäßverschluss erreichen, der dem erhöhten intravasalen Druck auch standhält. Dabei darf es keine punktförmige Gefäßkoagulation geben, sondern das Gefäß muss auf einer Länge von 2-4 mm koaguliert werden. Infolgedessen soll in kurzer Zeit eine ausreichende Wärmemenge zur Koagulation erzeugt und so die Wärmeleitung in die Peripherie des Koagulationsherdes gering gehalten und die Ausdehnung begrenzt werden.

3.3.2 Ergebnisse des Hauptversuches

3.3.2.1 Operationsversuche zum diathermischen Verschluss der Arteria testicularis

Im Rahmen dieser Versuchsanordnung wurden 115 gleichaltrige Bullenkälber diathermisch behandelt. Dabei wurden die oben beschriebenen monopolen Nadel- und Neutralelektroden mit einer Stromflussdauer von etwa fünf Sekunden bei einer Generatorleistung von 150 W verwendet. Von diesen Tieren konnten zwei nicht ausgewertet werden, so dass in die Versuchsauswertung 113 Bullenkälber einbezogen worden sind.

Zur Feststellung des Operationserfolges wurde etwa eine Woche nach der Behandlung bei allen Kälbern ein GnRH-Stimulationstest durchgeführt, um die Mobilisierbarkeit von Testosteron zu bestimmen.

In der Anhangstabelle 1 erfolgt für jedes Tier die Darstellung der Ergebnisse des GnRH-Stimulationstestes sowie des bei der Schlachtung erkennbaren Kastrationseffektes.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse bei den erfolgreich diathermisch behandelten Hoden zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Hormonelle Befunde und Kastrationseffekte bei ausgewählten diathermisch behandelten Tieren

Lfd. Nr.	Ohrmarke	Hoden li. in g	Hoden re. in g	Testosteron (nmol/l)	Kastrationseffekt
1	173871	19,1	29,4	0,00	beidseitig
2	173984	17,9	23,8	0,00	beidseitig
3	173981	9,9	27,3	0,00	beidseitig
4	173912	13,5	12,3	0,00	beidseitig
5	173927	57,4	57,6	0,00	beidseitig
6	189492	13,5	12,3	0,15	beidseitig
7	189517	52,3	49,9	0,00	beidseitig
8	173873	155,7	36,8	0,42	rechts
9	174000	184,0	10,1	0,16	rechts
10	173909	208,0	16,7	0,56	rechts
11	173915	121,0	10,0	0,00	rechts
12	173914	210,0	24,5	0,98	rechts
13	173908	184,5	7,5	0,59	rechts
14	173943	91,7	12,7	0,00	rechts
15	173932	201,3	21,5	1,05	rechts
16	173904	163,7	8,6	0,00	rechts
17	173974	160,5	12,2	0,00	rechts
18	189325	156,0	43,8	0,82	rechts
19	189504	168,7	26,8	0,00	rechts
20	189491	172,1	9,0	0,00	rechts
21	189522	106,7	18,8	0,00	rechts
22	173919	38,4	58,9	0,28	links
23	189526	12,0	102,0	0,46	links
24	188925	16,1	184,2	0,98	links
25	188928	19,8	190,8	0,38	links

Anmerkung: li in g - links in Gramm; re in g – rechts in Gramm.

Am Beispiel des Bullenkalbes mit der Ohrnummer 173915 (laufende Nummer 11 in der Tabelle 4) soll der Versuchsablauf erläutert werden:

Bei diesem Bullenkalb wurde eine Woche nach der diathermischen Behandlung mittels einer GnRH-Injektion eine Kontrolle des Kastrationseffektes durchgeführt. Dabei konnte kein Testosteron im peripheren Blut nachgewiesen werden. Das deutet auf einen erfolgreichen Verschluss der Arteria testicularis hin. Bei der Schlachtung des gleichen Tieres sieben Monate später ergibt sich ein großer Gewichtsunterschied zwischen dem linken und dem rechten

Hoden. Mit 10g ist das Gewicht des rechten Hodens nicht altersgerecht und beträgt nur einen Bruchteil des Gewichtes des linken Hodens.

Die Ergebnisse aus diesem Hauptversuch lassen sich in folgender Weise zusammenfassen:

- Bei der diathermischen Behandlung konnten bei zwei Tieren Funkenentladungen festgestellt werden; eines dieser Tiere wies an der betreffenden Einstichstelle eine Hautverletzung auf.
- Übereinstimmend wurde der Eingriff von allen Tieren relativ gut vertragen. Das Wohlbefinden erschien nur wenige Stunden gestört. Während der Befunderhebung an den Hoden im Rahmen des GnRH-Stimulationstestes ergaben sich zwölf Tage nach der diathermischen Behandlung neben zum Teil frei beweglichen und normal großen Hoden auch einseitig oder beidseitig Hodenverkleinerungen im Zusammenhang mit Verhärtungen des Samenstranges an der operierten Stelle. Wenn die Hodenpalpation erst wenige Tage nach der diathermischen Behandlung erfolgte, war dieser Effekt nicht so deutlich.

Bei der Palpation im Rahmen einer klinischen Verlaufskontrolle etwa drei Monate nach der diathermischen Behandlung ergaben sich bei drei Tieren kleine, derbe und zum Teil angeschwollene Hoden. Dieser Befund konnte später auch an Hand der Hodengewichte bestätigt werden.

Bei der Beobachtung über einen längeren Zeitraum konnte bei einigen Tieren auch die Herausbildung des oxsenartigen Verhaltens beobachtet werden.

- Der durchschnittliche Testosteron Gehalt nach GnRH-Stimulation im Blut der Kontrolltiere beträgt 0,21 nmol/l (s. Tabelle 8).
- Bezugnehmend auf die Testosteronwerte der Kontrolltiere lassen sich folgende Bewertungen der Versuchstiere vornehmen:
 - 59 Tiere mit einem Testosteron Gehalt von 0,00 nmol/l;
 - 22 Tiere mit einem Testosteron Gehalt bis 0,21 nmol/l;
 - 32 Tiere mit einem Testosteron Gehalt über 0,21 nmol/l.

Von den behandelten Bullenkälbern können bei 49 Tieren anlässlich der Schlachtung weitere Kontrolluntersuchungen vorgenommen werden. Die detaillierte Auswertung enthält der nachfolgende Ergebnisabschnitt 3.3.2.2.

3.3.2.2 Kastrationseffekt bei den untersuchten Bullen nach der diathermischen Behandlung

Bei 49 von 113 Tieren können die Hoden sieben Monate nach der diathermischen Kastration beurteilt und die Hodengewichte ermittelt werden.

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, weisen nur sieben Tiere (14,3 %) einen beidseitigen Kastrationseffekt auf. Ein einseitiger Kastrationseffekt konnte bei achtzehn Bullen (36,7 %) nachgewiesen werden.

Bei den Hoden der restlichen 24 behandelten Bullen konnte bei der Schlachtung kein Effekt beobachtet werden.

Tabelle 5: Kastrationseffekte bei den 49 untersuchten Bullen

Kastrationseffekt	Anzahl (n)	Anteil in %
Beidseitiger Effekt	7 Bullen	14,3
Einseitiger Effekt	18 Bullen	36,7
Kein Effekt	24 Bullen	49,0

Ein Kastrationseffekt infolge Ischämie der Arteria testicularis konnte insgesamt bei 32 Hoden erreicht werden. Diese Zahl ergibt sich aus den 14 Hoden der sieben beidseitig und den 18 Hoden der einseitig erfolgreich behandelten Tiere.

Zusammenfassend kann man sagen, dass nur ein Drittel aller behandelten Hoden (32,6 %) nach diathermischer Behandlung einen ischämischen Infarkt und eine anämische Nekrose aufweist. Beispiele zeigen die Abbildungen 11-13.



Abbildung 11: Degenerierter rechter Hoden eines im Alter von sechs Wochen diathermisch behandelten Bullenkalbes sieben Monate nach der Behandlung

Abbildung 11 zeigt einen degenerierten rechten Hoden nach der diathermischen Verödung der Arteria testicularis und macht bestimmte Umbildungsprozesse deutlich. So ist eine Verkleinerung von Hoden und Nebenhoden deutlich erkennbar. Mit einem Gewicht von 12,3g besteht ein großer Unterschied zu einem normalgewichtigen Hoden eines Bullen gleichen Alters.

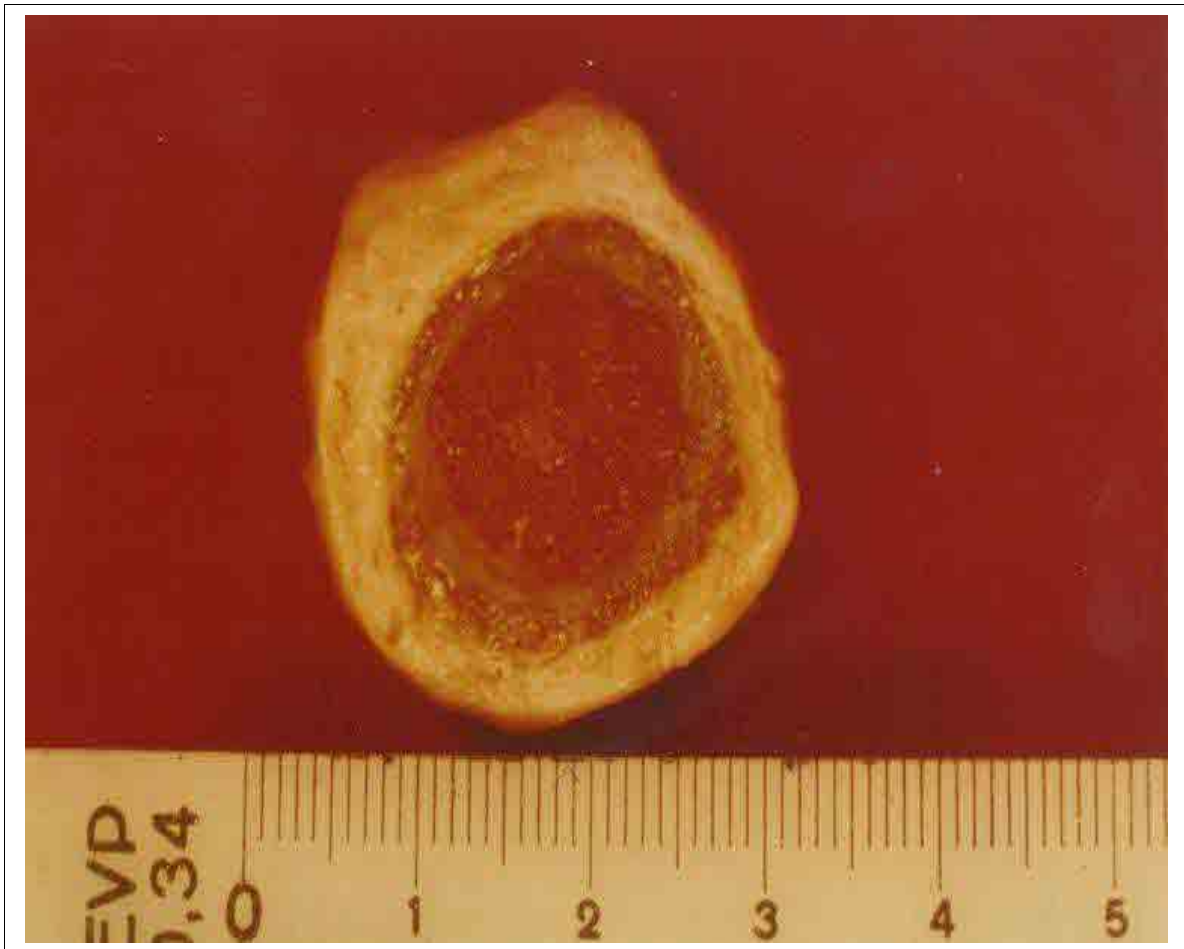


Abbildung 12: Querschnitt durch das geschrumpfte Hodenparenchym eines erfolgreich diathermisch behandelten Hodens sieben Monate nach der Behandlung

Die Abbildung 12 zeigt den Querschnitt eines diathermisch behandelten Hodens, bei dem durch den Verschluss der Arteria testicularis die Blutzufuhr unterbrochen wurde. Infolgedessen erleidet dieser Hoden einen ischämischen Infarkt und wird danach nekrotisch.

Die äußere Kapsel aus dickem weißen Bindegewebe (Tunica albuginea) tritt überproportional in Erscheinung.

Unter Umständen bleibt die Nekrose auf das Hodenparenchym begrenzt und weitet sich nicht auf den Nebenhoden aus. Einen solchen Fall zeigt Abbildung 13:



Abbildung 13: Degenerierter Hoden (Pfeil) eines 8 Monate alten Bullen (OM 189526) nach dem diathermischen Verschluss der Arteria testicularis im Alter von 6 Wochen mit altersgerecht entwickeltem Nebenhoden.

3.3.2.3 Auswertung der Hodenbeschaffenheit und Hodengewichte der Schlachtbullen nach diathermischer Behandlung

Von den 113 diathermisch behandelten Tieren konnten bei 49 Schlachtbullen sieben Monate später die Hodengewichte und die Hodenbeschaffenheit ermittelt werden.

Tabelle 6: Die durchschnittlichen Hodengewichte von 110 unbehandelten und von 49 diathermisch behandelten Bullenkälbern 7 Monate nach der Behandlung

Tiergruppen	Hoden (n)	Hodengewichte (g)		Ischämisch veränderte Hoden (g)	U - Test
		MW	+/- STABW		
1 - Unbehandelte Kontrolltiere (n - 110)	220	112,2	45,3		
		95% Konfidenzintervall des Mittelwerts: Untergrenze: 106,1 Obergrenze: 118,2 Toleranzgrenzen(95%): T _o : 201,1 T _u : 23,3			
2 -Schlachtbullen nach beidseitig erfolgreicher Behandlung	Linke und rechte Hoden (32)			24,5	15,8
					2-1: < 0,001
3 - Schlachtbullen mit rechten ischämischen Hoden (n - 14)	Linke Hoden, hyper- trophiert (14)	163,1	36,0		
					3-1: <0,001
4 - Schlachtbullen mit nach Be- handlung unveränderten Hoden (n - 24)	Linke, normale Hoden (24)	117,1	40,2		
					3-4: <0,001

Anmerkung: MW - Mittelwert; STABW – Standardabweichung.

Die Tabelle 6 zeigt, dass sich beim Vergleich der Hodengewichte von diathermisch behandelten Tieren mit unbehandelten Kontrolltieren gleichen Alters und gleichen Genotyps bei gleicher Haltungform je nach Behandlungserfolg unterschiedliche Hodengewichte ergeben.

Folgende Ergebnisse wurden festgestellt:

- Die durchschnittlichen Hodengewichte der ischämisch veränderten Hoden sind gegenüber den Hoden der Kontrolltiere signifikant verringert.
- Bei einer nur einseitig rechts erfolgreichen diathermischen Kastration hypertrophiert die linke erfolglos behandelte Gonade und erreicht im Mittel das höchste Gewicht (163,1g).
- Sowohl die ischämischen als auch die hypertrophierten linken Hoden unterscheiden sich in ihrem Gewicht von den linken normalen Hoden der unbehandelten Kontrolltiere signifikant. Das gilt ebenso für die Hodengewichte von den Tieren, bei denen nach der Behandlung kein Effekt festgestellt werden konnte.
- Auch die unterschiedlichen Gewichte von ischämisch veränderten Hoden gegenüber ihren Partnerhoden bei nur einseitig gelungener Kastration sind signifikant.

Tabelle 7 veranschaulicht noch einmal den großen Gewichtsunterschied zwischen ischämisch veränderten und den nicht erfolgreich diathermisch behandelten Hoden. Dabei schließt die Gruppe der linken bzw. rechten behandelten Hoden auch die hypertrophierten Hoden mit ein.

Tabelle 7: Auswirkungen der diathermischen Behandlung von Bullenkälbern auf ihre Hodengewichte nach 7 Monaten

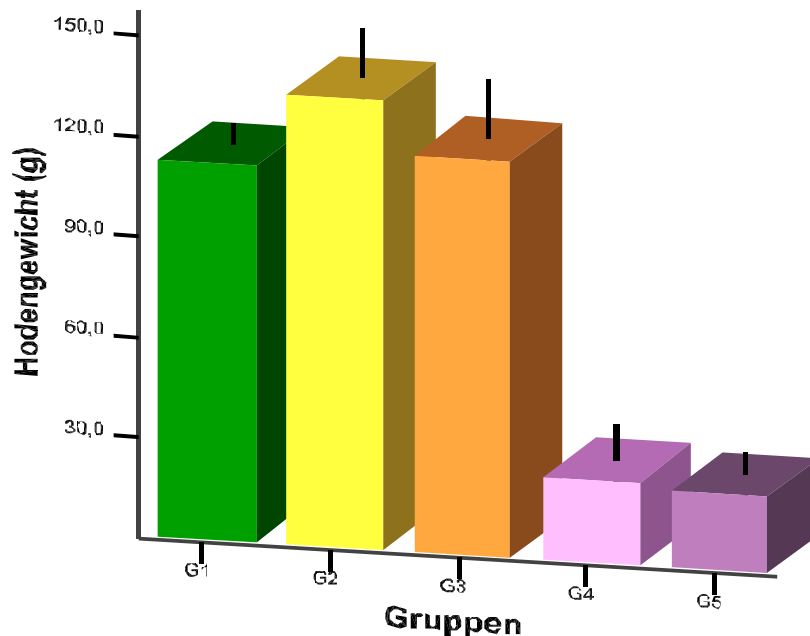
Tiergruppen	Hoden (n)	Hodengewichte (g)		Ischämisch veränderte Hoden	
		MW	+/- STABW	MW	+/- STABW
Linke Hoden von 49 Schlachtbullen	Linke behandelte Hoden (38)	134,1	44,4		
	Linke ischämische Hoden (11)			24,5	16,8
Rechte Hoden von Schlachtbullen	Rechte behandelte Hoden (28)	118,3	45,3		
	Rechte ischämische Hoden (21)			22,5	14,3
Schlachtbullen mit ischämischen Hoden	Linke und rechte Hoden (32)			24,5	15,8

Anmerkung: MW - Mittelwert; STABW - Standardabweichung.

Von den Hoden der 49 ausgewerteten Schlachtbullen waren elf linke und einundzwanzig rechte Hoden ischämisch verändert und wiesen im Mittel das geringste mittlere Gewicht auf (22,5-24,5g). Das Gewicht dieser 32 erfolgreich diathermisch behandelten Hoden ist wesentlich geringer als das von den Hoden, bei denen kein dauerhafter Gefäßverschluss erzielt werden konnte. So unterscheidet sich das Gewicht der ischämischen linken Hoden (24,5g) signifikant von dem der übrigen linken Hoden (134,1g). Mit den Gewichten der rechten Hoden verhält es sich ähnlich.

Die linken nicht ischämisch veränderten Hoden zeigen im Durchschnitt ein auffällig großes Gewicht von 134,1 g gegenüber 112,2 g ($p < 0,05$) bei den Kontrolltieren.

Hodengewichte von Schlachtbullen (Kontrolltieren) und von Bullen 7-8 Monate nach diathermischer Behandlung



Fehlervaluen zeigen 95,0% Konfidenzintervall(e) des Mittelwerts

- G1 - unbehandelte Hoden (n-220)
- G2 - linke Hoden behandelte Bullen (n-38)
- G3 - rechte Hoden behandelte Bullen (n-28)
- G4 - linke ischämische Hoden (n-11)
- G5 - rechte ischämische Hoden (n-21)

Abbildung 14: Vergleich der Hodengewichte von behandelten und unbehandelten Bullen

Die in Abbildung 14 zusammengefassten Ergebnisse veranschaulichen noch einmal graphisch, dass sich bei einer nur einseitig erfolgreichen Kastration (G2,G3) das Gewicht des verbliebenen Hodens so stark erhöht, dass es über dem von normalen Kontrolltieren liegt.

Außerdem besteht ein großer Gewichtsunterschied zwischen ischämischen und nicht erfolgreich diathermisch behandelten Hoden.

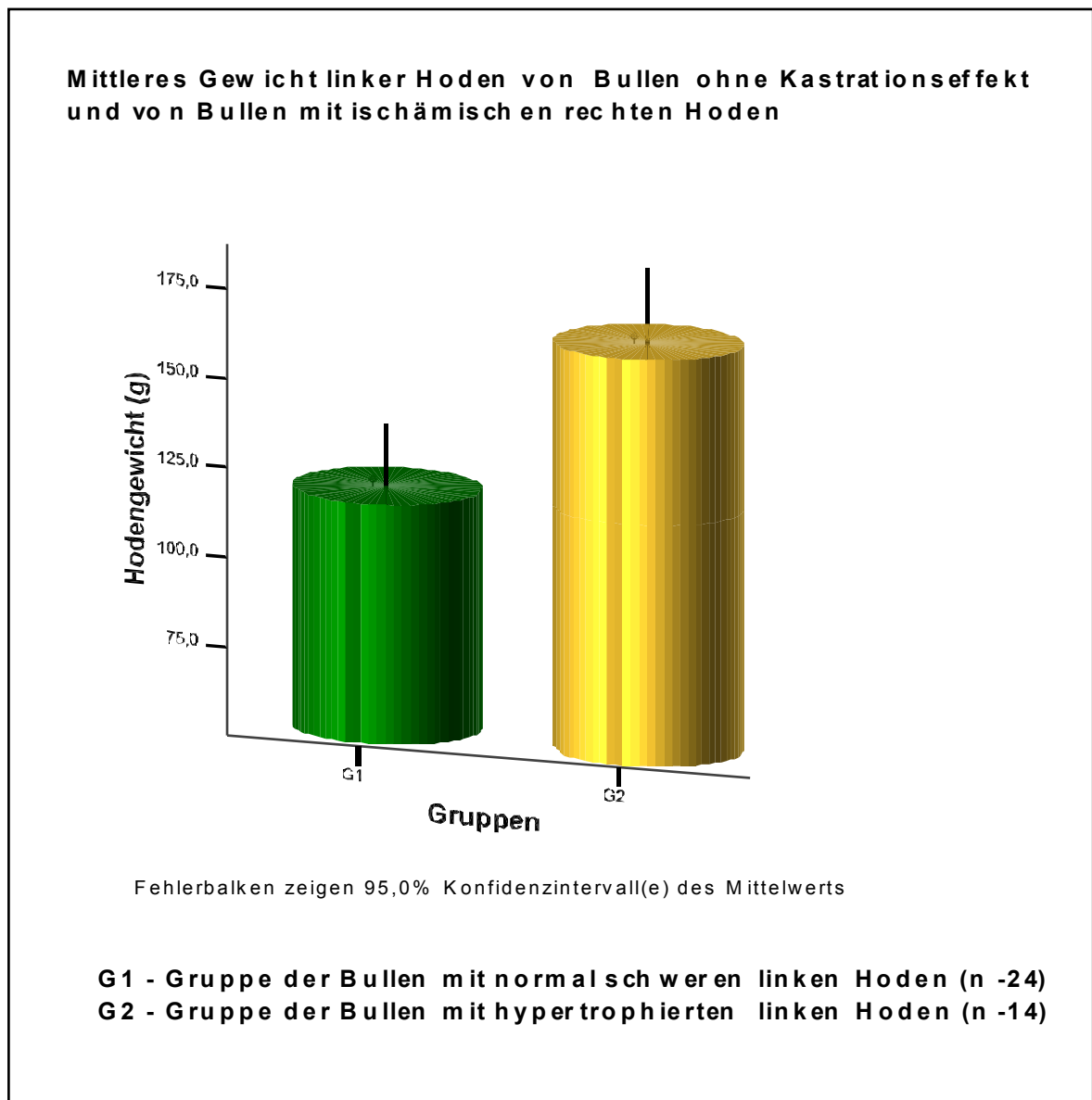


Abbildung 15: Vergleich der durchschnittlichen linken Hodengewichte von Tieren ohne Behandlungseffekt und von Tieren mit nur einseitig erfolgreicher Kastration

Aus Abbildung 15 geht hervor, dass zwischen normalen linken Hoden und durch Ischämie des rechten Hodens hypertrophierten linken Hoden ein großer Gewichtsunterschied besteht. Der einseitige Kastrationseffekt des rechten Hodens zieht eine Hypertrophie des linken Hodens nach sich ($p < 0,001$). Dabei ist das Gewicht des hypertrophierten linken Hodens auch signifikant größer als das der linken Hoden von den Kontrolltieren.

Besonders deutlich ist ein Gewichtsunterschied und damit ein Kastrationseffekt der ischämisch veränderten im Vergleich zu den Hoden der unbehandelten Tiere. Mit durchschnittlich 24,5 g ist das Gewicht der ischämisch veränderten Hoden etwa viermal geringer als das der Hoden von den Kontrolltieren.

Wie aus der Abbildung 16 ersichtlich ist, besteht rein adspektorisch ein enormer Größenunterschied zwischen dem linken und rechten Hoden des Bullen mit der Ohrmarkennummer 13001 173915. Bei der palpatorischen Befunderhebung war vor der Schlachtung schon eine Hodenverkleinerung erkennbar, was sich dann im makroskopischen Schlachtbefund so darstellte:

Mit einer Masse von 10 Gramm erschien der rechte Hoden sehr klein; die Scheidenhaut war derb, fest am Hoden ansitzend und damit schwer lösbar. Entlang der Tunica albuginea zeigte sich ein zentimeterbreiter, grünlich schimmernder Saum. Aufgeschnitten ist eine leberähnliche, aber mehr körnige Konsistenz des Hodeninneren sichtbar.

Der Samenstrang war fünf Zentimeter proximal des Nebenhodenkopfes nekrotisch verändert. Der linke, normal große Hoden war mit einer Masse von 121 Gramm altersgerecht.



Abbildung 16: Vergleich des degenerierten rechten Hodens (10 g) mit dem normal großen linken Hoden (121 g) des Bullen mit der OM 173915, der mit sechs Wochen diathermisch kastriert und nach etwa sieben Monaten geschlachtet wurde.

3.3.2.4. Beurteilung der diathermischen Behandlung nach den Ergebnissen der Testosteronbestimmungen

Bei 113 Bullenkälbern wurden zwei bis zwölf Tage nach der diathermischen Behandlung je 250 µg GnRH (GnRH vet. „Berlin- Chemie“ 250 µg ®) intramuskulär appliziert, um die Mobilisierbarkeit von Testosteron und damit den Behandlungserfolg bestimmen zu können. Auch die zehn Kontrolltiere wurden diesem Stimulationstest unterzogen.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die klinisch feststellbare Wirkung an den Hoden bei der Mehrzahl der Versuchstiere deutlich erkennbar war.

So geht aus Tabelle 8 und Abbildung 17 hervor, dass offensichtlich bei mehr als der Hälfte (52,2%) der 113 diathermisch behandelten Tiere ein Gefäßverschluss bei beiden Hoden erreicht werden konnte, da kein altersgerecht typischer Testosteron Gehalt nach GnRH-Stimulation aufgetreten war.

Tabelle 8: Durchschnittswerte der Testosteronbestimmungen bei den Kontroll- und Versuchstieren

Versuchsgruppen	Bullenkälber (Anzahl)	Testosteron Gehalt im Blut (nmol/l)	Behandlungs- ergebnis	Anteil (%)	U- Test
		MW +/- STABW			
1 – Kontrolltiere	10	0,21 +/- 0,13			
2 - Kastration, Burdizzo- Zange*	10	(< 0,1=0) 0	erfolgreich		
3 - Diathermie- Behandlung	59	(< 0,1=0) 0	erfolgreich	52,2	
4 - Diathermie- Behandlung	54	0,36 +/- 0,29	nicht erfolgreich	47,8	1 – 4: < 0,05

Anmerkung: MW - Mittelwert; STABW - Standardabweichung.

* Schwarzbunte Jungbullen, 8 Monate alt,
nicht veröffentlichte Ergebnisse (Lange, Slucka, Krause, Mai 1991).

Bei den 54 erfolglos diathermisch behandelten Bullenkälbern (47,8 %) wurden im Vergleich mit den Kontrolltieren wesentlich höhere Testosteronwerte ermittelt ($p < 0,05$). Ähnlich wie bei der Kastration mit der Burdizzo-Zange ist bei erfolgreicher diathermischer Kastration kein Testosteron im peripheren Blut nachweisbar (Abbildung 17).

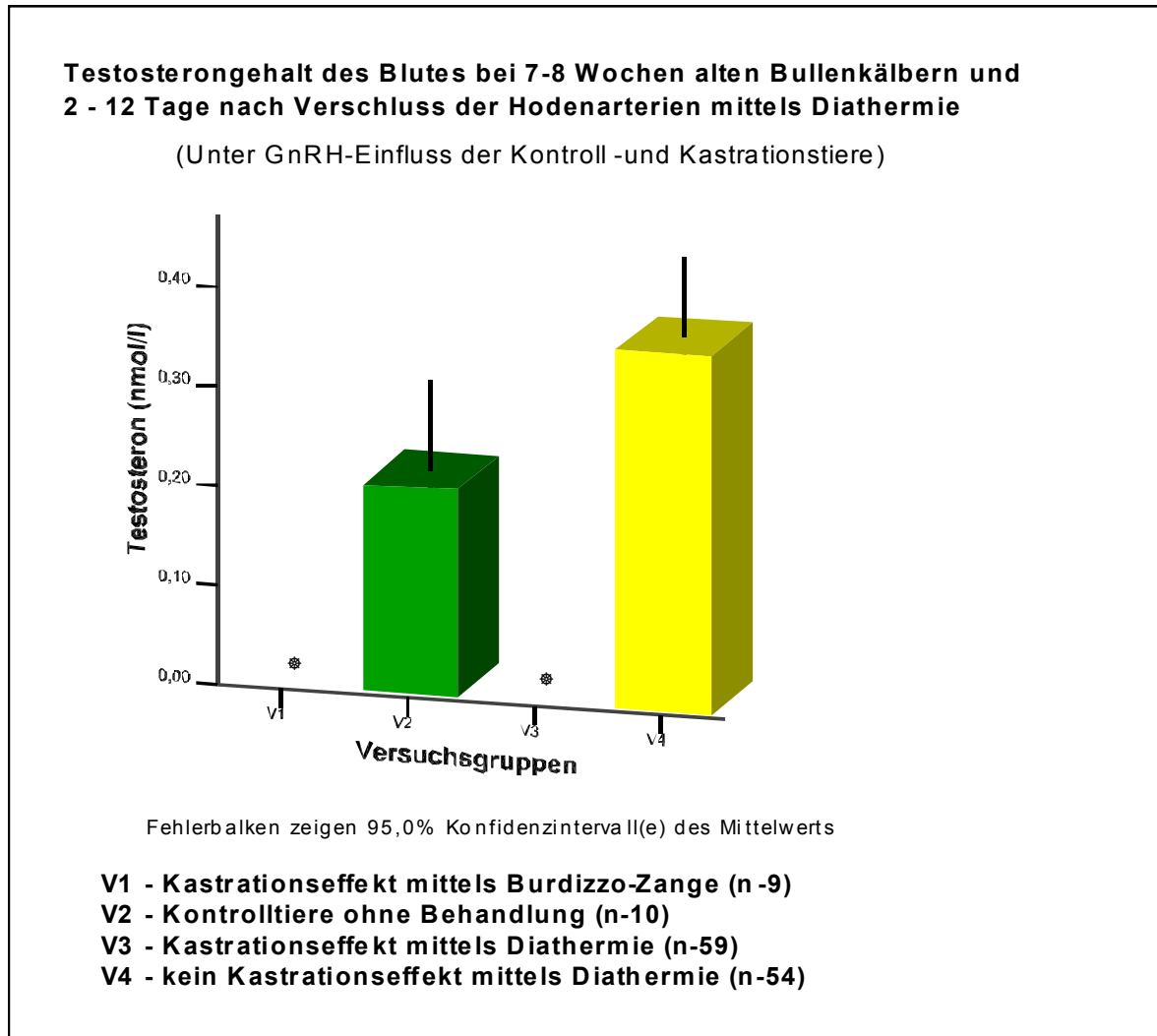


Abbildung 17:Kastrationseffekt nach dem Testosteron Gehalt des Blutes bei diathermisch und mit der Burdizzo-Methode behandelten Bullenkälbern

Wie Abbildung 17 zeigt, wiesen die Tiere ohne Gefäßverschluss nach der diathermischen Behandlung ein wesentlich höheres Testosteronniveau nach der GnRH-Stimulation auf. In diesem Fall erhöht sich die Hormonkonzentration des Blutes bei den Tieren ohne sichtbaren Kastrationseffekt im Vergleich zu den Kontrolltieren um über 60 Prozent ($p < 0,05$).

Die Kastrationseffekte nach dem Testosterongehalt des Blutes und den Befunden an Schlachtbullen veranschaulichen Tabelle 9 und Abbildung 18.

**Tabelle 9: Kastrationseffekte nach dem Testosterongehalt des Blutes unter GnRH-
Einfluss 7 Tage nach der diathermischen Behandlung und nach Befunden
an Schlachtbullen 7 Monate nach der Blutentnahme**

Tiergruppen	Anzahl (n)	Testosteron (nmol/l)		U-Test
		MW	+/- STABW	
1 Kontrolltiere	10	0,21 0,13		
2 Kastrationseffekt beidseitig	7	0	(<0,1=0)	2-1: < 0,001 2-3: < 0,05 2-4: < 0,001
3 Kastrationseffekt einseitig	18	0,37	0,39	3-4: < 0,56
4 Kein Kastrationseffekt	24	0,34	0,33	

Anmerkung: MW - Mittelwert; STABW - Standardabweichung.

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich ist, bewegen sich die durchschnittlichen Testosteronwerte bei Kälbern der gleichen Altersgruppe auf einem niedrigem Niveau. Nach der Verabreichung von GnRH erhöhen sie sich von 0,21 nmol/l bei den Kontrolltieren auf 0,34 nmol/l bei den Tieren ohne bzw. auf 0,37 nmol/l bei den Tieren mit einseitigem Kastrationseffekt.

Der Testosterongehalt des Blutes von Tieren mit einseitigem Kastrationseffekt unterscheidet sich signifikant vom Hormongehalt der beidseitig erfolgreich kastrierten Tiere.

Der mittlere Testosterongehalt bei diesen Tieren liegt mit 0,37 nmol/l auf dem höchsten Niveau und übersteigt die Testosteronkonzentration von den Tieren, bei denen kein Effekt vorliegt, nur unwesentlich ($p < 0,56$).

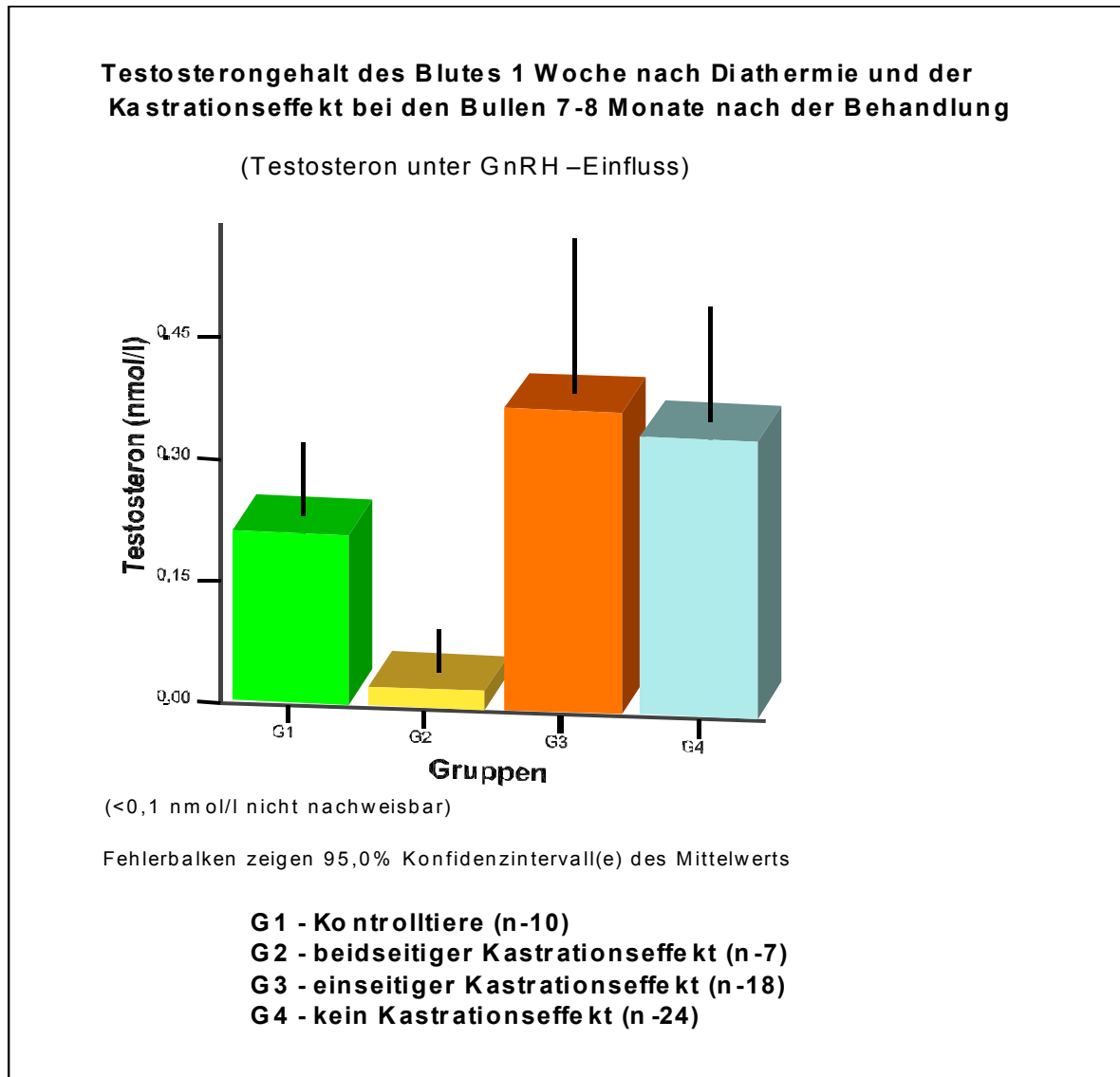
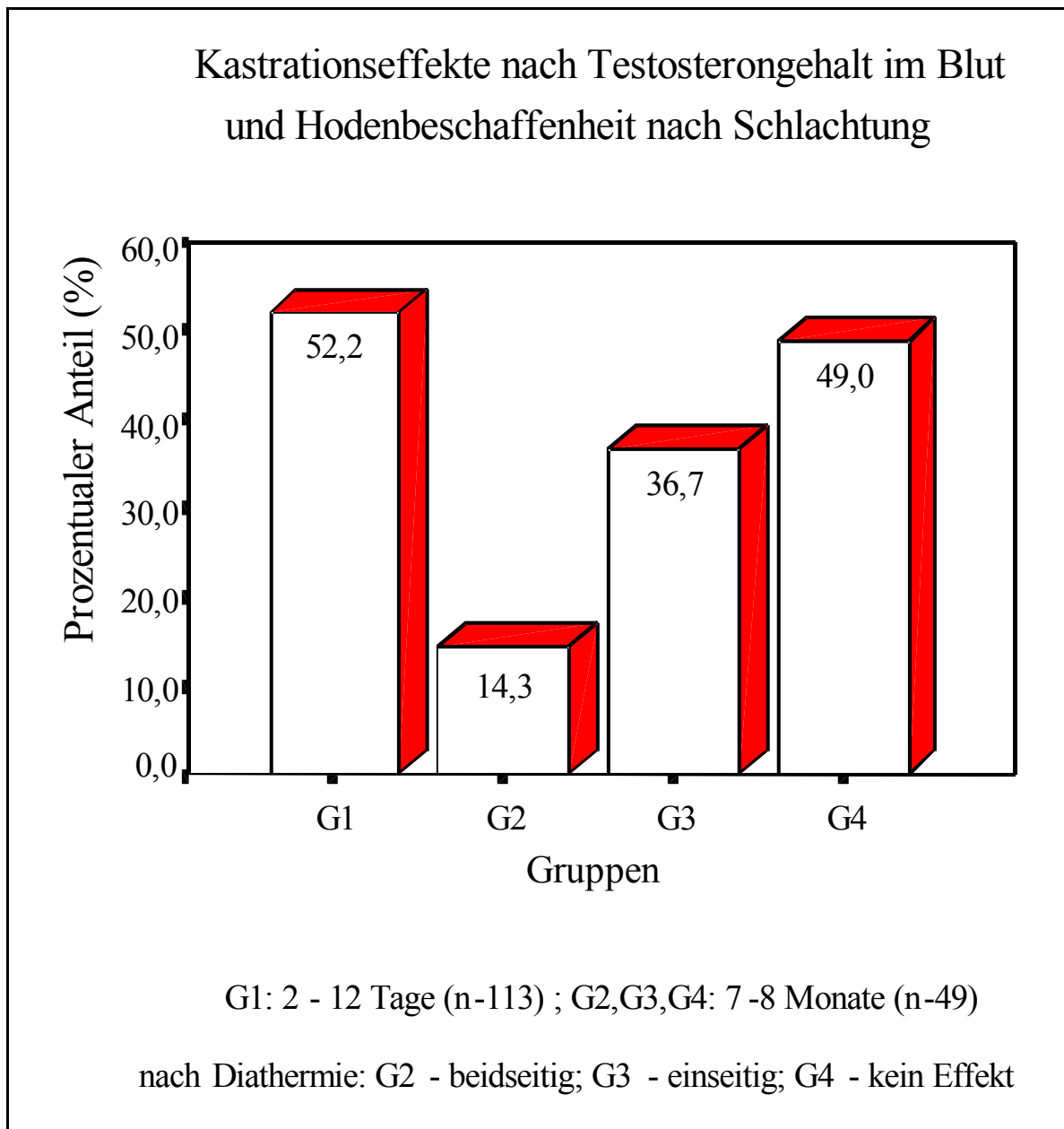


Abbildung 18: Kastrationseffekte nach dem Testosterongehalt des Blutes eine Woche nach der diathermischen Behandlung und nach den Befunden an Schlachtbullen

Abbildung 18 verdeutlicht noch einmal graphisch, dass bei einer nur einseitig erfolgreichen diathermischen Kastration der hypertrophe Hoden die Testosteronproduktion übernimmt und mehr Hormone bildet als bei Tieren ohne Kastrationseffekt.

Bei den Tieren mit beidseitigem Kastrationseffekt liegt der Testosterongehalt auf dem niedrigsten Niveau.

Die Übersicht in Abbildung 19 veranschaulicht noch einmal die Zusammenhänge:



Von 113 diathermisch behandelten Bullenkälbern gelang bei 59 Tieren (52,2 %; G1) zum Zeitpunkt der Operation ein Verschluss der Arteria testicularis. Hier konnte nach etwa einer Woche kein Testosteron im peripheren Blut nachgewiesen werden.

Bei der Schlachtung von 49 Tieren der 113 Tiere sieben Monate später wurde anhand der Hodenbeschaffenheit bei 14,3 Prozent ein beidseitiger und bei 36,7 Prozent ein einseitiger Kastrationseffekt festgestellt. Bei vierundzwanzig Bullen (49 %) konnte kein Effekt nachgewiesen werden.

Grundsätzlich ist zu erkennen, dass Tiere, bei denen das Hodengewicht beidseitig stark reduziert wurde, auch ein stark verringertes Testosteronniveau nach GnRH- Injektion haben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass entsprechend dem Testosterongehalt des peripheren Blutes nach dem GnRH-Stimulationstest bei über der Hälfte der diathermisch behandelten Bullenkälber nach der Operation ein Gefäßverschluss erreicht werden konnte. Anhand der Hodenveränderungen und -beschaffenheit konnten bei der Schlachtung nur bei 7 Tieren eine beidseitige und bei 18 Tieren eine einseitige Kastration nachgewiesen werden. Der Widerspruch zwischen der anfänglichen positiven Vorbeurteilung (52,2 % der Bullenkälber) und den letztendlich nur 32 erfolgreich diathermisch verschlossenen Hodengefäßen soll in der Diskussion weiter besprochen werden.

3.3.2.5 Beurteilung der Ergebnisse der Burdizzo-Methode

In einer besonderen Versuchsreihe wurden neun acht Monate alte Jungbullen mit Hilfe der Burdizzo-Methode kastriert und der Testosterongehalt des Blutes verfolgt.

Den Kastrationserfolg mit der Burdizzo-Methode zeigt Tabelle 10 recht eindeutig.

Tabelle 10: Testosterongehalt des peripheren Blutes (nmol/l) nach der Kastration von Jungbullen mit Hilfe der Burdizzo-Zange

Ohr Nr.	1 Woche p.op.	2 Wochen p.op.	4 Wochen p.op./GnRH
44128	-	-	<0,1
81986	-	0,6	<0,1
81975	<0,1	-	<0,1
64483	-	<0,1	<0,1
72087	<0,1	<0,1	<0,1
775	<0,1	<0,1	<0,1
47744	-	<0,1	<0,1
77650	<0,1	-	-
69306	<0,1	-	<0,1

Anmerkung: p.op. -post operationem.

Bei einem GnRH-Stimulationsversuch mit den nach der Methode von Burdizzo kastrierten Bullen konnte vier Wochen nach der Verödungskastration kein Testosteron nachgewiesen werden. Damit bestätigten sich die bereits nach der ersten und zweiten Woche erhaltenen Befunde.

3.3.2.6 Ergebnisse der Untersuchungen zum Verschluss der Arteria testicularis mittels transkutaner Ligatur

Infolge der gleichzeitig durchführbaren Kastration und Enthornung von Bullenkälbern unter Sedation mit Xylazin (2%ig) ist es bei einer Dosierung von 1,5 ml/ 100 kg Körpermasse möglich, mit geringen Medikamentenkosten von etwa einem Euro eine belastbare Anästhesie mit ausreichender Relaxation zu erreichen.

Um eine größere Sicherheit des Kastrationserfolges zu erzielen und dieses auch zu dokumentieren, wurde in einem besonderen Versuch die Arteria testicularis offen unterbunden. Diese Ligierung führt ebenso wie die Burdizzo-Methode zur Degeneration des Hodens. Eine Operation unter Sichtkontrolle nach Präparation der Arteria testicularis bzw. des Plexus pampiniformis ist in Abbildung 20 dargestellt.



Abbildung 20: Ligatur der Arteria testicularis unter Sichtkontrolle

Nach Inzision im proximalen Bereich des Hodensackes wird der Samenstrang vorgelagert und der Gefäßanteil unter Umständen auch mit Samenleiter zweimal mit einem verzögert resorbierbaren Nahtmaterial unterbunden. Durch die Eröffnung des Hodensackes erscheint diese Methode nicht mehr minimal-invasiv und damit weniger tierverträglich.

Bei einer geringen Anzahl verschiedener Praxisbetriebe konnte mit den Besitzern abgesprochen werden, dass eine Hemiorchidektomie tierärztlich durchgeführt werden sollte. Die Landwirte versprachen sich dadurch eine Wachstumsverbesserung und eine Erhöhung der Fleischqualität. So wurde bei einem Jungbullen nach transkutaner Ligatur der Samenstranggefäße bei der Schlachtung drei Monate später die Hodenbeschaffenheit festgestellt und dokumentiert.

Tabelle 11: Praxisbetriebe zur Durchführung einer Kastration mit der transkutanen Ligatur

Besitzer/ Anzahl der Tiere	Alter	Effekt
Betrieb a 1 Bulle	8 Monate	Hodendegeneration
Betrieb b 1 Bullenkalb	4 Monate	
Betrieb b 1 Bullenkalb	1,5 Monate	
Betrieb c 2 Bullenkälber	1,5 Monate	

Abbildung 21-23: Vorgehensweise bei der transkutanen Ligatur der Samenstranggefäße (siehe auch Kapitel 3.2.2.2.3)

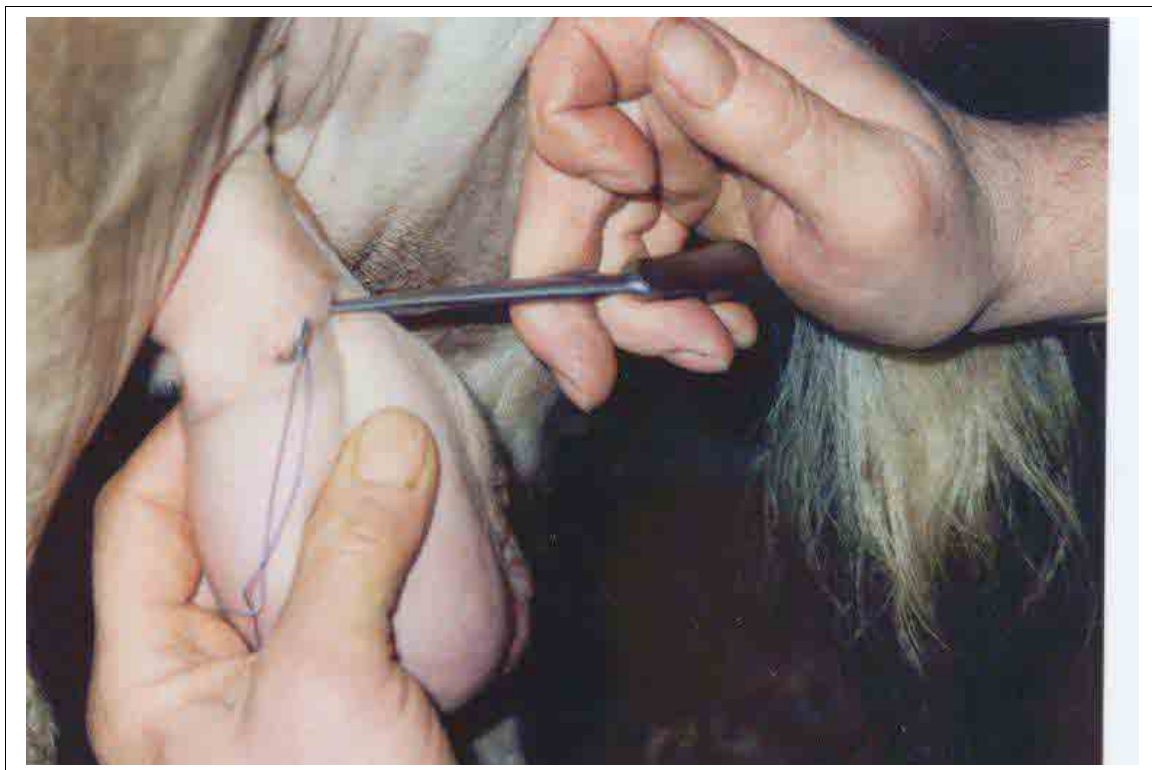


Abbildung 21:

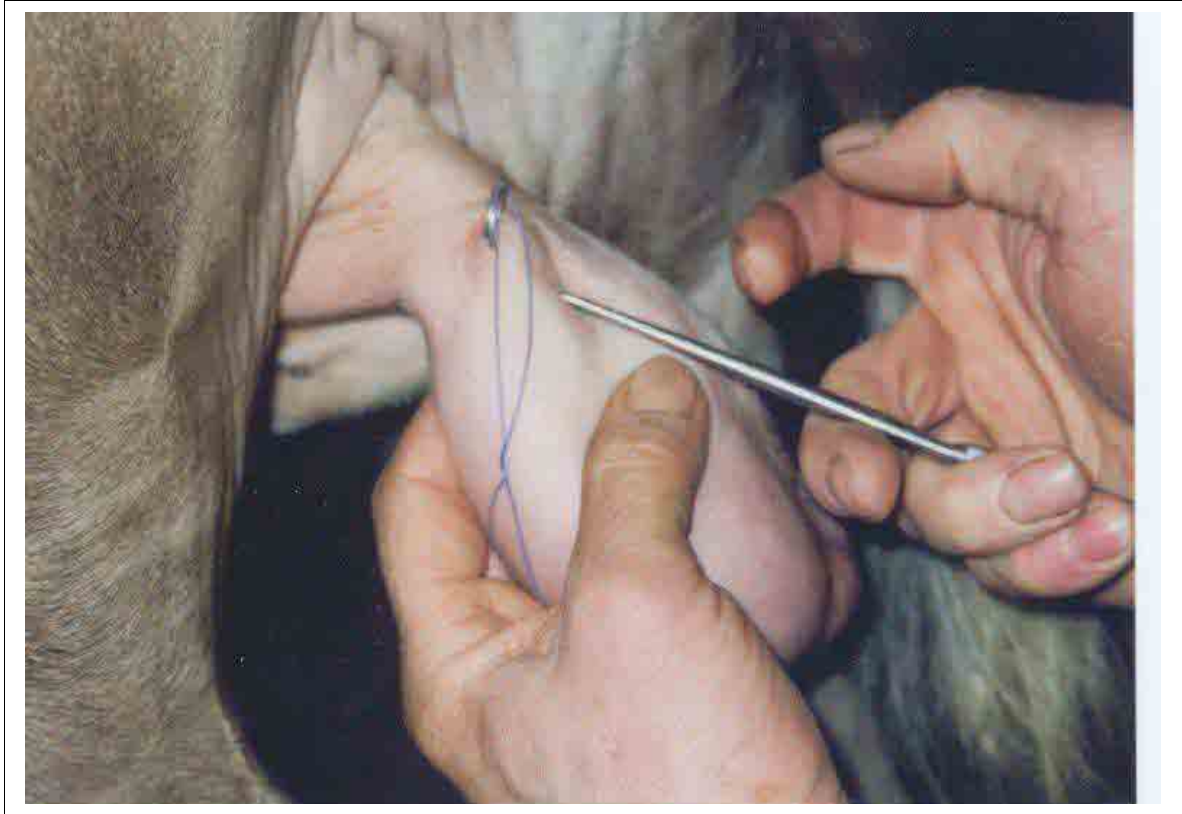


Abbildung 22:

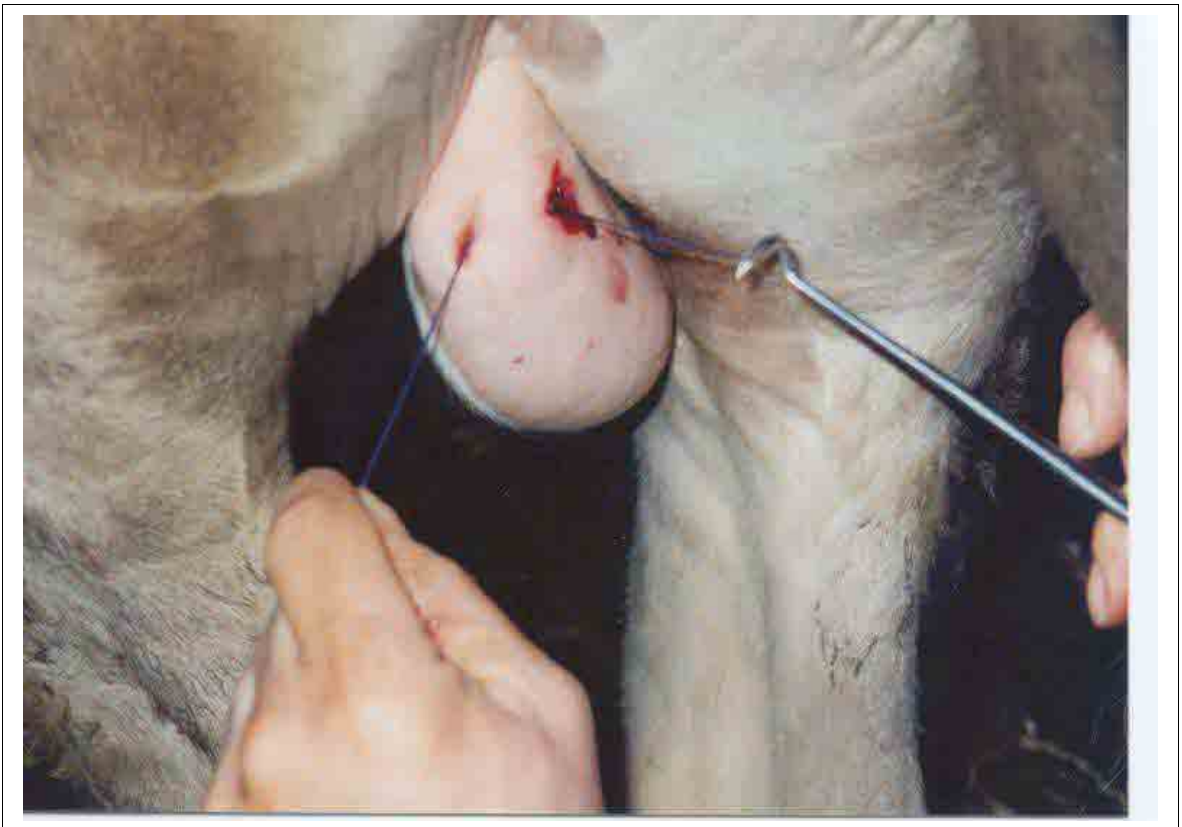


Abbildung 23:



Abbildung 24: Degenerierter Hoden im Vergleich mit einem normalen Hoden des gleichen Tieres nach transkutaner Ligatur

Entsprechend den Angaben zur Methode einer Kastration mittels einer transkutanen Ligatur der Samenstranggefäße zeigen die Abbildungen 21-23 die Vorgehensweise dazu.

Den stark verkleinerten, degenerierten Hoden drei Monate später zeigt Abbildung 24 verglichen mit einem normal großen Hoden desselben Tieres.