

3 Material und Methoden

3.1 Zielsetzung

Das Ziel dieser Studie war es herauszufinden, ob die Anwendung der Ultraschalltechnik geeignet ist, subklinische Endometritiden bei Milchrindern zu diagnostizieren. Außerdem sollte untersucht werden, welchen Effekt diese diagnostizierten subklinischen Endometritiden auf die Fruchtbarkeit der Tiere haben. Dies stand unter der Voraussetzung, dass die Methode der Ultraschalluntersuchung praktikabel und routinemäßig einsetzbar sein sollte.

Die in der Praxis üblichen Methoden der Endometritisdiagnostik, die rektale Untersuchung und die Vaginoskopie sind zu ungenau, um subklinisch erkrankte Tiere zu erkennen. Andere weiterführende Untersuchungen, wie Uterustupferprobe und Uterusbiopsie, sind für die Routinepraxis zu aufwendig und mit Risiken für die Gesundheit der Tiere verbunden.

3.2 Studienbetrieb

Bei dem Studienbetrieb handelte es sich um eine Milchviehanlage bei Bernau im Landkreis Barnim, Brandenburg. Auf dem Betrieb wurden durchschnittlich 760 Milchkühe gehalten, die aus den Rassen Holstein Frisian und Schwarzbuntes Milchrind gekreuzt waren.

Die Tiere wurden entsprechend ihres Laktationsstadiums bzw. Reproduktionsstatus in Gruppen eingeteilt. Die Tiere wurden in Laufställen mit Spaltenboden und Liegeboxen, die mit Gummimatten ausgelegt waren, gehalten. Kranke sowie hochträchtige Tiere wurden räumlich getrennt in Anbindehaltung mit Grabner-Ketten auf Gummimatten und Gitterrosten aufgestellt. Die Kühe wurden zum einen mit Grundfutter (Maissilage, Grassilage, Triticale-Ganzpflanzensilage, Lieschkolbensilage, Diffusionsschnitzel, Stroh, Sojaextraktionsschrot), das als Mischration ad libitum auf dem Futtertisch vorgelegt wurde, gefüttert. Zum anderen wurden die Kühe entsprechend ihrer Leistung über transpondergesteuerte Futterautomaten mit einer Kraftfuttermischung (rohfaserbetontes Milchleistungsfutter, MII 18/3) versorgt. Die Kühe wurden zweimal täglich in einem Doppel-20er-Side-by-Side-Melkstand gemolken. Die Gruppe der kranken Tiere und die der hochträchtigen Tiere wurde mit einer Rohrmelkanlage gemolken.

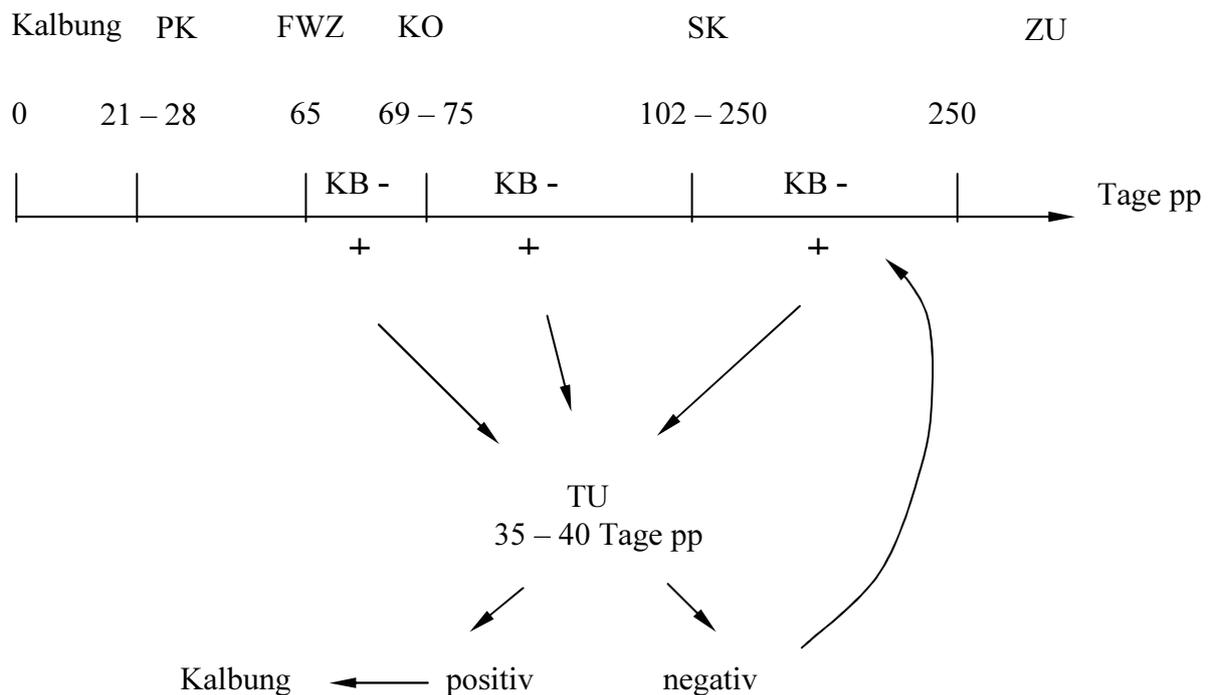
Die durchschnittliche Jahresmilchleistung lag im Untersuchungszeitraum bei 8700 kg pro Kuh. Der Milchfettgehalt betrug durchschnittlich 4,33% und der Milcheiweißgehalt 3,43%. Die vom Betrieb festgelegte Freiwillige Wartezeit (FWZ) lag bei 65 Tagen. Kühe, die bis zum 69. Tag post partum nicht besamt worden waren, wurden einer rektal durchgeführten, gynäkologischen Kontrolluntersuchung (KO) unterzogen.

Danach bekamen Tiere mit einem Corpus luteum auf dem Ovar Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (0,5 mg Cloprostenol, PGF Veyx forte[®], Veyx Pharma GmbH, Schwarzenborn) zur Brunstinduktion verabreicht. Tiere mit zystischen oder inaktiven Ovarien wurden mit Buserelin (0,02 mg, Receptal[®], Intervet Deutschland GmbH, Unterschleißheim) behandelt.

Kühe, die bis zum 102. Tag post partum nicht besamt worden waren, wurden einer rektal durchgeführten, gynäkologischen Sterilitätskontrolle (SK) unterzogen und entsprechend der KO behandelt. Danach wurden die SK bei weiterhin unbesamten Tieren in 14-tägigem Abstand wiederholt. Die Brunstbeobachtung erfolgte morgendlich durch den Betriebsleiter und weiteres Betriebspersonal. Tiere, die in Brunst gesehen wurden, wurden einem Besamungstechniker der Rinderproduktion Berlin-Brandenburg GmbH (RBB) vorgestellt, der den Betrieb täglich besuchte. Der Besamungstechniker untersuchte die ihm vorgestellten Tiere auf Besamungswürdigkeit und führte die künstlichen Besamungen (KB) durch. Die Rastzeit betrug zu Studienbeginn durchschnittlich 89 Tage, die Günstzeit 130 Tage. Ab dem 37. Tag nach der Besamung untersuchte der Hoftierarzt die Tiere mittels rektaler Palpation des Uterus auf Trächtigkeit. Diese Trächtigkeitsuntersuchung (TU) geschah in wöchentlichem Rhythmus. Als nicht-trächtig identifizierte Tiere wurden umgehend wieder einer SK zugeführt und wie oben beschrieben behandelt.

3.3 Protokoll des Fruchtbarkeitsmanagements

Auf der Zeitachse in Abbildung 1 sind die einzelnen Maßnahmen des Fruchtbarkeitsmanagements des Studienbetriebes dargestellt. Die Daten der Studientiere wurden bis zum 250. Tag pp verfolgt. Bis zu diesem Zeitpunkt nicht trächtige Tiere wurden als zuchtuntauglich eingestuft, auch wenn sie im Studienbetrieb verblieben und möglicherweise zu einem späteren Zeitpunkt tragend wurden.



PK = Puerperalkontrolle, ZU = zuchtuntauglich, FWZ = Freiwillige Wartezeit, KO = Kontrolluntersuchung, SK = Sterilitätskontrolle, KB+/- = künstliche Besamung erfolgt/nicht erfolgt, TU = Trächtigkeitsuntersuchung

Abbildung 1: Zeitliche Darstellung des Fruchtbarkeitsmanagements

3.4 Ultraschallgerät

Das in dieser Studie verwendete Ultraschallgerät war ein 50S Tringa von der Firma Esaote Pie Medical, Maastricht, Niederlande. Es handelte sich um ein tragbares Gerät mit den Abmessungen 16 x 13 x 13 cm (für Breite x Tiefe x Höhe). Die Stromversorgung erfolgte mittels einer wiederaufladbaren Batterie, die mindestens drei Stunden kontinuierlichen Dauerbetrieb ermöglichte. Das Gerät war mit einem mechanischen Sektorschallkopf ausgestattet. Die Sondenfrequenz betrug 5 MHz, die mit einem Scanumwandler digital auf 7,5 MHz umgeschaltet werden konnte. Der Bildschirm war ein 5-Zoll LCD-Monitor, es konnte zwischen B-Modus, B-Modus + M-Modus, M-Modus und B-Modus + B-Modus gewählt werden. Die maximale Bildtiefe betrug 20 cm. Der Bildwinkel konnte auf 30°, 60° oder 80° eingestellt werden. Das Gerät war mit einem Videoausgang für Videoaufnahmen oder Druckoptionen ausgestattet. Des weiteren verfügte es über einen bidirektionalen Infrarot-Port. Das Gewicht des Gerätes ohne Batterie und ohne Sonde betrug ca. 800g. Im April 2003 wurde das Gerät mit einer Speicherplatte, die eine Speicherkapazität von bis zu 160 Bildern besaß, aufgerüstet. Über den Infrarot-Port konnten gespeicherte Bilder auf einen PC übertragen werden.

3.5 Versuchszeitraum

Die Aufnahme von Tieren in die Studie erfolgte von Mai 2002 bis September 2003. Diesem Zeitraum vorangegangen war eine dreimonatige Einarbeitungsphase von Februar bis April 2002. Von September 2003 bis April 2004 wurden die Tiere bezüglich ihrer Fruchtbarkeit weiter betreut (Sterilitätskontrolle). In diesem Zeitraum wurden die Daten komplettiert und ausgewertet.

3.6 Versuchsdurchführung

Der Versuch gliederte sich in 3 Phasen: Einarbeitungsphase, praktische Versuchsphase und Auswertungsphase.

3.6.1 Einarbeitungsphase

In der Einarbeitungsphase wurde die Palpation des Uterus und der Ovarien vom Rektum her sowie deren Beurteilung geübt. Des weiteren diente die Einarbeitungsphase dazu, sich mit den technischen Voraussetzungen des Ultraschallgerätes vertraut zu machen.

Die endorektale Untersuchung und Darstellung von Uterus und Ovarien mittels Ultraschall bedurfte ebenso der Übung, wie auch die Interpretation von Ultraschallbildern. Damit sollte zu Beginn der praktischen Versuchsphase ein gewisser „persönlicher Standard“ erreicht werden. Die Ultraschalluntersuchung wurde an Kühen in unterschiedlichen Fruchtbarkeitsstadien geübt: trächtige Tiere in verschiedenen Trächtigkeitsstadien, nichtträchtige Tiere, Tiere im Puerperium mit und ohne klinische Anzeichen einer Endometritis. Dies geschah an Kühen der Tierklinik für Fortpflanzung der FU Berlin und wöchentlich an Tieren auf dem Studienbetrieb. Die Darstellung und Ausmessung uteriner Strukturen wurde ebenfalls an Gebärmüttern von Schlachtieren im Wasserbad geübt.

3.6.2 Praktische Versuchsphase

Einmal wöchentlich wurden alle Kühe des Studienbetriebes, die sich 21 bis 27 Tage pp befanden, einer Puerperalkontrolle (PK) unterzogen. Diese Untersuchung umfasste die Adspektion der Perianalgegend, der Schamlippen und des Scheidenvorhofes auf Spuren vaginalen Ausflusses und Geburtsverletzungen sowie eine rektale Palpation des Uterus und der Ovarien. Bei der Palpation des Uterus wurde besonders auf flüssigen Inhalt geachtet und versucht, eventuellen Inhalt auszumassieren.

Weiterhin ging in die Beurteilung des Uterus die Größe des Organs, die Symmetrie der Uterushörner und die Kontraktilität der Uterusmuskulatur ein. Der für die Beurteilung des Uterus herangezogene Schlüssel ist im Anhang 1 dargestellt. Besondere Befunde, wie Verklebungen mit dem Peritonäum, wurden dokumentiert.

Bei der Palpation der Ovarien wurde die Größe und vorhandene Funktionskörper beurteilt. Die Größe der Ovarien wurde im Vergleich zu Tennisball, Hühnerei, Walnuss, Taubenei, Haselnuss oder Bohne abgeschätzt.

Bei Vorhandensein von Inhalt oder Ausfluss, der anders als klarer, durchsichtiger Schleim war, wurde ein Tier als klinisch an Endometritis erkrankt bewertet. Abschließend wurde der Allgemeinzustand und die Körperkondition (Body Condition Score, BCS) beurteilt.

Alle erhobenen Befunde wurden auf einem vorgedruckten Befundbogen notiert, dieser ist im Anhang 2 abgebildet.

Tiere, die als klinisch an einer Endometritis erkrankt eingestuft worden waren, wurden mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (0,5 mg Cloprostenol, PGF Veyx forte[®]) oder Mastiveyxym[®] (Veyx Pharma GmbH, Schwarzenberg) behandelt. Die Behandlung wurde nach 14 Tagen wiederholt.

Die Behandlung von Tieren mit klinisch apparenten chronischen Endometritiden war nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Tiere, die nach der PK 1 als „klinisch gesund“ eingestuft wurden, also keinen palpierbaren Inhalt im Uterus, pathologischen Ausfluss oder sonstige Hinweise auf eine Entzündung aufwiesen, wurden einer Untersuchung mittels Ultraschall unterzogen. Die Auswahl geschah nach arbeitstechnischen Gesichtspunkten. Zeigten die in die Studie aufgenommenen Tiere bei der erneuten klinischen Untersuchung zur PK 2 pathologischen Ausfluss oder war Inhalt palpierbar, so wurden sie trotzdem sonografisch untersucht. Mit der Ultraschalluntersuchung sollte festgestellt werden, ob Entzündungserscheinungen des Endometriums, die adspektorisch und palpatorisch nicht feststellbar waren, darstellbar sind. Mit der sonographischen Untersuchung der Ovarien wurden die Ergebnisse der palpatorischen Untersuchung der Funktionskörper abgesichert.

Unabhängig davon, ob bei der Ultraschalluntersuchung Entzündungsanzeichen erkannt werden konnten, erhielten die Versuchstiere keine Behandlung. Die Ultraschalluntersuchung aller Versuchstiere wurde nach 14 Tagen wiederholt (35. – 41. Tag pp, PK 2)

Aus zeitlichen Gründen war es in der Regel nicht möglich, an einem Tag alle neu aufzunehmenden Tiere und die zur zweiten Ultraschalluntersuchung anstehenden Tiere zu untersuchen. Daher wurde der Versuchsbetrieb an einem zweiten Tag wöchentlich angefahren. Zu diesem zweiten Termin wurden nur die zur Ultraschalluntersuchung anstehenden Tiere untersucht. Trotz der Verteilung auf zwei Tage in der Woche, fanden alle Untersuchungen zwischen dem 21. bis 27. Tag bzw. 35. bis 41. Tag pp statt.

Die Untersuchungsergebnisse der PK 2 wurden entsprechend der Befunderhebung zur PK 1 dokumentiert.

3.6.3 Auswertungsphase

Nach der PK 2 erfolgte die weitere gynäkologische Betreuung der Studientiere wie in Kapitel 3.2 und 3.3 beschrieben und dargestellt. Von dem betriebseigenen Computersystem wurden in regelmäßigen Abständen Sicherungskopien der Tierdaten genommen und ausgewertet.

3.6.4 Untersuchungstechnik

Während der PK und der Ultraschalluntersuchung der „klinisch gesunden“ Tiere, wurden die Kühe in den Liegeboxen fixiert. Die PK wurde jeweils durch eine andere Person als der Ultraschalluntersucher durchgeführt.

So waren dem zweiten Untersucher die detaillierten Befunde nicht bekannt, außer der Tatsache, dass die Tiere als „gesund“ eingestuft waren.

Die Ultraschalluntersuchung des Uterus und der Ovarien verlief nach einem festgelegten Schema. Zunächst wurde die Zervix und der Uteruskörper der Länge nach mit dem Schallkopf abgefahren. Als nächstes wurde das rechte Uterushorn der Länge nach untersucht. An zwei definierten Stellen des rechten Hornes wurde je ein sagitales Schnittbild auf dem Monitor des Ultraschallgerätes festgehalten und gespeichert. An diesem Schnittbild wurden der Durchmesser des Hornes, die Dicke der Uteruswand und die Breite des Lumens ausgemessen. Vorhandener Inhalt wurde als klar, mit wenigen oder vielen echogenen Strukturen („Flocken“) beschrieben oder als hyperechogen.

Bei 103 Tieren wurde zusätzlich eine Beurteilung der Homogenität der Uteruswand und der Abgesetztheit des Endometriums zur Umgebung vorgenommen.

Die Lokalisationen am Uterushorn, an denen die Schnittbilder erzeugt wurden, lagen im Bereich der ersten Windung des Hornes und zwischen dem Ende der ersten Windung und der Hornspitze. Aufgrund individueller Unterschiede der Tiere als auch aufgrund der Verwendung eines Sektorschallkopfes war es nicht möglich, die Schnittbilder immer an einer genau definierten Stelle zu nehmen. Die Schnittbilder wurden im jeweiligen Bereich dort festgehalten, wo sich der Uterus mit seinen Strukturen gut darstellte bzw. dort, wo sich Flüssigkeiten angesammelt hatten.

Nach dem rechten Uterushorn wurde das linke Uterushorn in gleicher Weise untersucht. Abschließend wurde das linke und das rechte Ovar sonografisch dargestellt und die jeweiligen Funktionskörper beurteilt.

3.6.5 Dokumentation

Die Dokumentation der Ultraschalluntersuchungen wechselte über den Zeitraum der praktischen Versuchsphase. Von Mai bis November 2002 wurde jede Untersuchung auf Videobändern aufgezeichnet. Bei dem verwendeten Videogerät handelte es sich um einen „Hi8 Videowalkman“ GV-A500E der Firma Sony, Japan.

Die Stromversorgung des Videogerätes erfolgte über einen Akkumulator, so dass es zusammen mit dem Ultraschallgerät in den Stall genommen werden konnte. Über den vorhandenen Videoausgang wurde das Ultraschallgerät mit dem Videorekorder verbunden. Von den aufgenommenen Videosequenzen konnten alle benötigten Daten abgelesen und in eine SPSS²-Tabelle übertragen werden. Mit Hilfe einer entsprechenden Software wurden am PC von den Videosequenzen Standbilder jedes Sagitalschnittes erzeugt und gespeichert. Ab Dezember 2002 wurde entschieden, auf die weitere bildliche Dokumentation der Ultraschalluntersuchungen zu verzichten. Mit dem Entwurf eines Datenbogens konnten die im Stall erarbeiteten Befunde direkt schriftlich fixiert werden. Von diesem Datenbogen wurden die Befunde in eine SPSS-Tabelle überführt. Diese Dokumentationsweise wurde bis zum Ende des praktischen Versuches beibehalten. Der Datenbogen ist im Anhang 3 abgebildet und im Anhang 4 erklärt.

3.7 Zytologische Untersuchung

In einem zu der vorliegenden Studie parallel laufenden Versuch wurden von einem Teil der sonografisch untersuchten Tiere gleichzeitig Zellen von der Schleimhaut aus dem Uterus gewonnen. Dies geschah mittels der Cytobrush[®]-Methode, bei der mit einem kleinen Bürstchen Zellen vom Endometrium entnommen werden (Raab et al., 2003). Das am Cytobrush[®] befindliche Zellmaterial wurde auf einem Objektträger ausgerollt, alkoholisch fixiert und mit einer Schnellfärbung (Haemacolor[®], Merck, Darmstadt) gefärbt. Es wurden jeweils 300 Zellen unter dem Mikroskop ausgezählt und der Anteil an polymorphkernigen Granulozyten (PMN) bestimmt. Anhand des Anteils an PMN wurden die Studientiere in zwei Gruppen eingeteilt. Tiere mit einem Anteil unter 5% PMN wurden als uterusgesund klassifiziert, Tiere mit einem Anteil von 5% PMN oder mehr wurden als subklinisch an Endometritis erkrankt klassifiziert. Da die Cytobrush[®]-Methode gegenüber der rektalen und vaginoskopischen Untersuchung den Vorteil hat, einen direkten Nachweis einer Entzündung des Endometriums zu liefern, wurde diese Methode im Vergleich zum Ultraschall als „Goldstandard“ gewählt.

² SPSS: Statistik-Programm

3.8 Gruppeneinteilung nach Ultraschallbefunden

Das Hauptkriterium für die Diagnose „subklinische Endometritis“ in der Untersuchung mittels Ultraschall war die Breite des Uteruslumens. Um die Studientiere als gesund oder als subklinisch an Endometritis erkrankt beurteilen zu können, musste ein Grenzwert für die Breite des Uteruslumens gefunden werden. Dazu wurde die in Kapitel 3.9.1 beschriebene ROC-Analyse durchgeführt und die Grenzwerte 0,2 cm, 0,5 cm und 0,8 cm gewählt. Um herauszufinden, ob das Vorhandensein und die Menge an intrauteriner Flüssigkeit einen Einfluss auf die Fruchtbarkeit der Tiere hat, wurden zwei Gruppen gebildet. Eine Gruppe enthielt Kühe, bei denen eine Uteruslumenbreite von höchstens 0,2 cm/0,5 cm/0,8 cm gemessen wurde. Diese Tiere wurden als „gesund“ betrachtet. Die andere Gruppe enthielt Kühe, bei denen eine Lumenbreite von größer als 0,2 cm/0,5 cm/0,8 cm gemessen wurde und die damit als „an Endometritis erkrankt“ beurteilt wurden. Bei der PK 1 und der PK 2 wurden jeweils vier Werte pro Kuh für das Uteruslumen erhoben. Von diesen vier Werten wurde der größte herangezogen, um ein Tier zu einer der beiden Gruppen zuzuordnen. Zwischen den beiden Gruppen wurden die Fruchtbarkeitskennzahlen verglichen.

Die Kühe, bei denen auch eine Beurteilung der Homogenität und Abgesetztheit des Endometriums erfolgte, wurden unabhängig von der Lumenbreite in 3 Kategorien eingeteilt. Zwischen diesen wurde ebenfalls die Fruchtbarkeitsleistung verglichen. Die Einteilung in die Kategorien erfolgte nach einem Punkteschema, das in Tabelle 2 dargestellt wird. Kategorie 0 repräsentierte ein gesundes Endometrium. Das Endometrium der Kühe in Kategorie 1 wurde als leicht verändert bzw. zweifelhaft betrachtet. Kühe der Kategorie 2 wurden als subklinisch an einer Endometritis erkrankt betrachtet.

Tabelle 2: Punktebewertung ultrasonographischer Befunde am Endometrium

Bewertungskriterium	Punktzahl
Endometrium abgrenzbar	0
Endometrium nicht abgrenzbar	1
homogenes Endometrium	0
inhomogenes Endometrium	1
keine hyperechogenen Strukturen im Endometrium	0
wenige hyperechogene Strukturen im Endometrium	1
viele hyperechogene Strukturen im Endometrium	2
klarer Inhalt	0
wenige hyperechogene Strukturen im Inhalt	1
viele hyperechogene Strukturen im Inhalt	2
vollständig hyperechogener Inhalt	3
Einstufung in Kategorien	Gesamtpunktzahl
Kategorie 0	0 – 1
Kategorie 1	2 – 3
Kategorie 2	4 und mehr

3.9 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten geschah mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS[®] (Version 11.0, SPSS Inc. 2001) und des Tabellenkalkulationsprogrammes Excel[®] (Version 2000, Microsoft). Die prozentualen Angaben für Erstbesamungserfolg, Anteil besamter Tiere, Anteil tragender Tiere und Konzeptionsrate wurden im Chi-Quadrat-Test miteinander verglichen. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Die Rast-, Güt- und Verzögerungszeiten wurden mittels des Mann-Whitney-U-Tests miteinander verglichen. Der Anteil besamter Tiere sowie der Anteil tragender Tiere wurde im zeitlichen Verlauf der Laktation grafisch dargestellt (Tenhagen und Heuwieser, 1999; Drillich et al., 2001).

3.10 Receiver-Operation-Characteristic (ROC)

Mit einer ROC-Kurve (ROC = Receiver-Operation-Characteristic) kann das Zusammenwirken von Sensitivität und Spezifität eines diagnostischen Tests analysiert werden. Als Sensitivität eines Tests bezeichnet man den Anteil richtig positiv erkannter Fälle an der Gesamtzahl positiver Fälle („wahre“ Fälle). Die Spezifität gibt den Anteil richtig negativ erkannter Fälle an der Gesamtzahl der negativen Fälle an (Bühl und Zöfel, 2002). Für die Festlegung der wahren Fälle wurde in der vorliegenden Studie das Ergebnis der zytologischen Untersuchung mittels Cytobrush herangezogen.

Die Genauigkeit oder die „beobachtete Übereinstimmung“ (Guggenmoos-Holzmann und Wernecke, 1995) eines diagnostischen Tests wurde errechnet aus der Summe der richtig positiven und der richtig negativen Fälle geteilt durch die Gesamtzahl an Fällen.

Beruhet der diagnostische Test, hier das Ausmessen des Uteruslumens, auf Messwerten, so ist ihre Interpretation im Sinne von „positiv“ oder „negativ“, bzw. „krank“ oder „gesund“ nur anhand eines Schwellenwertes möglich. Von der Festlegung des Schwellenwertes hängt ab, wie viele der gemessenen Werte als positiv oder als negativ gewertet werden bzw. wie hoch die Sensitivität und die Spezifität des Testes ist.

Bei der ROC-Analyse wird für jeden möglichen Schwellenwert das dazugehörige Wertepaar für die Sensitivität und die Spezifität in einem Koordinatennetz aufgetragen. Mit Hilfe der ROC-Kurve kann beim Verschieben des Schwellenwertes ein Gewinn an richtig positiven Fällen (höhere Sensitivität) gegen das gleichzeitige Ansteigen falsch positiver Fälle (niedrigere Spezifität) abgewogen werden.

Im Idealfall bildet die ROC-Kurve einen rechten Winkel. In diesem Falle wären die Messwerte für die wahrhaft positiven Fälle alle oberhalb eines bestimmten Schwellenwertes und die Messwerte für die wahrhaft negativen Fälle alle unterhalb dieses Schwellenwertes. Im gegenteiligen Extremfall verläuft die ROC-Kurve als Winkelhalbierende. In diesem Fall wären die Messwerte für die positiven und die negativen Fälle die gleichen. Es ließe sich kein Schwellenwert für den diagnostischen Test finden, der positive von negativen Fällen trennt.

Die ROC-Kurven diagnostischer Tests schwanken zwischen diesen beiden Extremen. Je besser ein Test ist, um so rechteckiger verläuft die ROC-Kurve (Guggenmoos-Holzmann und Wernecke, 1995).