

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Entwicklung eines Druckmeßgerätes

Da auf dem Markt kein Gerät verfügbar ist, welches den Anforderungen der gestellten Aufgabe entsprach, mußte ein Meßgerät entwickelt werden, welches in der Lage ist, den Druck zu messen, mit welchem die Schleimhautflächen im Genitale der Stute aneinanderliegen. Neben der verlässlichen Datenermittlung mußte das Gerät weiterhin extrem kostengünstig herzustellen sein. In Zusammenarbeit mit der Werkstätte für Biomechanik der Klinik für Geburtsmedizin an der HU Berlin wurde das Meßgerät entwickelt und gebaut.

3.2.1.1 mechanischer und elektrischer Aufbau des Meßgerätes

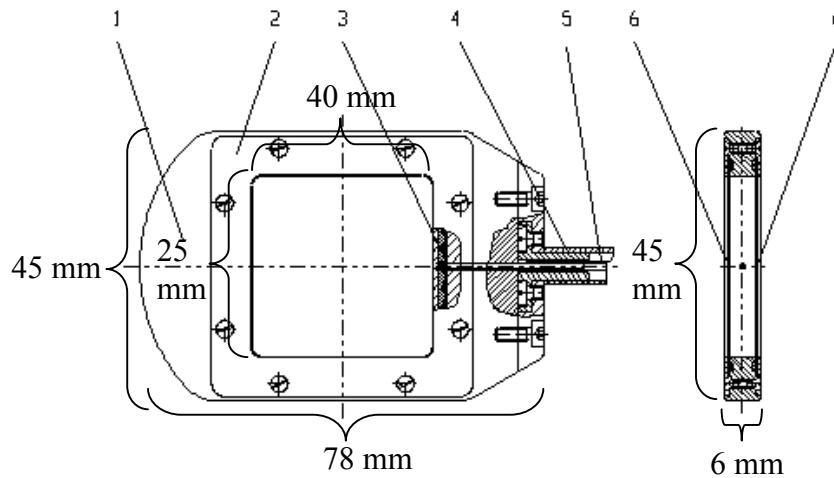
Das Meßgerät zur Messung der Verschlusskräfte im kaudalen Genitaltrakt der Stute besteht aus drei Komponenten:

1. Scheidendruck-Meßkammer
2. Handgriff mit Verbindungsrohr zur Scheidendruck-Meßkammer
3. Druckmeßelektronik mit LCD-Anzeige

Bei dem hier beschriebenen System sind die Meßwerterfassung und deren elektronische Auswertung räumlich getrennt. Ein dünner Polyurethan-Schlauch (Innen \varnothing 1,1 mm) verbindet Meßort und Meßwerterfassung. Um den Einfluß des hydrostatischen Druckes weitgehend auszuschließen, wurde Luft als Übertragungsmedium gewählt. Zur Messung sollen die Membranen der Meßkammer durch einen definierten Überdruck leicht nach außen gewölbt sein. Dieser Überdruck wird mit Hilfe einer Spritze mit Luerkonus erzeugt, die über einen Dreiwegehahn angeschlossen wird und dem System ein vorgegebenes Luftvolumen ΔV hinzufügt.

Der Aufbau der Scheidendruck-Meßkammer soll nun mit Hilfe der Abb. 2 erläutert werden.

Abb. 2: Aufbau der Scheidendruck-Meßkammer



Legende: 1: Gehäuse, 2: Deckel, 3: O-Ring, 4: Verbindungsrohr Druckaufnehmer-Handgriff, 5: Druckschlauch, 6: Membranen

Das Gehäuse (1) aus einer AlMgCuMgPb-Legierung mit den maximalen Abmessungen $78 \times 45 \text{ mm}^2$ und 6 mm ist ohne scharfe Kanten um eventuellen Verletzungen vorzubeugen. In ihm befindet sich ein Durchbruch mit den Abmessungen von $40 \times 25 \text{ mm}^2$ und einer Höhe von 6 mm. Dieser Durchbruch mit einem Volumen von 6000 mm^3 und den ihn abdeckenden Membranen (6) stellt die eigentliche Druckmeßkammer dar. Das Volumen der Kammer wurde so gewählt, daß es groß gegen das Volumen des zur Druckweiterleitung benutzen Schlauches (5) ist. Die 0,15 mm dicke Membran (6) aus Polyurethan, der O-Ring (3) und der mit dem Gehäuse verschraubte Deckel sind zweimal vorhanden und dichten die Kammer gegen den Außenraum ab. An der Schmalseite des Gehäuses ist ein ca. 600 mm langes Rohr (4) (Außen $\varnothing 8 \text{ mm}$) befestigt, das den Meßwertaufnehmer mit einem Handgriff verbindet. Innerhalb dieses Rohres befindet sich der Polyurethan-Schlauch (5) zur Druckübertragung von der Meßkammer zur Meßwerterfassung.

Der Handgriff wurde pistolenartig ausgeführt. Er dient in Verbindung mit dem Rohr zum Einführen der Meßkammer in die Scheide. Ringförmige Markierungen auf dem Rohr ermöglichen das Einführen bis zu einer gewünschten Tiefe. Die Elektronik zur Meßwerterfassung befindet sich in einem Kunststoffgehäuse, das am Handgriff befestigt ist. Der Druck in der Meßkammer wird über den Schlauch zu einem Druckaufnehmer geführt, der den Luftdruck in der Meßkammer in ein elektrisches Signal umsetzt.

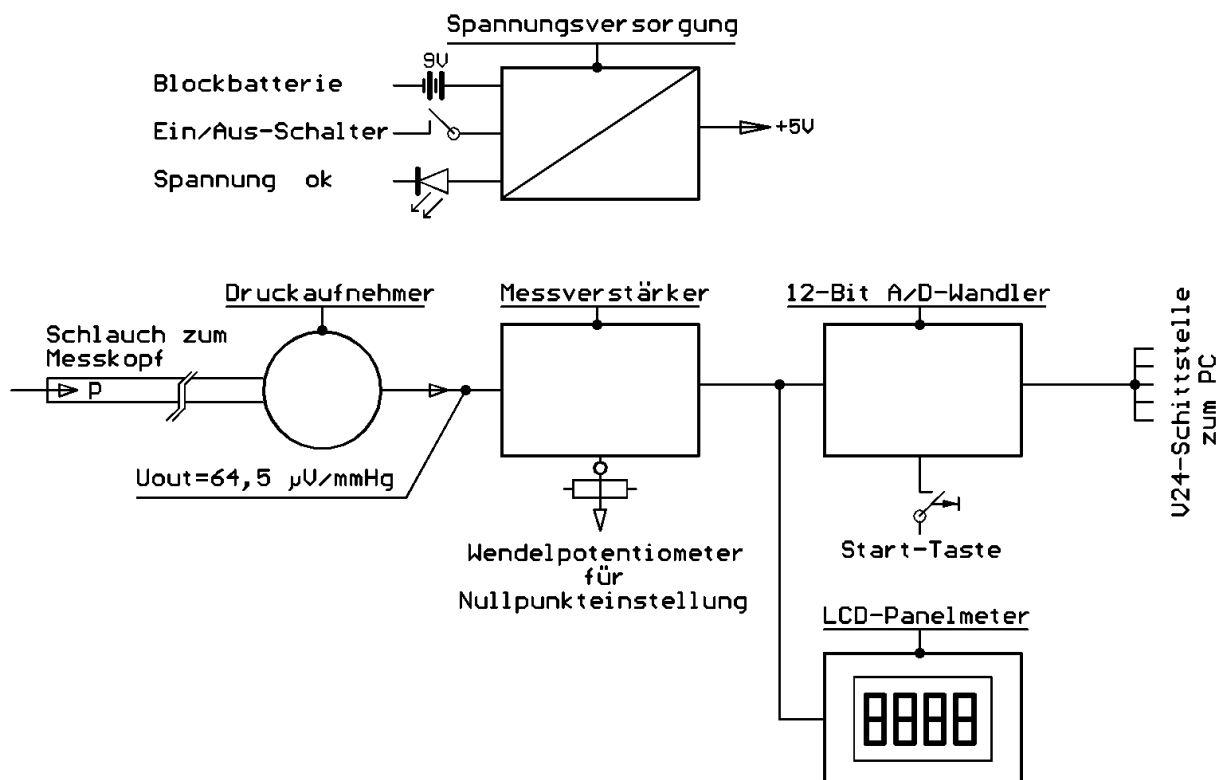
Nach Überprüfung der Technik im Labor mittels eines geeichten Handmanometers standen die ersten Tests am lebenden Objekt an. Hierbei entstand die Forderung nach einer direkten Übertragung der Meßwerte in einen Rechner, um die notwendige Objektivität der Methode zu sichern.

Die Elektronik zur Auswertung des Drucksignals besteht daher aus folgenden Baugruppen:

- Spannungsversorgung
- Druckaufnehmer
- Meßverstärker
- 12-Bit Analog/Digital-Wandler (A/D-Wandler)
- LCD-Panelmeter

Abb. 3 zeigt das Blockschaltbild des Druckmeßgerätes.

Abb. 3: Blockschaltbild des Druckmeßgerätes



Das Gerät wird aus einer 9 V-Blockbatterie betrieben und benötigt deshalb keinen Netzanschluß. In diesem Geräteteil wird die Batteriespannung auf eine stabilisierte 5 V-Spannung herabgesetzt, welche die Elektronik des Gerätes versorgt. Die Spannung der Batterie wird überwacht; sinkt diese unter 7 V erlischt die Leuchtdiode „Spannung OK!“. Weitere Messungen sind erst nach Erneuerung der Batterie möglich. Zum Ein- und Ausschalten des Gerätes dient ein Kippschalter.

Der Druckaufnehmer (130PC der Firma Honeywell) besteht aus einer Brückenschaltung mit vier aktiven piezoresistiven Elementen. Die Ausgangsspannung der Brücke ist proportional zum Druck und beträgt $64,5 \mu\text{V}/\text{mm Hg}$. Der Druckaufnehmer ist über einen Schlauch mit der Scheidendruck-Meßkammer verbunden.

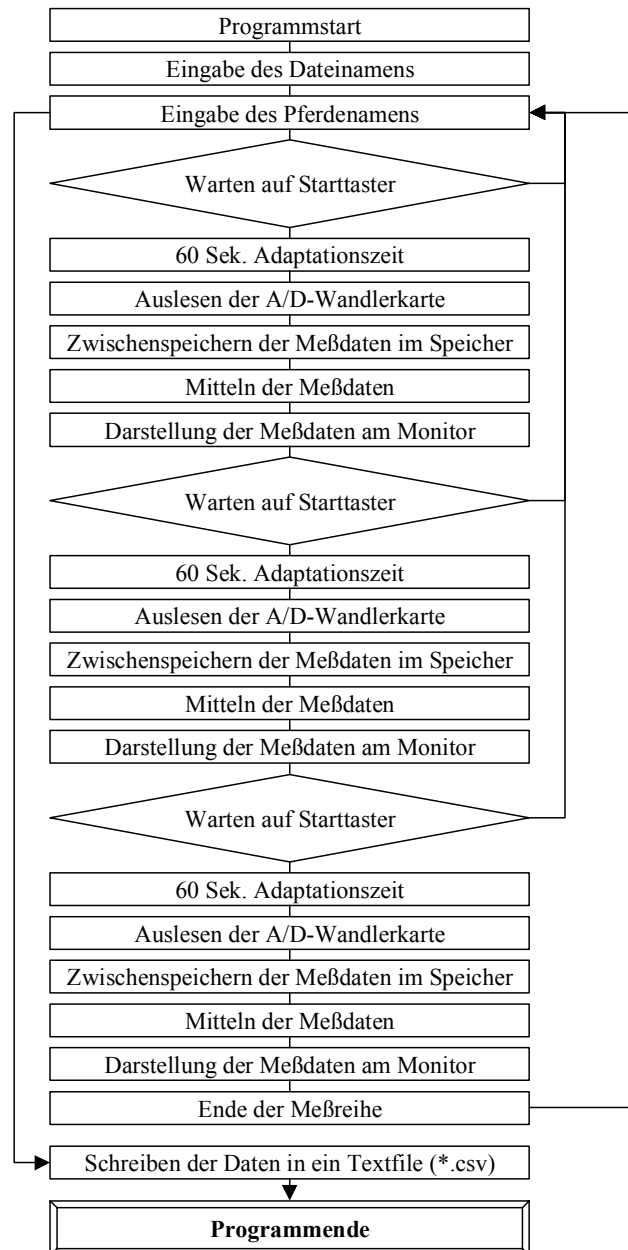
Die Ausgangsspannung des Druckaufnehmers beträgt bei $2,2 \text{ mm Hg}$ nur $2,2 \text{ mal } 64,5 \mu\text{V} = 141,9 \mu\text{V}$. Um diese geringe Spannung mit dem Analog/Digital-(A/D)-Wandler und dem Panelmeter weiterverarbeiten zu können, muß sie mit dem Meßverstärker verstärkt werden. Zur elektrischen Kompensation des Vordruckes in der Meßkammer dient das Wendepotentiometer zur Nullpunkteinstellung. Die Ausgangsspannung des Meßverstärkers wird sowohl dem A/D-Wandler als auch dem Panelmeter zugeführt. Die A/D-Wandlung erfolgt mit der integrierten Schaltung MAX186 der Firma MAXIM. Über einen Multiplexer kann diese Integrierte Schaltung nacheinander acht Eingangsspannungen mit einer Auflösung von 12 Bit digitalisieren. Bei einer maximal möglichen Eingangsspannung von 5 V beträgt die Auflösung somit $1,22 \text{ mV/Schritt}$. Von den acht möglichen Kanälen des Wandlers werden nur zwei benutzt. Kanal 1 digitalisiert das Ausgangssignal des Meßverstärkers (Drucksignal), Kanal 2 erfaßt den Zustand der Starttaste, die zur Auslösung der Aufnahme der Meßwerte dient. Über ein im Baustein vorhandenes serielles Interface ist der A/D-Wandler direkt mit dem PC, der die Meßwerte und den Zustand der Starttaste erfaßt, verbunden.

Zur Einstellung des Nullpunktes und zur Anzeige des Scheidendruckes dient ein $3 \frac{1}{2}$ -stelliges LCD-Einbaupanelmeter.

3.2.1.2 Beschreibung der Software zur Datenerfassung

Das Programm wurde in PASCAL geschrieben. Durch die DOS-Umgebung war es möglich, eine hardwarenahe und extrem schnelle Realtime-Anwendung zu schreiben. Direkt nach dem Programmstart werden der Dateiname und die Länge der Meßdauer eingegeben. Die Daten des A/D-Wandlers werden über die serielle Schnittstelle direkt zum Rechner übertragen. Bedingt durch die hohe Abtastrate des Wandlers entsteht eine große Datenmenge, die durch Mittelung auf einen Ausgabewert pro Sekunde komprimiert wird.. Die gemittelten Meßwerte werden permanent als Diagramm und in einem Fenster als Zahlenwert auf dem Monitor dargestellt und darüber hinaus in ein Textfile geschrieben. Diese Datei (CSV-Datei) kann für eine später Weiterbearbeitung in MS EXCEL importiert werden. Die Abb. 4 stellt den Programmablauf als Flußdiagramm dar.

Abb. 4: Darstellung des Programmablaufes zur Erfassung des intravaginalen Druckes bei Stuten



3.2.1.3 Meßwerterfassung

3.2.1.3.1 Vorbereitung zur Messung

Nachdem in das System ein Luftvolumen ΔV zugeführt wurde, wurde vor jeder Messung eine Schutzhülle aus Polyethylen über die Meßkammer und das Verbindungsrohr gestülpt, um eine Keimverschleppung zwischen den Probanden zu verhindern. Das System wurde dann in einem Wasserbad auf eine Temperatur von 38,0°C gebracht. Hierzu wurde ein Babykostwärmer verwandt, durch ein eingelegtes Thermometer wurde die Wassertemperatur kontrolliert. Der Wasserstand im Gefäß wurde durch eine Markierung festgelegt. Die Eintauchtiefe wurde durch eine Arretierkonstruktion sichergestellt. Das System wurde zum Temperatenausgleich mindestens zwei Minuten im temperierten Wasserbad belassen. Kurz vor dem Einführen des Meßkopfes erfolgte der Nullabgleich mit dem Mehrgang-Potentiometer auf Atmosphärendruck. Hierzu wurde der auf der analogen Anzeige angegebene Druck auf 3,3 mm Hg eingestellt. Dieser Wert, welcher auf dem hydrostatischen Druck basiert und in der vorgegebenen Tiefe auf die Meßkammer wirkt, wurde in Vorversuchen ermittelt.

3.2.1.3.2 Meßvorgang

Nach trockener Reinigung und Desinfektion mittels einer Polyvidonjod-Lösung (Braunol[®], Fa. Albrecht, 88326 Aulendorf) des äußeren Genitales wurde das System mit steriler Kochsalzlösung gut angefeuchtet und möglichst ohne Spreizung der Schamlippen in das Genitale verbracht. Der Meßkopf wurde hierzu in die erste Position (Scheidenvorhof) gebracht, so daß der kaudale Rand der Meßkammer mit der Rima vulvae abschließt. Die Messung wurde durch einen Druckknopf (Starttaster) am Pistolengriff gestartet, um ein elektrisches Signal über das serielle Kabel an den Rechner weiterzugeben. Die Software wartet nun 60 Sekunden damit eventuell auftretende Reaktionen durch die Insertion/Lageveränderung des Systems in das Genitale nicht berücksichtigt werden. Ist diese Wartezeit (Adaptationszeit) verstrichen, zeichnet die Software über 120 Sekunden jede

Sekunde den übertragenen Meßwert auf. War diese Zeit verstrichen wurde durch ein akustisches Signal das Ende der ersten Meßperiode markiert. Nun wurde das Meßgerät in die zweite Position, den Hymenalring vorgeschoben und nach deren Erreichen die Messung erneut durch Betätigung des Druckknopfes ausgelöst. Wiederum wurden 60 Sekunden Adaptationszeit nach Lageänderung gewährt und anschließend für 120 Sekunden die Meßwerte aufgezeichnet. Schließlich wurde das System in die dritte Meßposition verbracht und der Starttaster betätigt. Erneut läuft die Programmroutine wie bei den anderen Meßvorgängen ab. Die gewünschte Position im Genitale war durch eingeschlagene Markierungen auf dem Verbindungsrohr leicht einzustellen. Die Meßpunkte waren Scheidenvorhof, Hymenalring und kraniale Scheide.

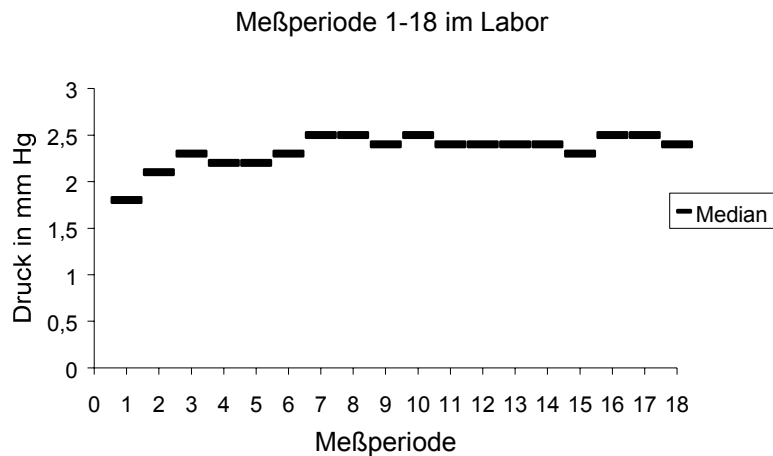
3.2.2 Validierung des Meßgerätes im Labor

Nach der Eichung des Meßgerätes erfolgte die Validierung des Systems unter Laborbedingungen. Ziel war es hierbei, zu überprüfen, ob bei Wiederholungsmessungen unter den selben Bedingungen gleiche Messwerte zu ermitteln sind. Hierzu wurde ein Standzylinder mit Wasser gefüllt und der Meßkopf mit umgebender Schutzhülle aus Polyethylen in eine definierte Tiefe abgesenkt. Es wurden in zwei Meßreihen jeweils drei vollständige Meßzyklen durchgeführt. Ein Meßzyklus besteht aus drei Meßperioden, in denen nach 60 Sekunden Adaptationszeit über 120 Sekunden pro Sekunde ein Messwert, also jeweils 120 Einzelwerte ermittelt wurden. Nach jeder abgelaufenen Meßperiode wurde der Meßkopf aus dem Wasserbad entfernt, eine neue Schutzhülle wurde aufgezogen und der Meßkopf erneut in die definierte Tiefe verbracht. Jede Meßreihe erbrachte insgesamt 1080 Einzelwerte. Für Meßreihe 1 ergaben sich folgende Ergebnisse:

Arithm. Mittelwert: 2,25 mm Hg; Standardabweichung: 0,20; Variationskoeffizient: 0,09.

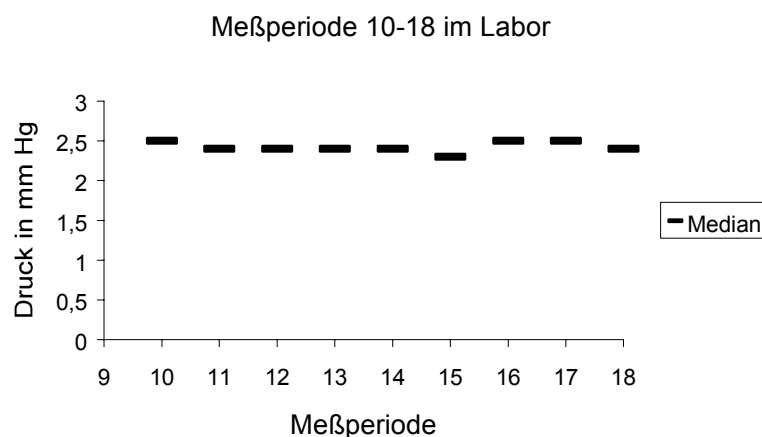
Für Meßreihe 2 betragen die Werte für den Mittelwert 2,40 mm Hg, für die Standardabweichung 0,09 sowie für den Variationskoeffizient 0,04. Abb. 5 zeigt die Mediane in den einzelnen Meßperioden.

Abb. 5: Mediane der Meßwerte innerhalb der einzelnen Meßperioden



Betrachtet man die Meßperioden 1-9, so läßt sich eine ansteigende Struktur erkennen, die als ein gewisser "Lerneffekt" beschrieben werden kann. Das heißt, es hat den Anschein, dass die Methode der Messung erst mehrfach wiederholt werden mußte, um einen einheitlichen Meßstandard innerhalb der Versuchsbedingungen zu erreichen. Aufgrund des komplexen Prozedere im Vorfeld der Messung (s. 3.2.1.2.2 sowie oben), ist es nicht möglich, einen Schritt in der Vorbereitung zu isolieren, der möglicherweise zur ansteigenden Struktur maßgeblich beitrug. Deshalb werden im folgenden nur die Meßperioden 10 - 18 zur Validierung herangezogen. In Abb. 6 werden noch einmal nur die Meßperioden 10 - 18 graphisch dargestellt.

Abb. 6: Mediane innerhalb der Meßperioden 10 – 18



Dabei fällt weiterhin auf, daß einerseits innerhalb der Meßzyklen die ermittelten Werte der Meßperioden ähnlich verteilt sind, andererseits sich die Meßzyklen doch unterscheiden. Möglicherweise spielt hier der Nullabgleich vor dem jeweiligen Meßzyklus die entscheidende Rolle. Andererseits liegen die Abweichungen der Messwerte untereinander nur knapp oberhalb des maximalen Auflösungsvermögens des Messgerätes, sodaß eine gute Wiederholbarkeit der Messungen möglich scheint.

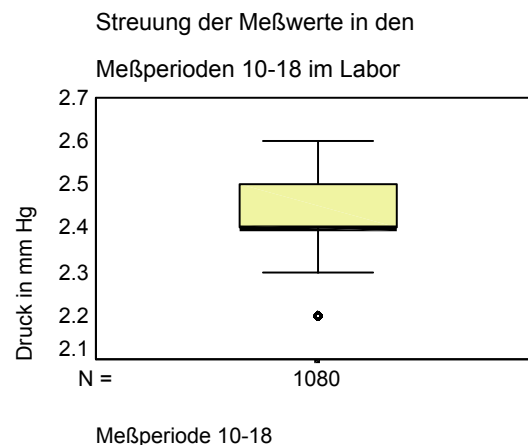
Zusammengefaßt für die zweite Meßreihe, dargestellt in Abb. 7, ergeben sich die in Tab. 1 zusammengefaßten Kenngrößen.

Tab. 1 Streuungsgrößen des Meßsystems im Labor; n=1080

Kennzahl	Wert
Arithm. Mittelwert	2,4035
Median	2,4
Standardabweichung	0,0907
Maximalwert	2,6
Minimalwert	2,2
Spannweite	0,4
Interquartilsbreite	0,1
Variationskoeffizient	0,0377

Auch hier ist zu berücksichtigen, das die Spannweite von 0,4 mm Hg bezogen auf den Messbereich von 30 mm Hg (+20 - -10 mm Hg) ausreichend klein erscheint.

Abb. 7: Zusammenfassung der Meßperioden 10-18 (n=1080)



Die Varianzkomponentenschätzung, dargestellt in Tab. 2 ergibt ein Verhältnis der Varianzkomponenten Varianz innerhalb Meßperiode : Varianz zwischen den Meßperioden von 1:2. Es scheint sich schon hier abzuzeichnen, daß eine mindestens zweimalige Wiederholung einer Meßperiode zu einer Einschätzung des tatsächlichen Druckes notwendig ist.

Tab. 2: Varianzkomponentenschätzung innerhalb des Laborversuches

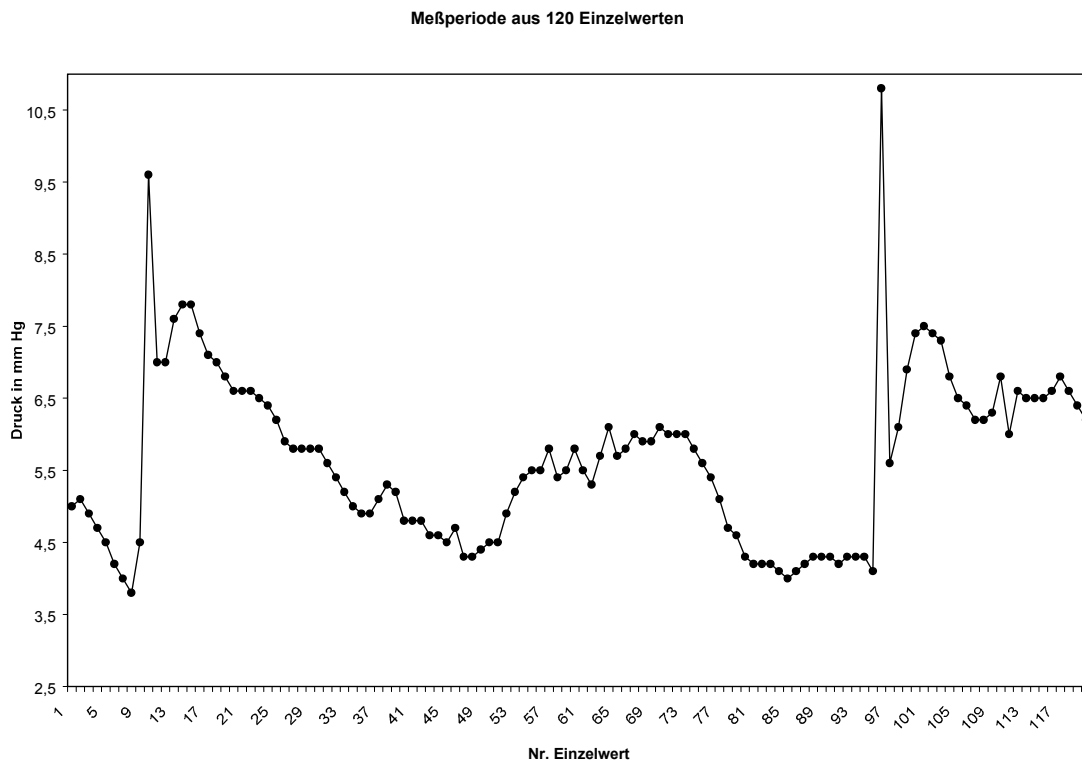
Komponente	Schätzung	Anteile an Summe
Varianz zwischen den Meßperioden	5,996 E-03	~68 %
Varianz innerhalb der Meßperioden	2,883 E-03	~32 %
Summe	8,879 E-03	100 %

3.2.3 Validierung des Meßgerätes am Tier

3.2.3.1 Streuung der Meßwerte beim Einsatz des Systems in vivo

Um die Wiederholbarkeit der Methode am Tier zu testen wurden an zwei Ponystuten jeweils neun Meßperioden unmittelbar hintereinander durchgeführt. Die Vorbereitung der Messung erfolgte analog zu dem bereits im Kapitel 3.2.1.3 aufgeführten Verfahren. Jedoch wurde nach einer jeden Meßperiode das System aus dem Genitale entfernt und anschließend neu inseriert. Gemessen wurde stets in der selben Tiefe im Scheidenvorhof. Nach jeweils drei Meßperioden wurde eine neue Schutzhülle aufgezogen, sowie ein erneuter Nullabgleich vorgenommen, also das System auf 38,0°C erwärmt und anschließend auf den aktuellen, hydrostatischen Druck von 3,3 mm Hg eingestellt, um Fehler durch eventuelle Undichtigkeiten des Systems oder Änderungen des atmosphärischen Druckes zu berücksichtigen. Die Abb. 8 vermittelt einen Eindruck über die Art der Kurve, welche auf dem Display des angeschlossenen Rechners zu sehen ist.

Abb. 8 Meßwerte einer Meßperiode (n=120)



Die Meßreihen bei Stute A und B erbrachten die in Tab. 3 aufgeführten Ergebnisse.

Tab. 3: Kenngrößen der Meßperioden 1-9 bei zwei Stuten:

Meßperiode 1	Stute A	Stute B
Mittelwert	4,6492	0,8167
Median	4,5	0,7
Standardabweichung s	0,7493	0,7956
Spannweite R	8,00	7,00

Fortsetzung Tab. 3:

Meßperiode 2	Stute A	Stute B
Mittelwert	4,5150	0,7425
Median	4,3	0,4
Standardabweichung s	1,0140	0,8353
Spannweite R	7,3	5,5

Meßperiode 3	Stute A	Stute B
Mittelwert	5,6475	0,7217
Median	5,6	0,3
Standardabweichung s	1,1794	0,9702
Spannweite R	7,00	5,7

Meßperiode 4	Stute A	Stute B
Mittelwert	3,4975	-0,1600
Median	3,4	-0,3
Standardabweichung s	0,8033	0,5188
Spannweite R	6,7	4,6

Meßperiode 5	Stute A	Stute B
Mittelwert	3,6008	0,3342
Median	3,5	0,2
Standardabweichung s	0,8047	0,5634
Spannweite R	7,2	2,4

Meßperiode 6	Stute A	Stute B
Mittelwert	3,5450	0,2142
Median	3,4	0,05
Standardabweichung s	0,8495	0,5912
Spannweite R	9,1	2,2

Fortsetzung Tab. 3:

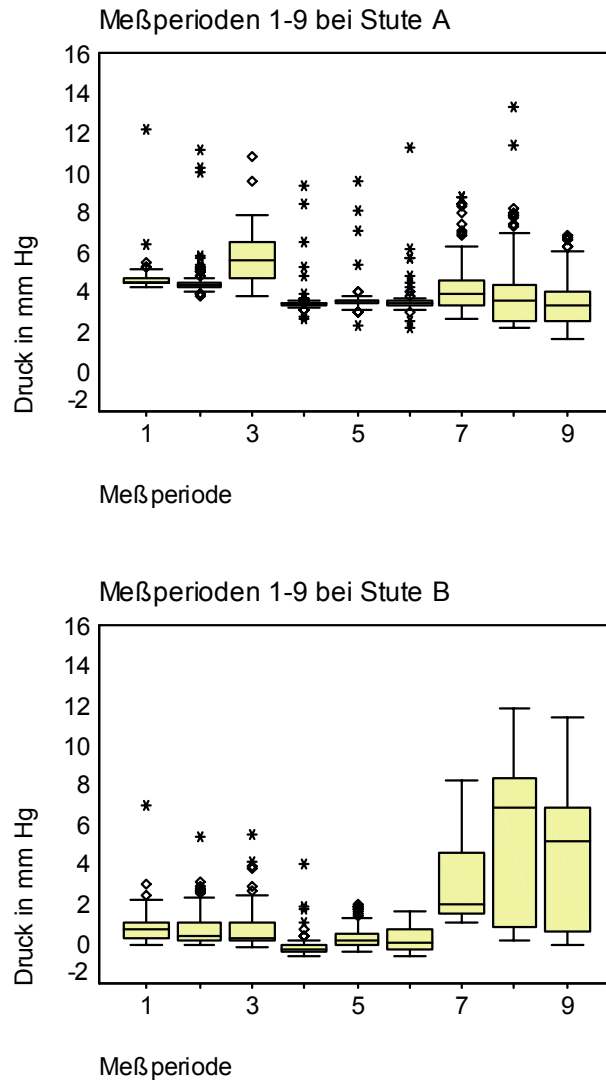
Meßperiode 7	Stute A	Stute B
Mittelwert	4,1933	3,0233
Median	3,9	2,0
Standardabweichung s	1,3673	1,9493
Spannweite R	6,2	7,1

Meßperiode 8	Stute A	Stute B
Mittelwert	3,8317	5,5756
Median	3,5	6,85
Standardabweichung s	1,8289	3,6629
Spannweite R	11,1	11,7

Meßperiode 9	Stute A	Stute B
Mittelwert	3,4292	4,3275
Median	3,3	5,15
Standardabweichung s	1,1267	3,5390
Spannweite R	5,2	11,5

Die graphische Darstellung der ermittelten Werte ist in Abb. 9 wiedergegeben.

Abb. 9: Verteilung der Messwerte in den Meßperioden 1-9 bei den Stuten A und B:



Auffällig ist hierbei der starke Anstieg der Streuung innerhalb der Meßperioden ab Meßperiode 7. Dies ist bei beiden Tieren in unterschiedlicher Ausprägung zu beobachten. Der Grund hierfür könnte in einer zunehmenden Unruhe der Tiere liegen, welche über die Zeit zunimmt. Eine andere Möglichkeit liegt in der nachlassenden Aufmerksamkeit des Untersuchers über die Zeit. Von vergleichbaren Streuungen der Messwerte in den Messperioden kann daher hier keine Rede sein. Die Ergebnisse der folgenden Varianzkomponentenschätzung sind daher mit Vorsicht zu interpretieren.

Bei Durchführung der Varianzkomponentenschätzung der Validierungsmessungen am Tier ergaben sich etwa gleiche Anteile an der Gesamtvarianz bei den Komponenten Stute, Meßperiode innerhalb Stute sowie Varianz innerhalb Meßperiode. Die Ergebnisse der Varianzkomponentenschätzung sind in Tab. 4 aufgezeichnet.

Tab. 4: Varianzkomponentenschätzung des Validierungsversuches am Tier

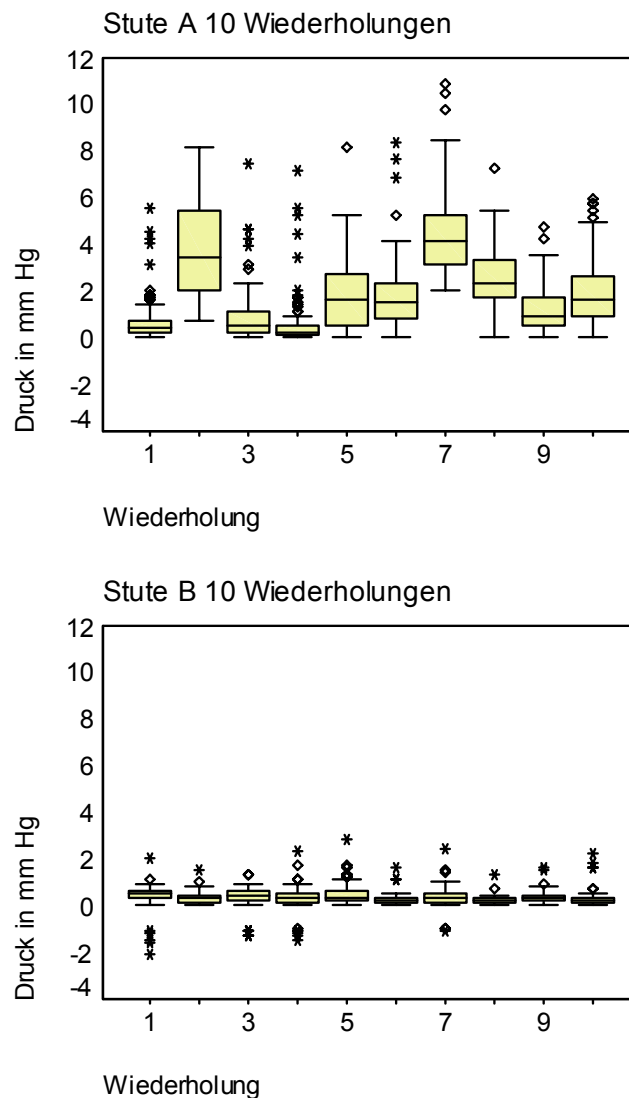
Komponente	Schätzung	Anteil an Summe
Varianz zwischen den Stuten	2,539	~34 %
Varianz zwischen Meßperioden innerhalb Stute	2,366	~32 %
Varianz innerhalb der Meßperiode	2,468	~34 %
Summe	7,373	100 %

Berücksichtigt man nur die ersten sieben Messperioden jeder Stute, würde sich das Verhältnis der Varianzkomponenten zueinander zu einem größeren Anteil zur Stutenkomponente hin verschieben (Schätzung bei 7 Meßperioden: Stute 5,736; Messperiode innerhalb Stute 0,834; Varianz innerhalb Messperiode 0,991). Auch dieses Ergebnis unterstützt die Forderung nach einer mindestens zweimaligen Wiederholung einer Meßperiode zu einer Einschätzung des tatsächlichen Druckes. Es sollten jedoch nicht zu viele Wiederholungsmessungen sein.

3.2.3.2 Einfluß des Untersuchers

Um die Wiederholbarkeit der Ergebnisse bei verschiedenen Untersuchern zu überprüfen, wurden bei zwei Stuten jeweils 10 aufeinanderfolgende Meßperioden in der selben Tiefe von 3 verschiedenen Untersuchern durchgeführt. Die Randomisierung der Untersucherfolge erfolgte durch ein Losverfahren. Dadurch mußte pro Tier ein Untersucher vier Messungen, die beiden anderen jeweils drei Messungen durchführen. Tab. 18 (s. Anhang) sowie die Abb. 10 und 11 stellen die Ergebnisse dieses Versuchsteils dar.

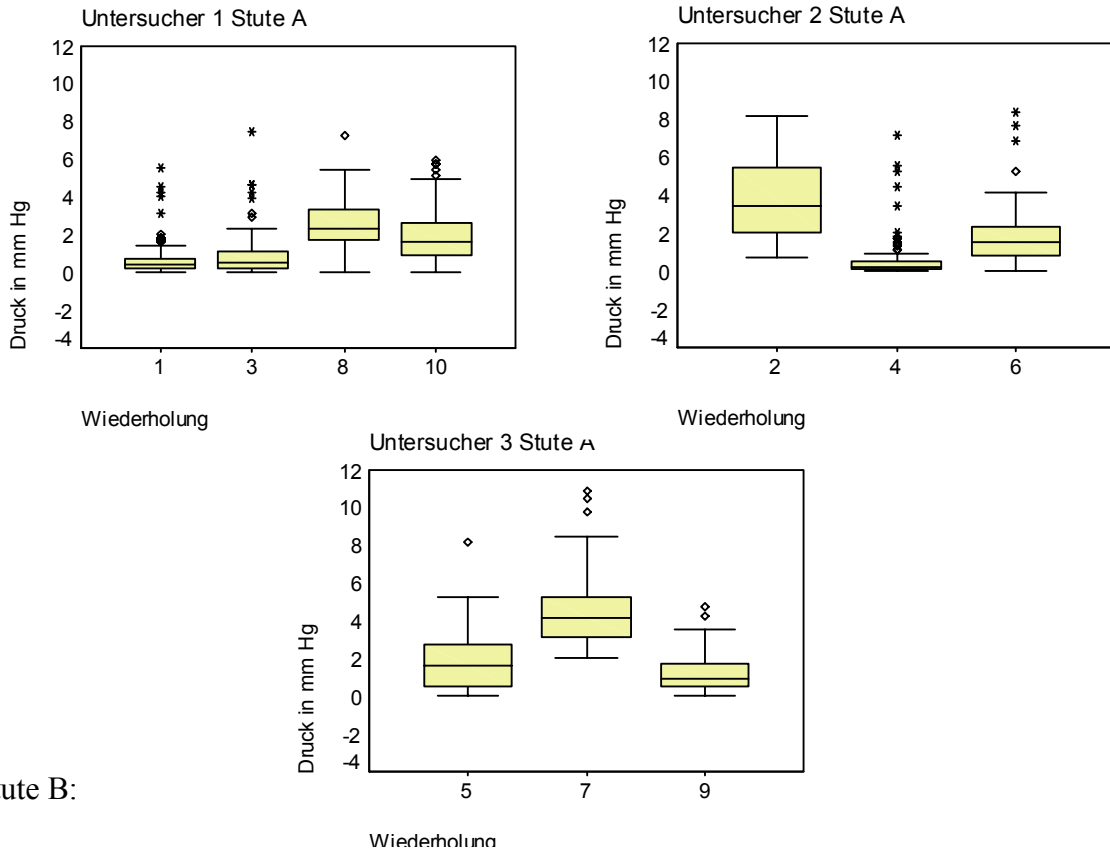
Abb. 10: Verteilung der Messwerte in Meßperiode 1-10 bei den Stuten A und B:



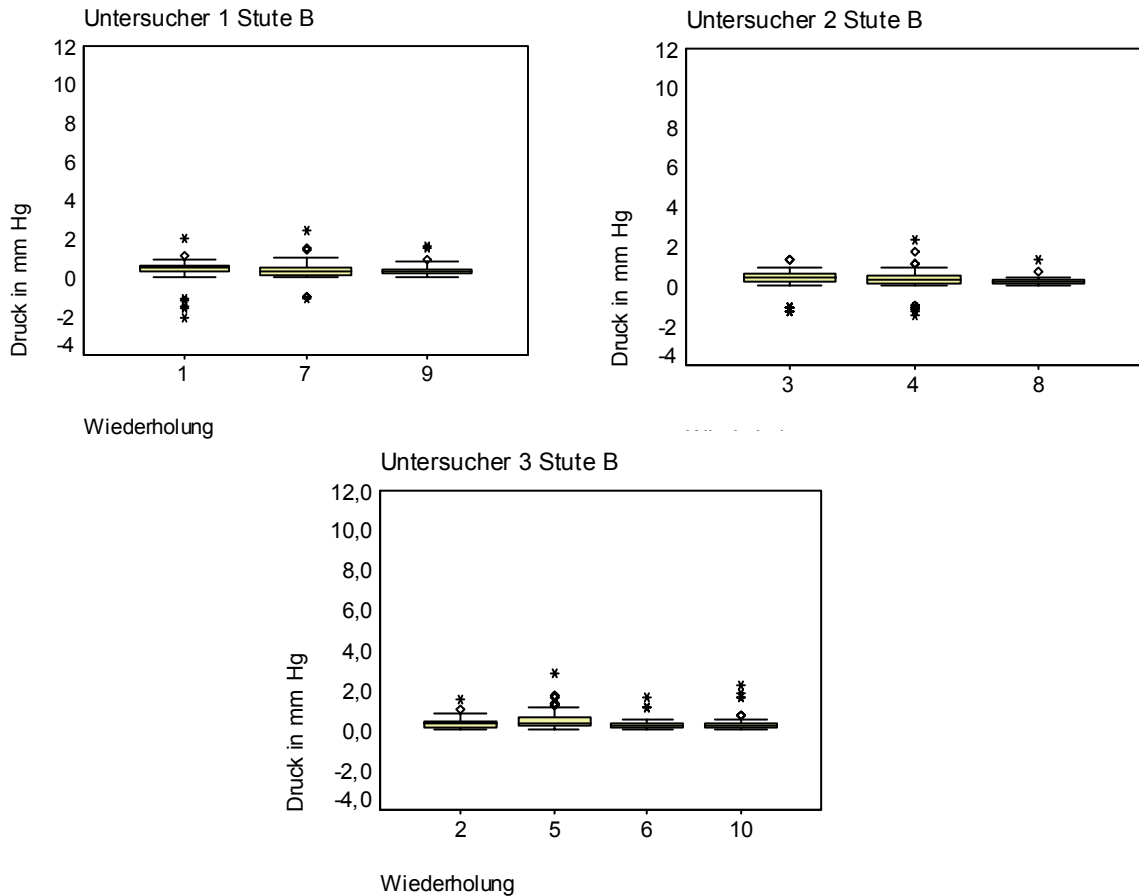
Während bei Stute B die Streuung der Meßwerte innerhalb und zwischen den Meßperioden optisch wenig differierte, zeigte Stute A eine deutlich stärkere Variation der Meßwerte. Dies könnte durch einen Einfluß des Untersuchers oder des Tieres, z.B. durch ein lebhafteres Temperament bedingt sein. Weiterhin tritt die beim vorhergehenden Versuch beobachtete Zunahme der Streuung auf der Zeitachse bei beiden Stuten nicht mehr auf.

Abb. 11: Verteilung der Messwerte in den Meßperioden nach einzelnen Untersuchern

Stute A:



Stute B:



Es ist weder ein systematischer Einfluß der einzelnen Untersucher noch ein zeitlicher Einfluß auf die Meßwerte zu erkennen. Die Streuung der Meßwerte innerhalb der einzelnen Perioden ist unregelmäßig über die verschiedenen Untersucher verteilt.

Daraufhin wurden die Varianzkomponenten Stute, Untersucher, Wechselwirkung Stute-Untersucher (Stute x Unters.), Meßperiode innerhalb Stute x Unters. sowie Varianz innerhalb Meßperiode geschätzt. Während die Komponenten Untersucher und Stute x Unters. keinen nennenswerten zusätzlichen Beitrag zur Gesamtvarianz zu liefern scheinen, sind die restlichen Faktoren etwa gleich groß. Erwartungsgemäß hatte dabei der Faktor Stute die größte Streuungskomponente (siehe Tab. 5).

Tab. 5: Varianzkomponentenschätzung bei unterschiedlichen Untersuchern:

Komponente	Schätzung	Anteil an Summe
Varianz zwischen den Stuten	1,353	~40 %
Varianz zwischen den Untersuchern	-0,018	~0 %
Varianz durch Wechselwirkungen zwischen Stute und Untersucher	-0,149	~0 %
Varianz zwischen den Meßperioden innerhalb (Stute x Unters.)	0,989	~30 %
Varianz innerhalb der Meßperioden	1,012	~30 %
Summe	3,187	100 %

Auf Grund des Einflusses der Wiederholung auf die Gesamtvarianz ist wiederum zu folgern, daß mindestens eine Wiederholungsmessung durchgeführt werden sollte, um eine Einschätzung des Druckes zu erlangen.

3.2.3.3 Varianzanalyse

Zur Durchführung einer Varianzanalyse, welche die verschiedenen Einflüsse auf das Ergebnis der Druckmessung während des Messvorganges aufklären sollte, wurde folgendes Versuchsdesign gewählt: Pro Stute wurden an drei verschiedenen Meßpunkten entlang des Genitalkanals (Vorhof, Hymenalring, kraniale Vagina) jeweils 2 Meßperioden unmittelbar hintereinander durchgeführt (Methodik siehe 3.2.1.3.1). Die Meßreihe wurde zwei Tage später (Untersuchungstage 22.11.1999 und 24.11.1999) wiederholt. In den Tabellen 6 und 7 sind die Streuungsmaße der Meßreihen wiedergegeben.

Tab. 6: Streuungsmaße der Meßreihe vom 22.11.1999

n=	Jamina Vorhof M1/M2	Jamina Hymen M1/M2	Jamina Vagina M1/M2	Cora Vorhof M1/M2	Cora Hymen M1/M2	Cora Vagina M1/M2	Novelle Vorhof M1/M2	Novelle Hymen M1/M2	Novelle Vagina M1/M2
\bar{x}	1,66/1,54	5,04/--	0,25/0,22	3,90/1,91	0,76/0,86	0,20/0,12	0,19/0,14	-0,4/-0,3	0,37/0,42
\tilde{x}	1,56/1,40	5,15/--	0,20/0,20	2,00/1,9	0,75/0,7	0,10/0,10	0,20/0,10	0,00/0,15	0,40/0,50
s	0,84/0,56	0,83/--	0,19/0,17	3,65/0,55	0,57/0,71	0,24/0,12	0,32/0,16	0,91/0,98	0,34/0,79
R	8,2/4,0	3,6/--	0,8/0,7	11,1/3,4	4,5/3,0	1,6/0,6	3,8/0,9	3,1/4,3	2,5/5,5

M = Meßperiode, \bar{x} = arithm. Mittelwert, \tilde{x} = Median, s = Standardabweichung, R = Spannweite; -- = Datenverlust

Die Daten der Meßperiode 2 für den Bereich Hymenalring bei der Stute "Jamina" sind in Folge eines Systemabsturzes bei der nachträglichen Bearbeitung verloren gegangen.

Tab. 7: Streuungsmaße der Meßreihe vom 24.11.1999

n=	Jamina	Jamina	Jamina	Cora	Cora	Cora	Novelle	Novelle	Novelle
120	Vorhof	Hymen	Vagina	Vorhof	Hymen	Vagina	Vorhof	Hymen	Vagina
	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2	M1/M2
\bar{x}	2,49/2,56	7,55/6,67	0,21/0,16	1,91/0,78	0,19/0,14	0,23/0,25	0,11/0,25	0,21/0,29	0,39/0,42
\tilde{x}	2,05/1,85	7,05/6,20	0,20/0,10	2,10/0,60	0,10/0,10	0,20/0,20	0,10/0,20	0,20/0,20	0,40/0,40
s	1,67/2,07	2,31/2,30	0,48/0,15	0,65/0,67	0,21/0,15	0,24/0,26	0,24/0,57	0,23/0,28	0,39/0,34
R	11,4/13,8	9,3/13,4	0,4/0,6	2,6/4,4	1,1/0,7	1,6/1,4	2,7/6,2	1,7/1,8	3,4/1,4

M = Meßperiode, \bar{x} = arithm. Mittelwert, \tilde{x} = Median, s = Standardabweichung, R = Spannweite;

Bei Betrachtung der Meßdaten fällt eine gewisse Schiefe der Verteilung auf. Um zu klären, wie stark sich dieses Phänomen auf die Ergebnisse der Varianzanalyse auswirkt, wurden die Daten durch zusätzliche Transformationen wie logarithmieren oder ziehen der Quadratwurzel unterzogen, ohne eine wesentliche Änderung der Ergebnisse herbeizuführen.

Der Druck ist die abhängige Variable. Die Faktoren Stute und Meßort werden als zufällig, der Faktor Meßperiode als fest betrachtet.

Die Varianzkomponentenschätzung, dargestellt in Tabelle 8, ergibt an beiden Versuchstagen als Hauptkomponente den Beitrag der Wechselwirkung zwischen Stute und Meßort. Während am ersten Versuchstag die Residuen sowie die Wechselwirkung zwischen Stute, Meßort und Meßperiode zusätzlichen Einfluß auf die Gesamtvarianz auszuüben scheinen, sind es am zweiten Versuchstag der Einfluß des Faktors Stute gefolgt von den Residuen.

Tab. 8: Varianzkomponentenschätzung für die Versuchstage 22. und 24.11.1999

Komponente	Schätzung 22.11.1999	Schätzung 24.11.1999
Varianz zwischen den Stuten	0,231	1,282
Varianz durch Wechselwirkungen zwischen Stute und Meßort	1,988	4,230
Varianz zwischen Meßperioden innerhalb von Stute und Meßort	0,384	0,108
Varianz innerhalb der Meßperioden	1,115	1,098

Für beide Versuchstage wurden getrennt univariate Varianzanalysen durchgeführt. Dabei wurden die folgenden Effekte zur abhängigen Variablen "Druck" auf Ihren Einfluß hin überprüft: Meßort, Stute, Wechselwirkungen zwischen Meßort und Stute, Einfluß der Wiederholung innerhalb von Ort und Stute sowie die nicht näher zu definierenden Resteinflüsse. Bis auf den Faktor Messort wurden alle Faktoren und Faktorkombinationen hierbei als zufällig angesehen. Die Tabellen 9 und 10 geben die Ergebnisse der Varianzanalyse für beide Tage wider. An beiden Tagen ergab sich ein Einfluß der Effekte Wiederholung innerhalb Messort und Stute sowie Wechselwirkungen zwischen Messort und Stute.

An beiden Tagen zeigte sich ein erkennbarer Effekt des Faktors Messperiode innerhalb von Messort. Dies lässt sich durch die unterschiedlichen Lebensäußerungen (wiehern, schnauben, trappeln etc.) während der Messungen erklären.

Tab. 9: Univariate Varianzanalyse für die Referenzmessungen am Tier (22.11.1999)

Effekt		Quadratsumme vom Typ III	dF	Mittel der Quadrate (MQ)	F	p
Konstanter Therm	Hypothese	2592,488	1	2592,488	3,927	0,186
	Fehler	1320,963	2,001	660,244 ^a		
Meßort	Hypothese	817,002	2	408,501	0,734	0,535
	Fehler	2226,053	3,998	556,858 ^b		
Stute	Hypothese	1320,541	2	660,271	1,186	0,394
	Fehler	2226,053	3,998	556,858 ^b		
Meßort*Stute	Hypothese	2215,388	4	553,847	18,480	<0,01
	Fehler	239,756	8	29,969 ^c		
Wiederholung (Meßort*Stute)	Hypothese	239,756	8	29,969	26,875	<0,01
	Fehler	2255,905	2023	1,115 ^d		

a: $1,0 \text{ MQ(Stute)} + 2,141 \text{ E-04 MQ(Meßort*Stute)} + 6,356 \text{ E-06 MQ(Wiederholung(Meßort*Stute))}$

b: $1,006 \text{ MQ(Meßort*Stute)} - 5,747 \text{ E-03 MQ(Wiederholung(Meßort*Stute))}$

c: $\text{MQ(Wiederholung(Meßort*Stute))}$

d: MQ (Fehler)

Tab. 10: Univariate Varianzanalyse für die Referenzmessungen am Tier (24.11.1999)

Effekt		Quadratsumme vom Typ III	dF	Mittel der Quadrate (MQ)	F	p
Konstanter Therm	Hypothese	4104,401	1	4104,401	2,102	0,284
	Fehler	3904,733	2	1952,367 ^a		
Meßort	Hypothese	1793,093	2	896,547	0,818	0,504
	Fehler	4381,687	4	1095,422 ^b		
Stute	Hypothese	3904,733	2	1952,367	1,782	0,280
	Fehler	4381,687	4	1095,422 ^b		
Meßort*Stute	Hypothese	4381,687	4	1095,422	78,253	<0,01
	Fehler	125,986	9	13,998 ^c		
Wiederholung (Meßort*Stute)	Hypothese	125,986	9	13,998	12,751	<0,01
	Fehler	2351,470	2142	1,098 ^d		

a: MQ(Stute)

b: MQ(Meßort*Stute)

c: MQ(Wiederholung(Meßort*Stute))

d: MQ (Fehler)

Außerdem zeigt sich an beiden Tagen eine signifikante Wechselwirkung zwischen den Faktoren Messort und Stute. Eine derartige Wechselwirkung bedeutet, dass sich die Druckprofile über die drei Messorte bei den Stuten unterschiedlich aussehen. Ein darüber hinaus gehender, systematischer Effekt des Faktors Messort war nicht zu erkennen.

3.2.4 Der Verschlussdruck entlang des Genitalkanals der Stute im Zyklusverlauf

Die Daten der Druckmessung im Genitale wurden durch die in den Abschnitten 3.1.3, 3.1.4 sowie 3.2.1.3 beschriebenen Zeitpläne und Arbeitsschritte über insgesamt drei vollständige Sexualzyklen ermittelt.

3.2.4.1 Der intravestibuläre Druck im Zyklusverlauf

In den Abbildungen 12 bis 16 sind die ermittelten Meßwerte für den intravestibulären Druck in drei konsekutiven Zyklen bei den fünf untersuchten Tieren dargestellt. Die auf der Abszisse aufgetragenen Zahlen stellen bei positiven Vorzeichen die Tage nach Ovulation dar. Die negativen Vorzeichen stehen für Tage vor der Ovulation. Der Tag der Ovulation ist mit 0 festgelegt worden. Da die Tiere unterschiedlich lange Zykluszeiten aufweisen, ist nicht für jeden Tag auf der Abszisse ein Meßwert ermittelt worden. Weiterhin sind nur beim jeweils längsten Zyklus eines Tieres alle Datenpunkte miteinander verbunden dargestellt.

Abb. 12: Intravestibulärer Druck im Zyklusverlauf der Stute 2 über drei Zyklen

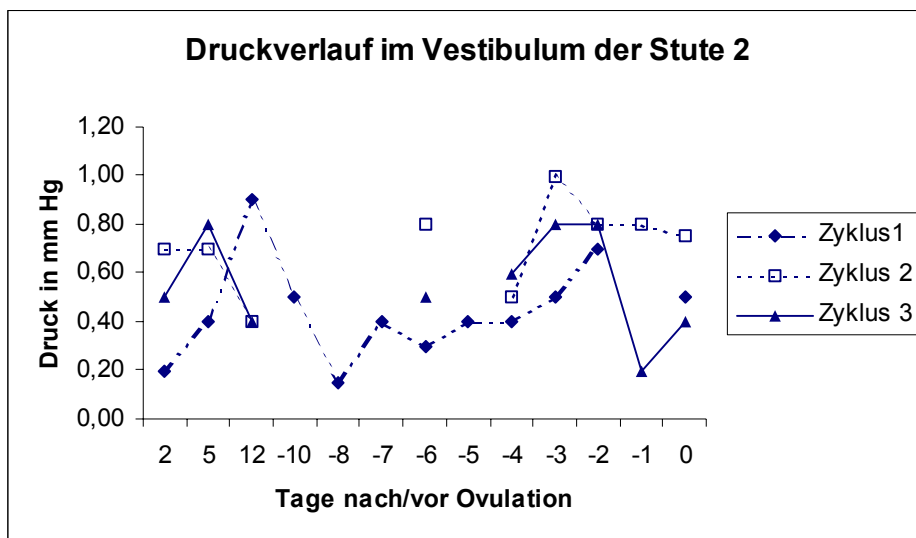


Abb. 13: Intravestibulärer Druck im Zyklusverlauf der Stute 3 über drei Zyklen

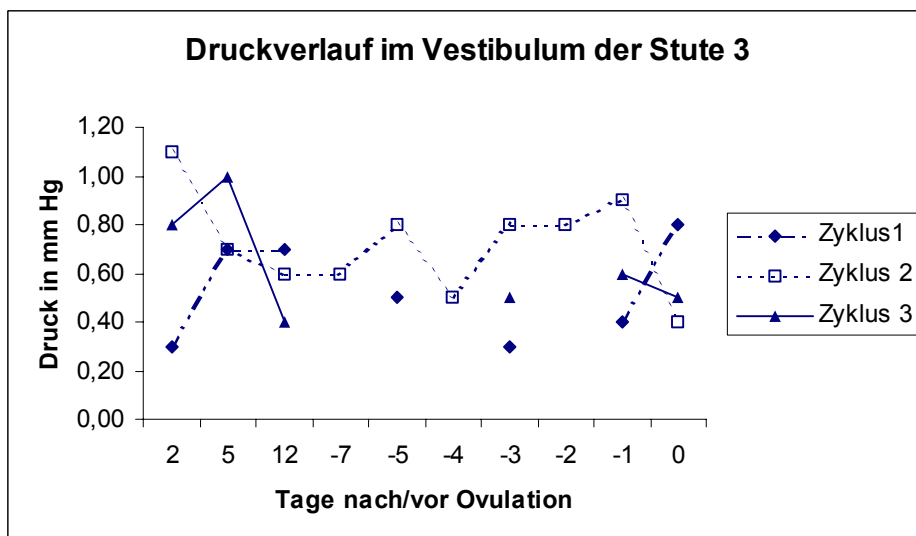


Abb. 14: Intravestibulärer Druck im Zyklusverlauf der Stute 4 über drei Zyklen

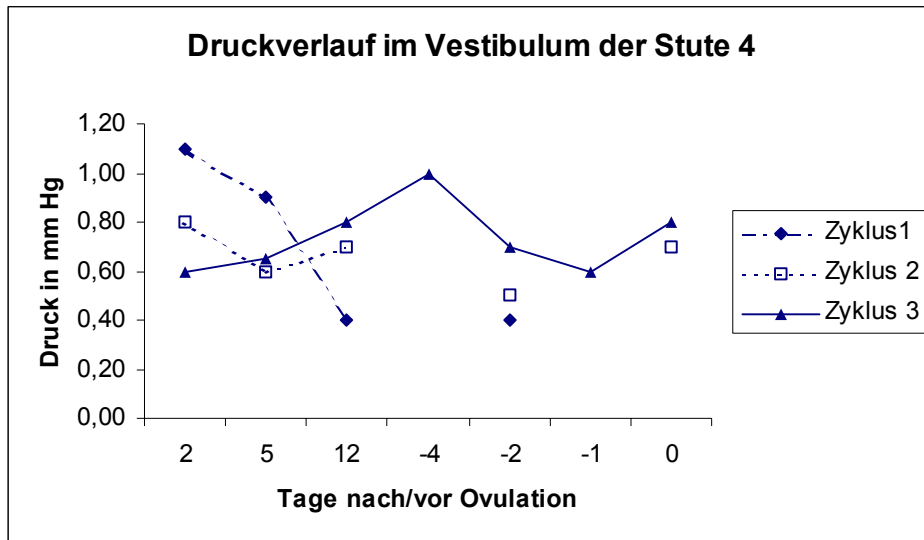


Abb. 15: Intravestibulärer Druck im Zyklusverlauf der Stute 5 über drei Zyklen

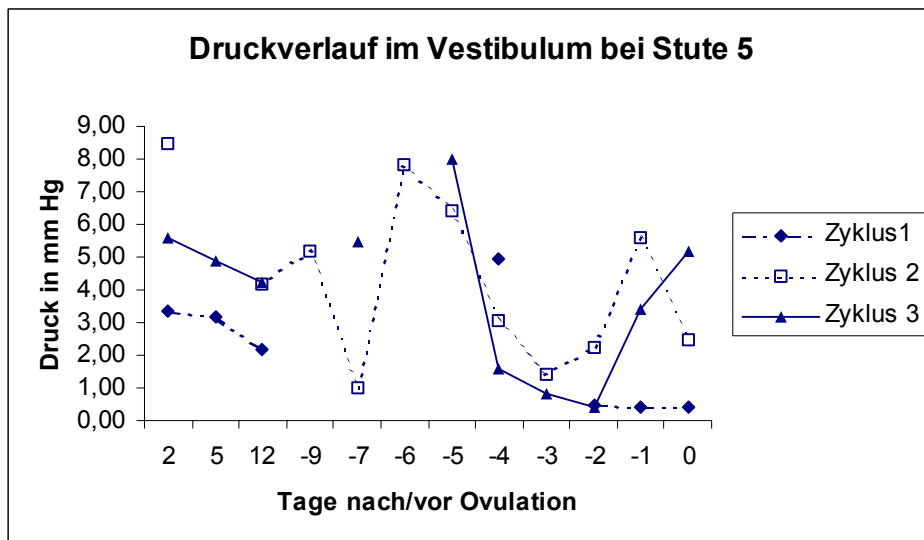
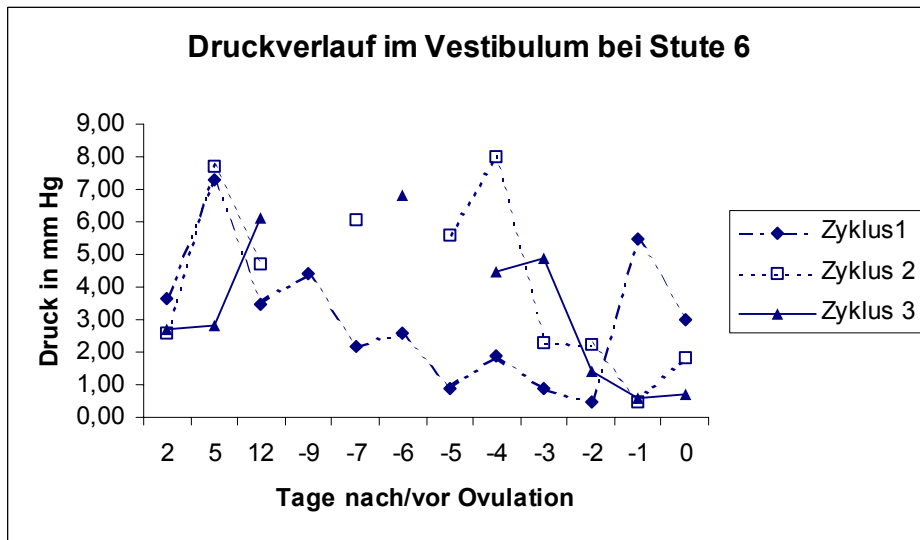
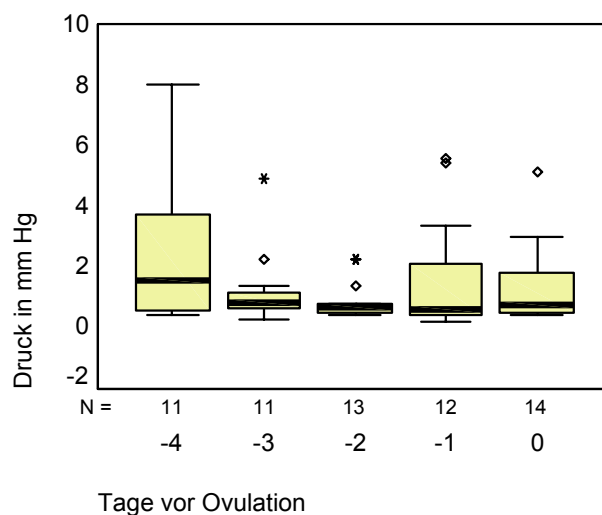


Abb. 16: Intravestibulärer Druck im Zyklusverlauf der Stute 6 über drei Zyklen



Um das uneinheitliche Bild der einzelnen Druckverläufe besser vergleichen zu können, wurden anschließend nur die Verläufe im ovulationsnahen Zeitraum gemeinsam betrachtet (s. Abb. 17). Hierzu werden zur Vereinfachung der Betrachtung die ermittelten Drücke aller Stuten (n=5) für den jeweiligen Tag der Messung (bezogen auf die Ovulation) als Boxplot dargestellt.

Abb. 17: Druckverlauf im Scheidenvorhof während des ovulationsnahen Zeitraumes



* = Extremwert

o = Ausreißer

Bei dieser Art der Betrachtung vermitteln die Mediane hierbei den Eindruck eines kontinuierlichen Druckabfalls. Dabei erreichen sie einen Tag vor der Ovulation den niedrigsten Wert um dann am Tag der Ovulation wieder leicht anzusteigen.

3.2.4.2 Der Druck des Hymenbereiches im Zyklusverlauf

Die Druckverläufe im Hymenbereich sind wie die im Vestibulum gemessenen Werte uneinheitlich. Da sie im wesentlichen in der Art der Kurvenverläufe denen des Scheidenvorhofdruckes ähneln, wird auf eine Einzeldarstellung für jede Stute verzichtet. In Abb. 18 sind exemplarisch die Druckverläufe bei der Stute 6 dargestellt.

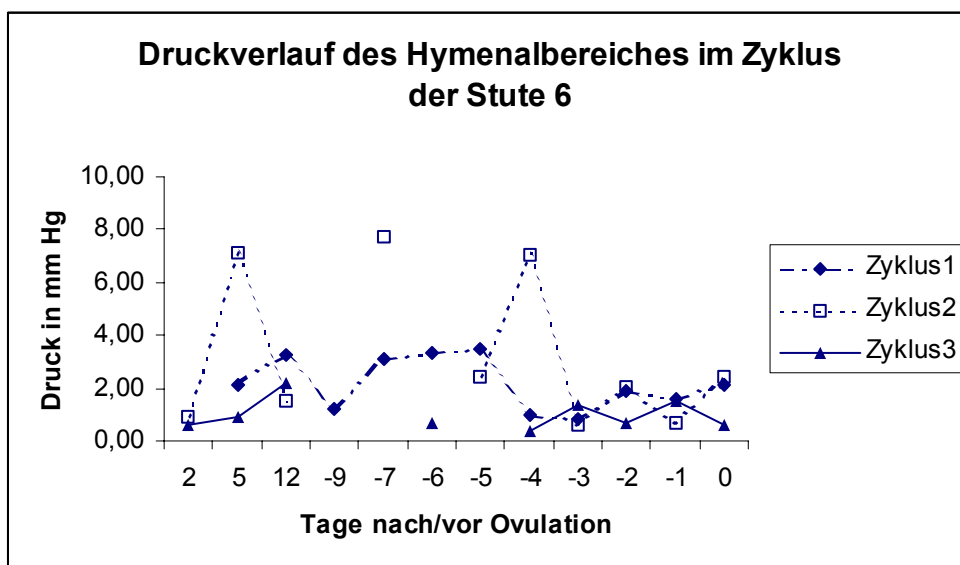
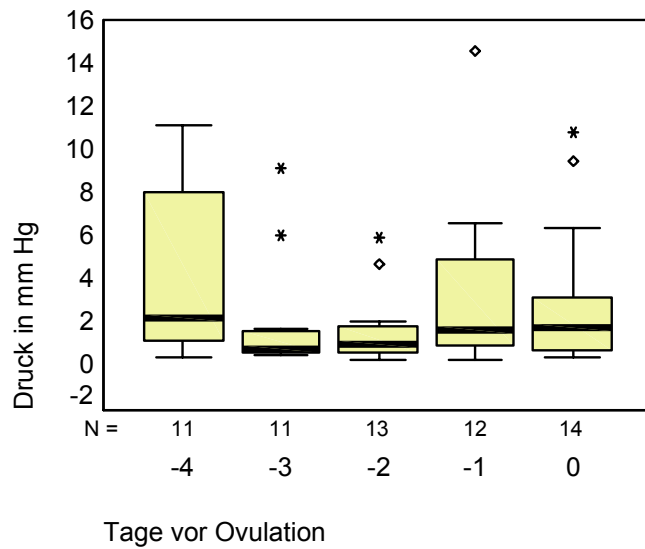


Abbildung 18: Druck im Hymenbereich über drei Zyklen

Wie zuvor wurden nunmehr die erhobenen Daten im ovulationsnahen Zeitraum betrachtet (s. Abb. 19).

Abbildung 19: Druckverlauf im Hymenbereich während des ovulationsnahen Zeitraumes

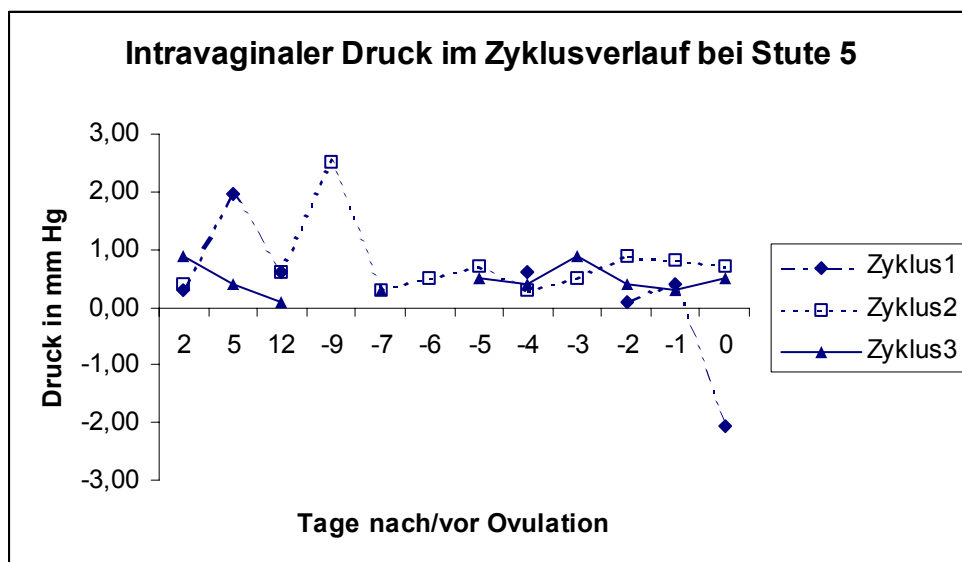


In dieser Darstellung scheint, nach einem Druckabfall zwischen den Tagen 4 und 3 vor Ovulation, ein geringer Druckanstieg bis zur Ovulation zu erfolgen.

3.2.4.3 Der intravaginale Druck im Zyklusverlauf

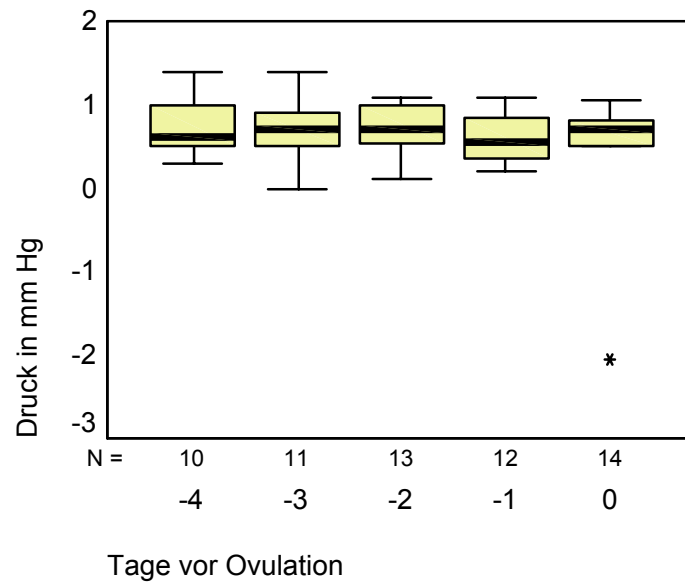
Wie im vorangegangenen Abschnitt soll aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine individuelle Darstellung der Druckverläufe bei den einzelnen Tieren verzichtet werden. Wiederum dient die Abbildung 20 als Exempel.

Abb. 20: Verlauf des intravaginalen Druckes bei Stute 5 über drei Zyklen



Bei der Betrachtung aller intravaginalen Druckwerte im ovulationsnahen Zeitraum (s. Abb. 21) fällt keine deutliche Struktur der Daten auf.

Abb. 21: Intravaginaler Druckverlauf im ovulationsnahen Zeitraum



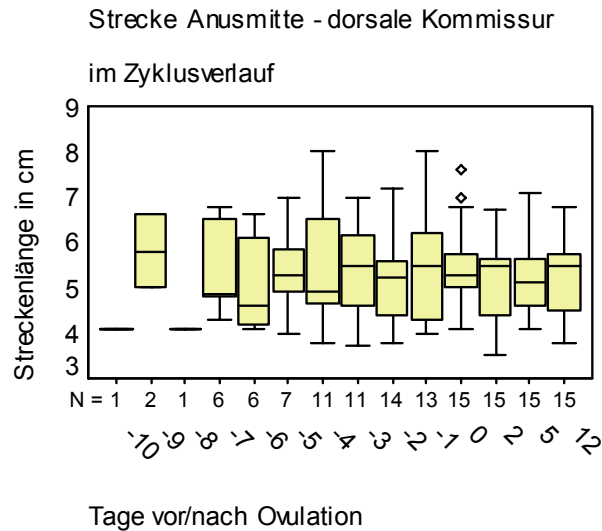
3.2.5 Die Veränderungen des Perinealbereiches im Zyklusverlauf

Die Daten über die Gestalt des Perinealbereiches wurden durch die in den Abschnitten 3.1.3, 3.1.4 sowie 3.1.5 beschriebenen Zeitpläne und Arbeitsschritte über insgesamt drei vollständige Sexualzyklen ermittelt.

3.2.5.1 Die Länge der Strecke Anusmitte - dorsale Kommissur im Zyklusverlauf

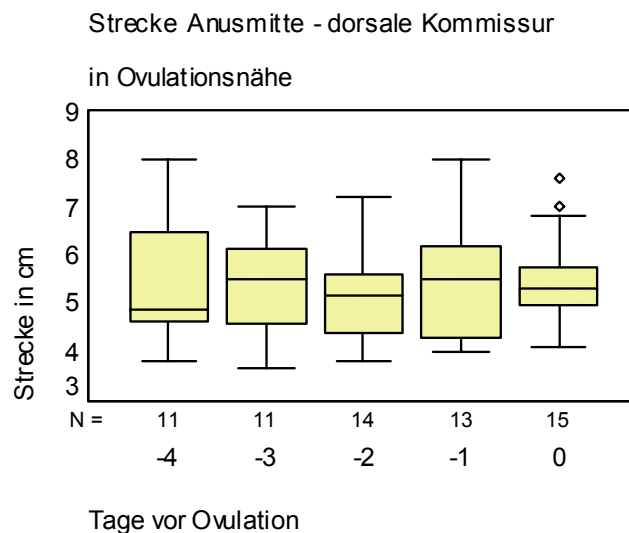
In der Abbildung 21 sind die ermittelten Strecken für die einzelnen Zyklostage dargestellt.

Abb. 21: Länge der Strecke Anusmitte - dorsale Kommissur im Zyklusverlauf



Die Tage -10 bis -8 sollen nicht in die Interpretation einbezogen werden, da die Daten nur von zwei Tieren stammen. Der Verlauf der Mediane scheint keine Struktur zu beinhalten. Auch die Spannweite lässt auf den ersten Blick keinen einheitlichen Trend erkennen (s. Abb. 22).

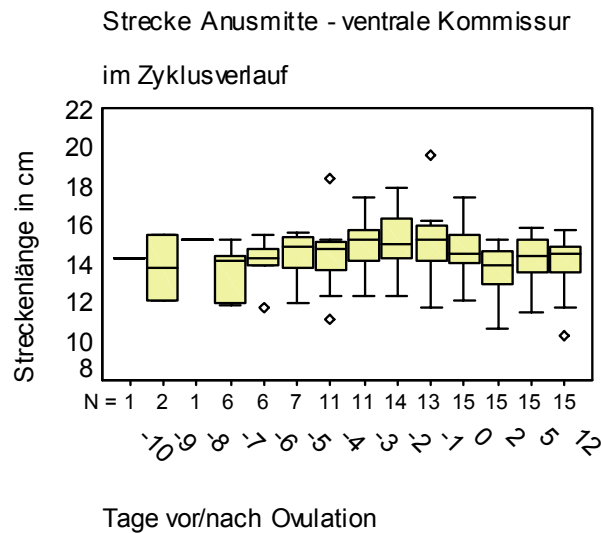
Abb. 22: Länge der Strecke Anusmitte - dorsale Kommissur im ovulationsnahen Zeitraum



3.2.5.2 Die Länge der Strecke Anusmitte - ventrale Kommissur im Zyklusverlauf

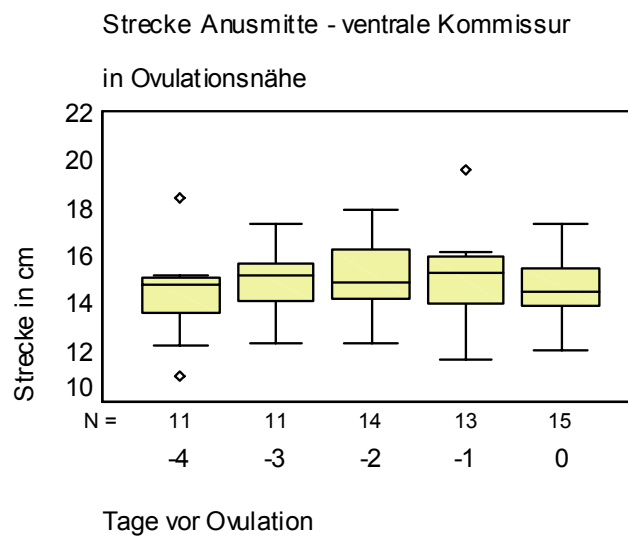
In der Abbildung 23 sind die ermittelten Strecken für die einzelnen Zyklustage dargestellt.

Abb. 23: Länge der Strecke Anusmitte - ventrale Kommissur im Zyklusverlauf



Die Tage -10 bis -8 sollen nicht in die Interpretation einbezogen werden, da die Daten nur von zwei Tieren stammen. Bei Betrachtung der Mediane wird eine Steigerung von Tag -7 bis Tag -1 erkannt, sowie in der Folge ein Abfallen der Streckenlänge bis Tag 2 nach Ovulation. In Abb. 24 ist der Verlauf im ovulationsnahen Zeitraum aufgezeichnet.

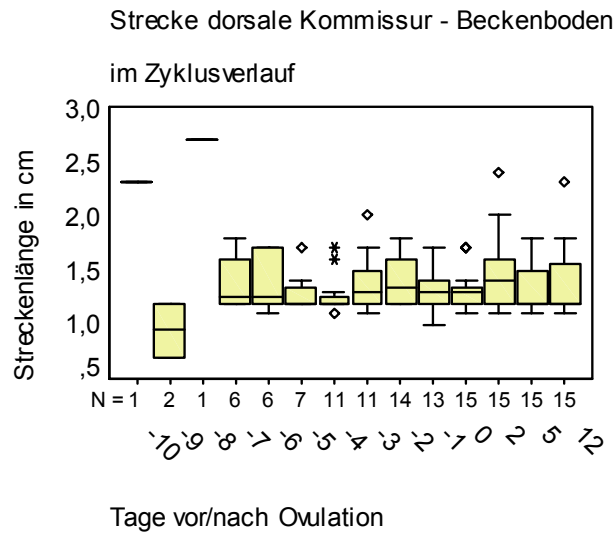
Abb. 24: Länge der Strecke Anusmitte - ventrale Kommissur im ovulationsnahen Zeitraum



3.2.5.3 Die Länge der Strecke dorsale Kommissur - Beckenboden im Zyklusverlauf

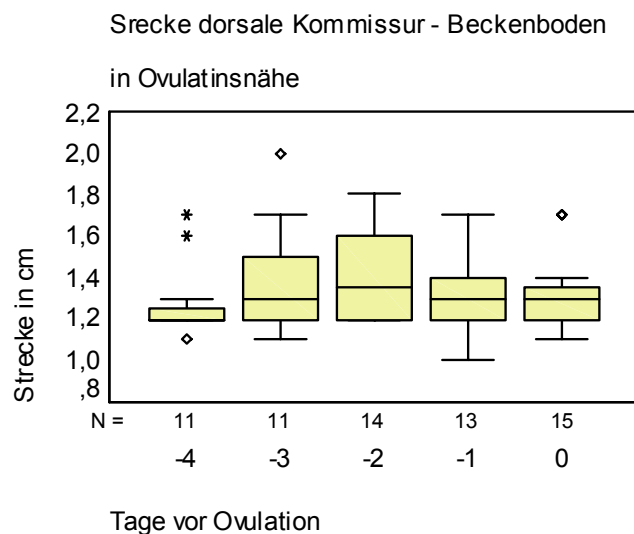
In der Abbildung 25 sind die ermittelten Strecken für die einzelnen Zyklastage dargestellt.

Abb. 25: Länge der Strecke dorsale Kommissur - Beckenboden im Zyklusverlauf



Die Tage -10 bis -8 sollen nicht in die Interpretation einbezogen werden, da die Daten nur von zwei Tieren stammen. Die Mediane vermitteln den Eindruck einer Steigerung der Streckenlänge von Tag -4 bis Tag -2 und ein anschließendes Absinken der Streckenlänge bis zum Tage der Ovulation. Zum Tag 2 nach Ovulation ist dann eine erneute Zunahme der Streckenlänge zu verzeichnen. Diesen Eindruck spiegelt auch die Abb. 26 für den ovulationsnahen Zeitraum wider.

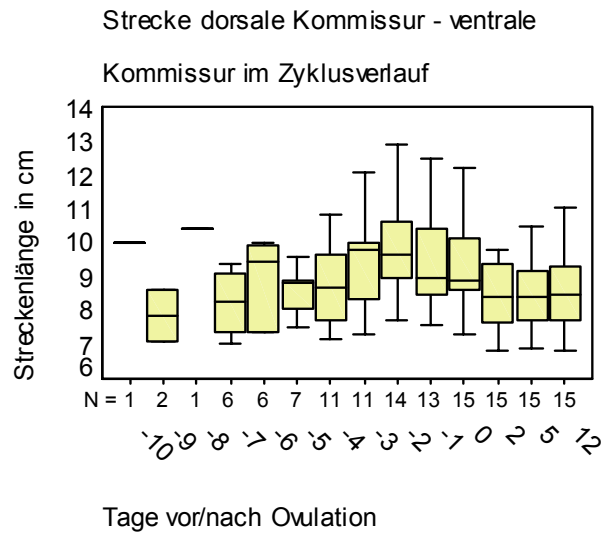
Abb. 26: Länge der Strecke dorsale Kommissur - Beckenboden im ovulationsnahen Zeitraum



3.2.5.4 Die Länge der Strecke dorsale Kommissur - ventrale Kommissur im Zyklusverlauf

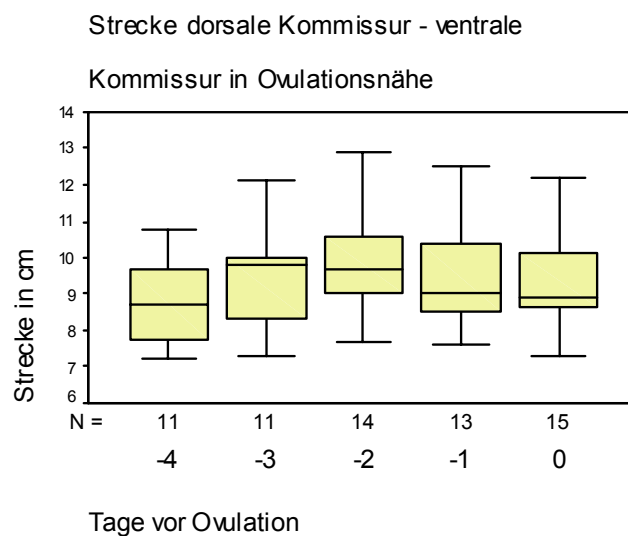
In der Abbildung 27 sind die ermittelten Strecken für die einzelnen Zyklostage dargestellt.

Abb. 27: Länge der Strecke dorsale Kommissur - ventrale Kommissur im Zyklusverlauf



Die Tage -10 bis -8 sollen nicht in die Interpretation einbezogen werden, da die Daten nur von zwei Tieren stammen. Die gewonnenen Daten vermitteln den Eindruck eines stetigen Anstieges der Streckenlänge von Tag -5 bis zu einem Maximum an Tag -2, um in der Folge bis zum Tag 2 nach Ovulation wieder abzufallen. In der Abbildung 28 ist das beobachtete Phänomen noch einmal für den ovulationsnahen Zeitraum dargestellt.

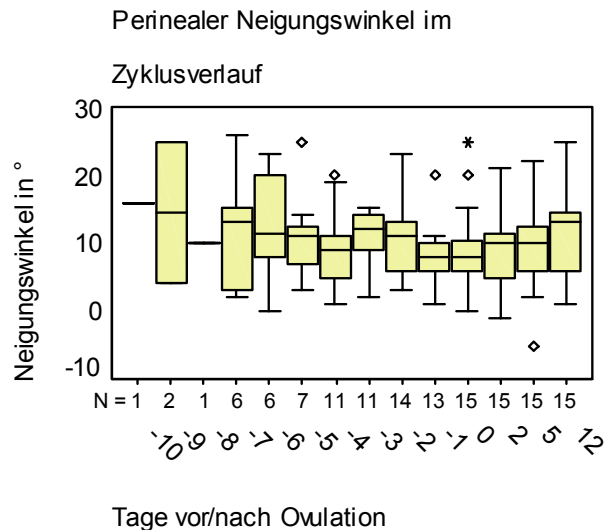
Abb. 28: Länge der Strecke dorsale Kommissur - ventrale Kommissur im ovulationsnahen Zeitraum



3.2.5.5 Der Neigungswinkel des Perineums im Zyklusverlauf

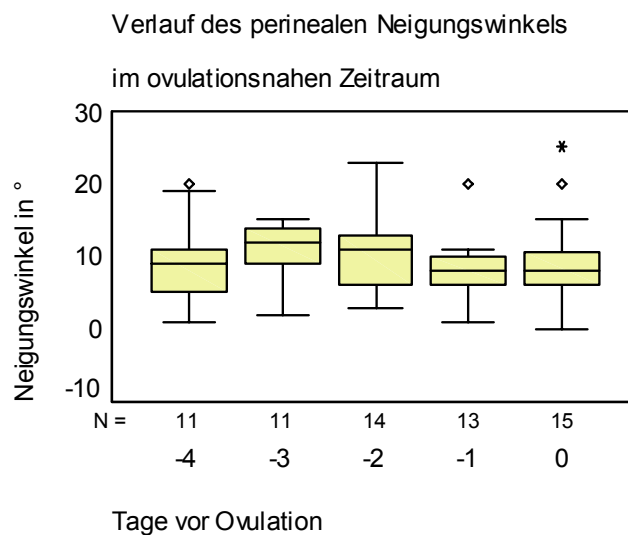
Die Winkelung des Perineums zu einer gedachten Senkrechten zum Fußboden wird in Abbildung 29 im Zyklusverlauf dargestellt.

Abb. 29: Neigungswinkel des Perineums im Zyklusverlauf



Die Tage -10 bis -8 sollen nicht in die Interpretation einbezogen werden, da die Daten nur von zwei Tieren stammen. Der Verlauf der perinealen Neigungswinkel erscheint uneinheitlich. Lediglich im ovulationsnahen Zeitraum scheinen die Mediane eine Abnahme des Neigungswinkels ab Tag -3 bis zur Ovulation zu vermitteln (s. Abb. 30).

Abb. 30: Neigungswinkel des Perineums im ovulationsnahen Zeitraum



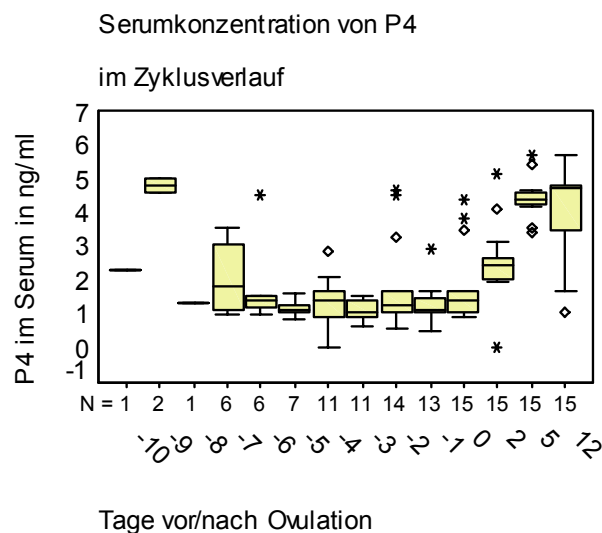
3.2.6 Die Konzentration der Sexualhormone im Blutserum während des Zyklusverlaufes

Die Daten über die Konzentration der Sexualhormone im Blutserum wurden durch die in den Abschnitten 3.1.3, 3.1.4 sowie 3.1.5 beschriebenen Zeitpläne und Arbeitsschritte über insgesamt drei vollständige Sexualzyklen ermittelt.

3.2.6.1 Der Progesteron Gehalt des Blutserums im Zyklusverlauf

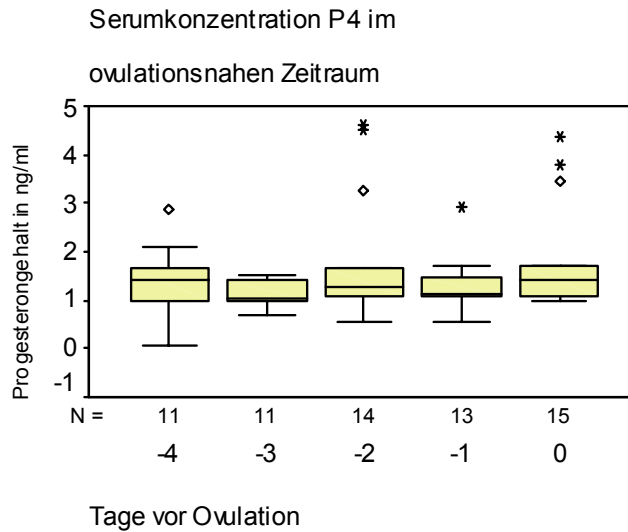
In der Abbildung 31 ist der Progesteron Gehalt des Blutserums im Zyklusverlauf dargestellt.

Abb. 31: Serumprogesteronkonzentration im Zyklusverlauf



Wiederum sollen die Tage -10 bis -8 nicht in die Betrachtung mit aufgenommen werden, da die ermittelten Daten von nur 2 Tieren stammen. Nach einem steilen Abfall der Serumkonzentration zwischen den Tagen -7 und -6 ist ein erneuter steiler Anstieg der Serumkonzentration ab Tag 2 nach der Ovation zu erkennen, mit einem Maximum am Tag 12 nach Ovation. Im ovulationsnahen Zeitraum (s. Abb 32) scheint den Daten keine einheitliche Struktur inne zu wohnen.

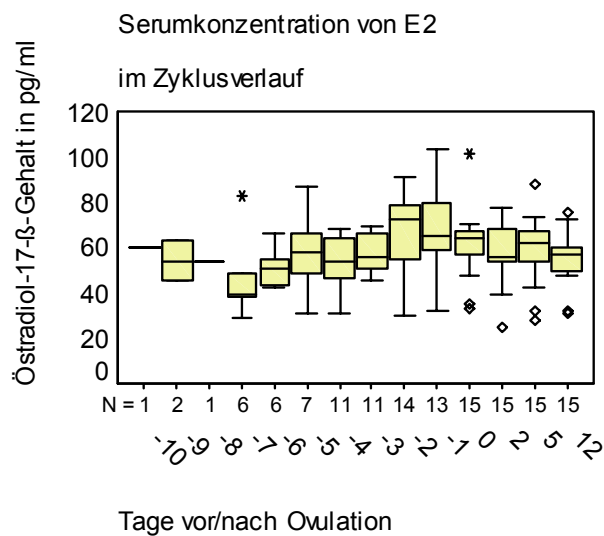
Abb. 32: Serumprogesteronkonzentration in Ovulationsnähe



3.2.6.2 Der Östrogengehalt des Blutserums im Zyklusverlauf

Im der nachfolgenden Betrachtung wurde lediglich der Gehalt an 17- β -Östradiol (E2) als wirksamster Metabolit des Gesamtöstradiols bestimmt. In der Abbildung 33 ist der E2-Gehalt des Blutserums im Zyklusverlauf dargestellt.

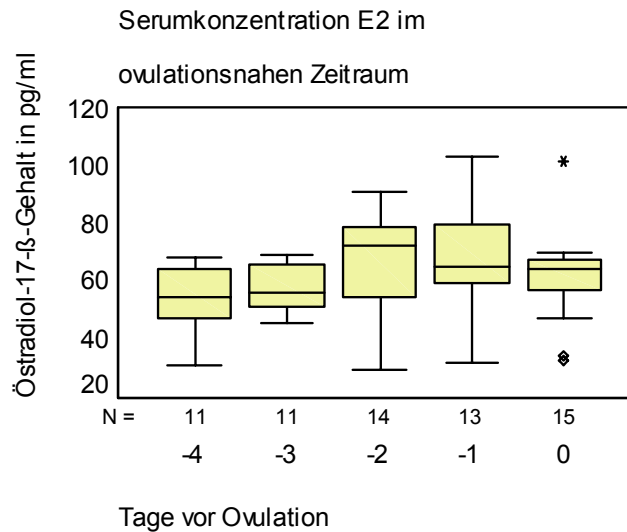
Abb. 33: Serumkonzentration von E2 im Zyklusverlauf



Wiederum sollen die Tage -10 bis -8 nicht in die Betrachtung mit aufgenommen werden, da die ermittelten Daten von nur 2 Tieren stammen. So nehmen die Serumkonzentrationen an E2 am Ende des Zyklus langsam zu, um etwa zwei Tage vor der Ovulation ein Maximum zu

erreichen. In der Folge nehmen die E2-Konzentrationen wieder ab. Die Abb. 34 verdeutlicht die Situation im ovulationsnahen Zeitraum.

Abb. 34: Serumkonzentration von E2 im ovulationsnahen Zeitraum

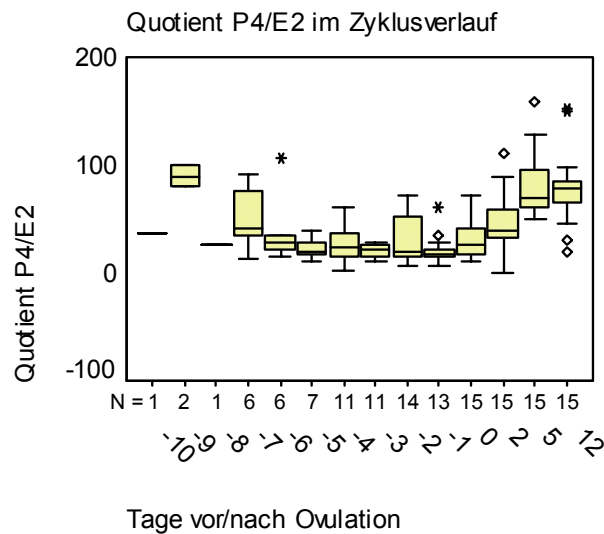


Während die Mediane ihr Maximum am Tage -2 erreichen, ist die Streuung der Meßwerte am Tage -1 am größten. So muß aus diesen Darstellungen abgeleitet werden, daß die höchste Östradiol-17-β-Konzentration im Serum im Zeitraum von 48-24 h vor Ovation erreicht wird.

3.2.6.3 Der Quotient aus Progesteron- und Östrogen-17-β-Gehaltes des Blutserums im Zyklusverlauf

In der folgenden Betrachtung wurden nunmehr die Quotienten aus den ermittelten Konzentrationen der Sexualsteroid Progesteron (P4) und Östradiol-17-β (E2) in ng/ml Blutserum errechnet und im Zyklusverlaufe dargestellt (s. Abb. 35).

Abb. 35: Der Quotient P4/E2 im Zyklusverlauf



Wiederum sollen die Tage -10 bis -8 nicht in die Betrachtung mit aufgenommen werden, da die ermittelten Daten von nur 2 Tieren stammen. Nach uneinheitlichem Verlauf zwischen den Tagen -7 bis -3 kann ab Tag -2 ein kontinuierlicher Anstieg des Medians bis Tag 12 nach Ovation verzeichnet werden. Auf eine Darstellung der Verhältnisse im ovulationsnahen Zeitraum soll hier verzichtet werden.

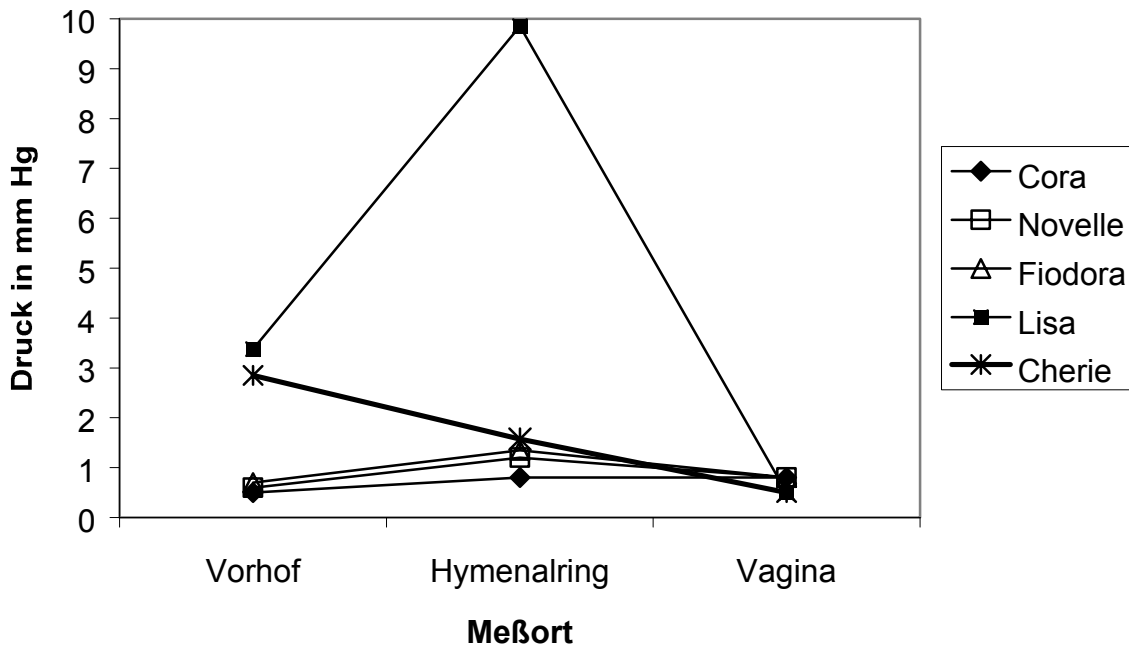
3.2.7 Vergleich der ermittelten Verschlussdrücke für Vorhof, Hymenalbereich und kaudaler Scheide

In Abbildung 36 sind die Ergebnisse der Druckmessung als Median der Messwerte an den 3 Meßorten über 3 konsekutive Sexualzyklen für jede einzelne Stute dargestellt. Eine Berücksichtigung der endokrinen Situation zum Zeitpunkt der Einzelmessung erfolgt hierbei nicht.

In dieser Darstellung, aufgeschlüsselt nach Stuten fällt eine Sonderstellung der Stute "Cherie" auf. Während bei den 4 anderen Tieren der Hymenalring den Ort des höchsten Verschlussdruckes darstellt, zeigt diese Stute den höchsten Verschlussdruck im Scheidenvorhof. Trotzdem die Stute anscheinend keinerlei Auffälligkeiten bei der klinischen Untersuchung zeigte und demnach als geschlechtsgesund eingestuft wurde, verhält sie sich hier grundsätzlich unterschiedlich zu den anderen Tieren. Der Grund hierfür bleibt verborgen.

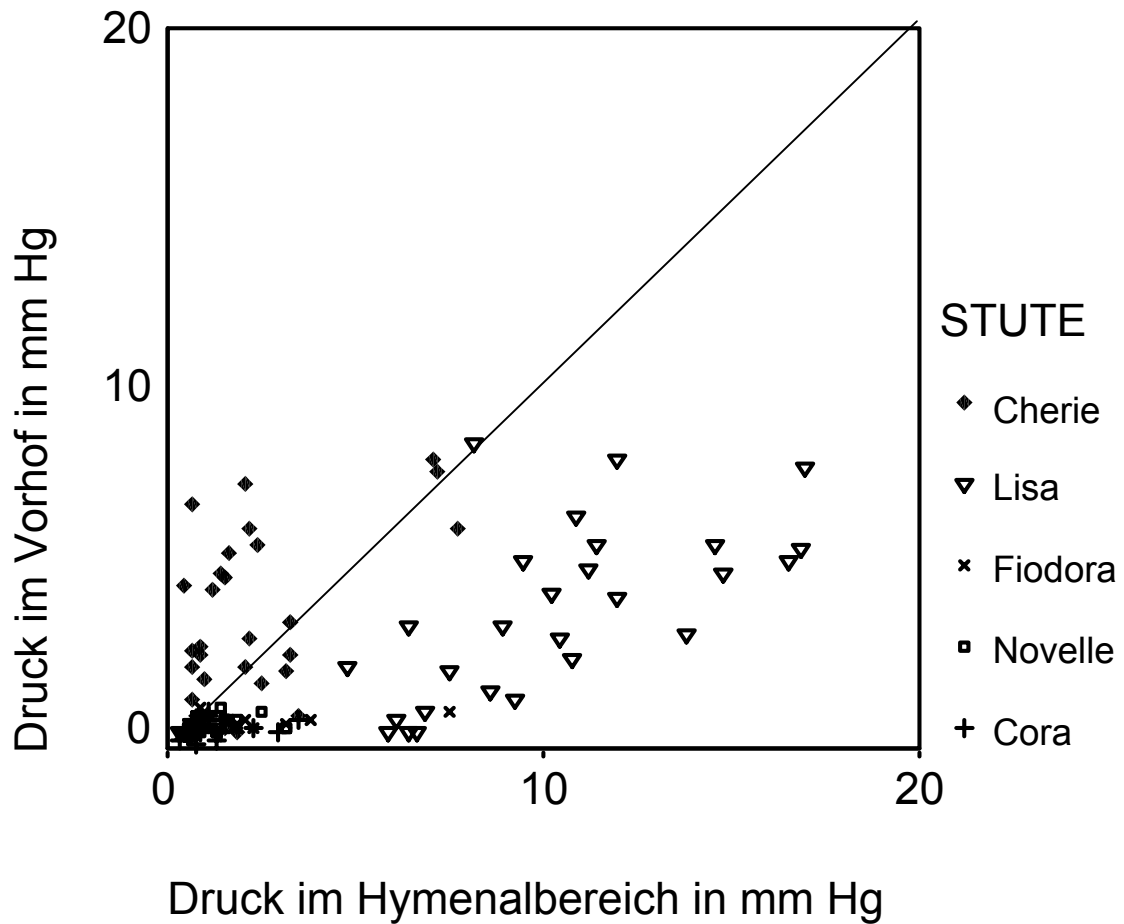
Eventuell kann sie als Modelltier für eine Situation nach einer erfolgten Vestibulumnaht nach GÖTZE gelten.

Abb. 36: Ermittelter Verschlussdruck an den drei Messorten über drei Zyklen



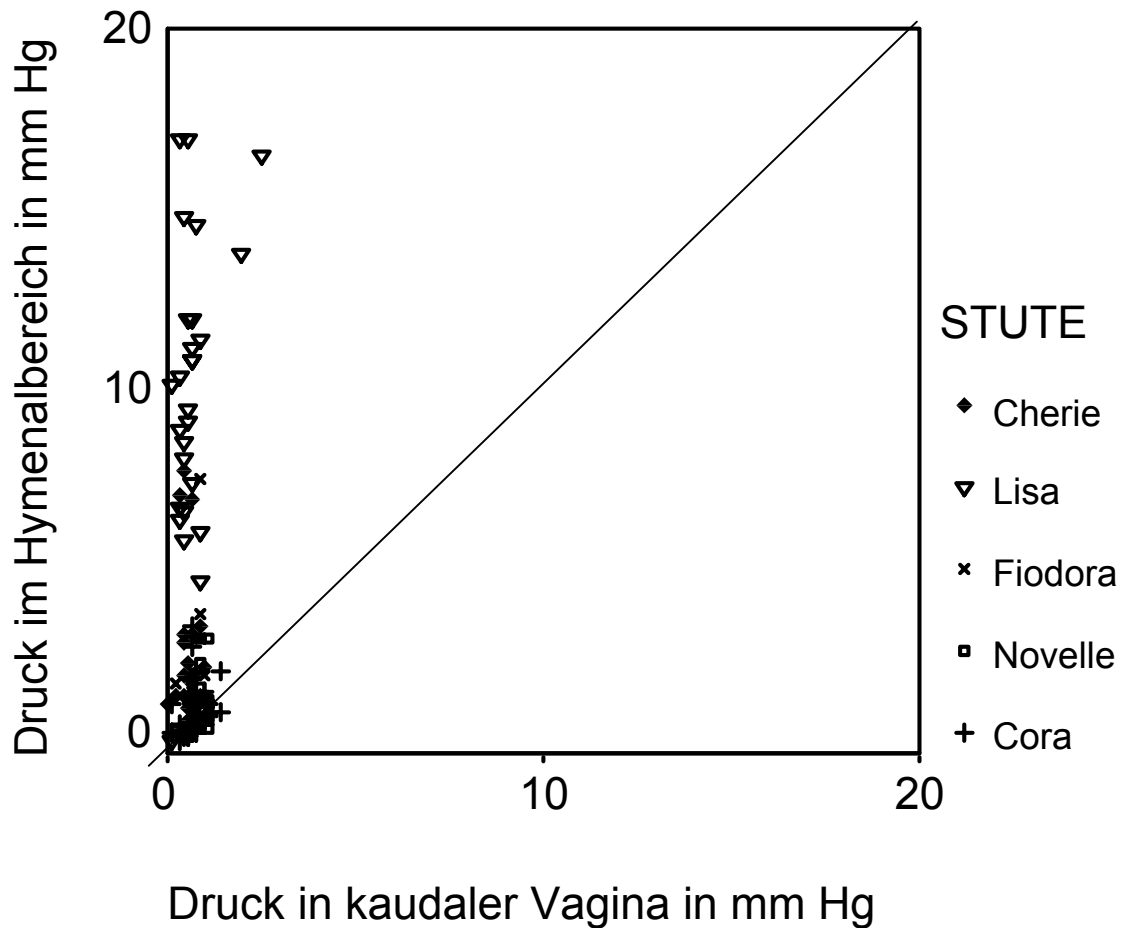
Die Betrachtung bestätigt zumindest für die ersten beiden Messorte weiterhin den Einfluß der Wechselwirkungen zwischen Messort und Stute auf das Ergebnis der Druckmessung (s. 3.2.3.3). So unterscheiden sich die gemessenen Drücke für die beiden Lokalisationen zwischen Individuen teils erheblich. Diese Annahme wird auch durch die Abbildung 37 gestützt, in welcher die Druckwerte im Scheidenvorhof sowie des Hymenalbereiches nach Stuten aufgegliedert in Form eines Streudiagramms gegeneinander aufgezeichnet wurden. So kann für jede Stute ein individueller Cluster identifiziert werden. Weiterhin wurde eine Winkelhalbierende eingezeichnet. Lediglich die Stute Cherie liegt mit ihren Wertepaaren überwiegend oberhalb dieser Markierung. Das bedeutet, dass bei diesem Tier die gemessenen Drücke im Scheidenvorhof regelmäßig höhere Werte annahmen, als diejenigen im Hymenalbereich. Auf die Sonderstellung dieses Tieres wurde bereits oben eingegangen.

Abb. 37: Streudiagramm der Druckwerte im Scheidenvorhof gegen diejenigen des Hymenalbereiches bei den untersuchten Tieren.



In Abbildung 38 sind die Druckwerte des Hymenalbereiches gegen die in der kaudalen Scheide gemessenen Drücke dargestellt. Eine deutliche Clusterung ist aufgrund der gewählten Darstellung nicht zu erkennen. Die Wertepaare aller Stuten liegen überwiegend oberhalb der Winkelhalbierenden. Hieraus lässt sich ableiten, dass der Druck im Hymenalbereich regelmäßig höher ist, als der jeweils zugehörige in der kaudalen Vagina.

Abb. 38: Streudiagramm der Druckwerte im Hymenalbereich gegen diejenigen der kaudalen Vagina bei den untersuchten Tieren.



3.2.8 Zusammenhänge der Druckverhältnisse mit klinischen und endokrinologischen Parametern

Wie aus der Tabelle 11 hervorgeht, unterliegen die Daten keiner Normalverteilung. Daher wurde bei den vorliegenden Daten der Rangkorrelationskoeffizient r_s nach Spearman berechnet. Es ergaben sich bei keiner Stute beachtenswerte Korrelationen zwischen den gemessenen Merkmalen. Auf eine Darstellung wird daher verzichtet.