

2 Literaturübersicht

2.1 Brunstbeobachtung

Die Brunstbeobachtung spielt eine zentrale Rolle im Fruchtbarkeitsmanagement des Landwirtes (Barr 1975, De Kruif 1992, Stolla et al. 1998, Wiltbank 1998a). Die Brunsterkennungsrate sollte in milcherzeugenden Betrieben über 70 % liegen (Esslemont 1992, Ferguson und Galligan 1993a). Durch nicht genutzte Brunsten gehen mehr als doppelt so viele Güsttage verloren wie durch erfolglose Besamungen. Schwankungen in der Güstzeit verschiedener Betriebe sind dreimal öfter von der Brunsterkennungsrate als von der Konzeptionsrate abhängig (Barr 1975).

In Deutschland berichteten Heuwieser und Mansfeld (1995) über Brunsterkennungsraten von etwa 50 %. Esslemont (1992) ermittelte für britische Herden eine durchschnittliche Brunsterkennungsrate von 51,9 %, Olson (1993) für Minnesota von weniger als 40 %. Ferguson und Galligan (1993a) berichteten von weniger als 60 % Brunsterkennungsrate in den Herden. In der Arbeit von Drillich (1999) lag die Brunstnutzungsrate (BNR) in zwei Versuchsgruppen, die einem strategischen Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Programm unterzogen worden waren, jeweils signifikant über der BNR der Kontrollgruppen (73,8 % gegenüber 33,9 %, bzw. 64,6 % gegenüber 44,4 %). In einer Kontrollgruppe fand keine Brunstsynchronisation statt, in der anderen Kontrollgruppe wurde nach rektaler Diagnose eines Gelbkörpers mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ eine Brunst induziert.

Zur Abschätzung der Genauigkeit der Brunstbeobachtung kommen der Vergleich der Wiederbesamungsintervalle, der Ergebnisse der Palpation von Uterus und Ovarien sowie der Progesteronkonzentration in Frage (Heersche und Nebel 1994). Nebel et al. (1987) stellten in einer Studie fest, dass 25 % der Tiere, die scheinbar in Brunst gesehen worden waren, hohe Progesteronwerte aufwiesen, also nicht in Brunst sein konnten. Heersche und Nebel (1994) stellten fest, dass eine ungenaue Brunstbeobachtung zur Besamung von Tieren, die nicht in Brunst sind, führte. Diskin (1996) berichtete von Studien aus verschiedenen Ländern, wonach bis zu 20 % der zur Besamung vorgestellten Tiere nicht in Brunst sind. Die Brunsterkennungsrate und somit die Bestimmung des optimalen Besamungszeitpunktes kann von 50 % bei einer einmaligen Beobachtung von 20 Minuten Länge auf 75 % bei einer dreimaligen Beobachtung von jeweils 20 Minuten Länge pro Tag gesteigert werden (De Kruif et al. 1998). Die Brunstbeobachtung sollte durch geschultes Personal, in Ruhezeiten, das heißt

nicht zu den Melk- und Fresszeiten, und mindestens dreimal täglich über 20 Minuten erfolgen (Heuwieser 1997). Ab einer Gesamtbeobachtungszeit von mindestens 90 Minuten pro Tag bewirkt nach Pennigton et al. (1992) eine Erhöhung der Beobachtungsfrequenz keine Verbesserung der Effektivität. Mehr als 30 Minuten je Beobachtungsintervall bringen auch nach Aussagen von Heuwieser und Mansfeld (1995) keinen zusätzlichen Vorteil.

Eine Untersuchung von Esslemont und Bryant (1976) zeigte, dass die Brunstdauer bei Kühen durchschnittlich 14,9 Stunden betrug. Die größte Aktivität war in den Nachtstunden zu verzeichnen. Neuere Untersuchungen ergaben, dass Holstein-Friesian Kühe deutliche äußere Brunstanzeichen nur für eine Dauer von durchschnittlich 7,1 Stunden zeigten. Ähnliche Tendenzen waren auch bei Jersey Kühe zu sehen (Nebel et al. 1997, Dransfield et al. 1998). Walker et al. (1996) beobachteten bei brünstigen Tieren durchschnittlich 10,1 Aufsprünge während einer durchschnittlich 9,5 Stunden anhaltenden Hauptbrunst. Die Summe der Aufsprungszeit betrug pro brünstigem Tier 24,1 Sekunden, wobei nur 6 Aufsprünge länger als 2 Sekunden dauerten. In den Untersuchungen von Dransfield et al. (1998) betrug die Anzahl der geduldeten Aufsprünge durchschnittlich 8,5 pro Kuh. In einer Arbeit von Hurnik et al. (1975) zeigten Tiere 70 % der intensiven Brunstaktivität zwischen 19.00 und 7.00 Uhr. Diese Beobachtung legt nahe, dass Kühe die Brunstaktivität verstärkt in den Stunden zeigen, in denen durch das Personal keine anderen Tätigkeiten wie Melken, Misten, Füttern oder tierärztliche Tätigkeiten durchgeführt werden (Heuwieser 1997, Dransfield et al. 1998). Nach Dransfield et al. (1998) dagegen ist der Zeitraum, in dem die Brunst auftritt und das Brunstende eintritt, gleichmäßig über den ganzen Tag verteilt. Daher sollte auch die Brunstbeobachtung über den ganzen Tag verteilt sein (Wiltbank 1998a). Aufgrund der kurzen Duldungsphase bei nur ein- oder zweimaliger Brunstbeobachtung kann die Brunst leicht übersehen werden, vor allem wenn nicht nachts oder in den frühen Morgenstunden beobachtet wird (Holtz und Meinhardt 1993).

Die Intensität der Brunst und die Brunstdauer werden maßgeblich von verschiedenen umgebungsbedingten Faktoren beeinflusst. Auf rutschigen Böden sind Frequenz und Dauer von Aufsprung und Duldungsverhalten geringer als auf trockenen und griffigen Böden (Britt et al. 1986). Außerdem spielen die Laktationsnummer, die maximale Tagestemperatur und der Tageszeitpunkt beim Auftreten der Brunst eine Rolle (Gwazdauskas et al. 1983).

Verschiedene Möglichkeiten erlauben eine Verbesserung der Brunstnutzungsrate. Nach Wiltbank (1998a) ist es effektiver, eine kurze, aber intensive Brunstbeobachtung mehrmals am Tag durchzuführen, als eine längere Beobachtung zweimal oder nur einmal am Tag. Um eine Brunstnutzungsrate von 90 % nur mittels Brunstbeobachtung zu erreichen, ist eine

viermalige etwa 15 bis 20 Minuten andauernde Brunstbeobachtung notwendig (Wiltbank 1998a). Eine weitere Methode zur Verbesserung der Brunstnutzungsrate ist der Einsatz eines Deckbullens. In der Regel werden aber die vermeintlichen Vorteile eines Deckbullens überschätzt und die Nachteile sowie Kosten unterschätzt (Wiltbank 1998a). Es können auch Aufsprungsdetektoren oder am Schwanzansatz angebrachte Farben als Hilfsmittel zur Brunstbeobachtung eingesetzt werden (Heersche und Nebel 1994). Ein elektronisches Beobachtungssystem erlaubt eine kontinuierliche Dokumentation von Aufsprungsaktivitäten (Walker et al. 1996, Nebel et al. 1997). Häufige Interaktionen zwischen den Tieren erhöhen die Effizienz dieser Hilfsmittel. Daher sind diese in Laufställen viel leistungsfähiger als in der Anbindehaltung. Während der Brunst erhöht sich die Bewegungsaktivität der Kühe verglichen mit der Schrittzahl der Tiere im Interöstrus. Diese gesteigerte Aktivität kann mit Hilfe eines Pedometers gemessen und zur Brunsterkennung eingesetzt werden (Kiddy 1976, Peter und Bosu 1986, Maatje et al. 1997). Die Schrittzähler (Pedometer) werden oberhalb des Fesselgelenkes befestigt und messen die Bewegungsaktivität der Kühe (Kiddy 1976). Einige Betriebe nutzen auch androgenisierte weibliche Tiere zur Verbesserung der Brunstnutzungsrate (Grunert 1990, Wiltbank 1998a).

Fruchtbarkeitsprogramme, bei denen Prostaglandin $F_{2\alpha}$ eingesetzt wird, sollen die Brunstnutzungsrate auf drei Wegen steigern. Erstens weiß der Landwirt, wann seine Tiere in Brunst kommen sollten und kann sie intensiv beobachten. Zweitens kommen mehrere Tiere gleichzeitig in Brunst, wenn die Behandlung mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ bei mehreren Tieren durchgeführt wurde. Dies steigert die sexuelle Aktivität der Tiere und erleichtert so die Brunstbeobachtung. Drittens kommen die Kühe früher in Brunst, weil durch die frühzeitige Regression des Gelbkörpers der Zyklus verkürzt werden kann (Olson 1993, Heuwieser et al. 1997, Wiltbank 1998a).

Durch den Einsatz von Fruchtbarkeitsprogrammen zur Ovulationssynchronisation ist es möglich, ganz auf eine Brunstbeobachtung zu verzichten (Pursley et al. 1997b). Verschiedene amerikanische Autoren (Nebel und Jobst 1998, Thatcher et al. 1998, Wiltbank 1998a) sahen in der Durchführung eines Ovsynch-Programms gegenüber der täglichen Brunstbeobachtung und Besamung eine sinnvolle Alternative. Dieses sogenannte Ovsynch-Programm soll ein effizientes Fruchtbarkeitsmanagement bei Milchkühen ohne eine kontinuierliche Brunstbeobachtung ermöglichen, da die Tiere terminiert besamt werden können (Wiltbank 1998a). Zahlreiche Studien zeigen, dass ein solches Programm erfolgreich eingesetzt werden kann (Stevenson et al. 1996, Pursley et al. 1997a,b, Britt und Gaska 1998, Sobiraj und Jäckel 2000, Surholt 2001).

2.2 Progesteronkonzentration im Verlauf des Brunstzyklus

Die vom Vorhandensein eines funktionellen Gelbkörpers am Ovar abhängige Progesteronkonzentration im Blut steht in enger Korrelation zum Progesterongehalt in der Milch (Holtz et al. 1986). Das Prinzip des Milchprogesterontests beruht auf der Ermittlung der für die verschiedenen Fortpflanzungsphasen charakteristischen Höhe des Progesteronspiegels (Holtz et al. 1986). Mit zunehmender Entleerung des Euters während des Melkvorganges steigt der Milchfettgehalt (Johansson et al. 1952) und infolge der lipophilen Eigenschaften der Steroidhormone auch der Progesterongehalt in der Milch. Diese lipotropen Eigenschaften von Progesteron erklären, warum besonders bei Milchproben mit hohem Fettgehalt die in der Milch gemessenen Progesteronkonzentrationen um den Faktor 2 bis 3 höher liegen können als die im Blutplasma gemessenen Werte (Hoffmann und Hamburger 1973). Verschiedene Autoren empfahlen für die Progesteronbestimmung das fettreichere Gesamt- oder Nachgemelk zu untersuchen, da eine enge positive Korrelation zwischen der Höhe der Progesteronkonzentration und der Höhe des Fettgehaltes in der Milch besteht (Günzler et al. 1975, Foote et al. 1979). Es ist gleichgültig, ob die Milch aus einem oder mehreren Eutervierteln genommen wird (Günzler et al. 1975).

Über die Direktbestimmung des Progesterongehalts in der Milch mit Hilfe eines Enzym-Immuntests (EIA) berichtete Arnstadt (1983). Wenn Messungen mit Haupt-, Gesamt- oder Nachgemelk durchgeführt werden, verfälscht der unterschiedliche Fettgehalt nicht die physiologische Aussage hinsichtlich der Corpus-luteum-Aktivität. In der Literatur fanden Holtz et al. (1986) zu Progesteronkonzentrationen im Gesamtgemelk im Östrus Werte unter 3 ng/ml und im Interöstrus über 10 ng/ml. Für das Nachgemelk lagen die Werte für den Östrus unter 5 ng/ml und im Interöstrus über 10 ng/ml. Für das Vorhandensein eines Gelbkörpers setzten Hoffmann et al. (1976) die Grenze ≥ 11 ng/ml und für das Nichtvorhandensein eines Gelbkörpers ≤ 2 ng/ml. Der Bereich zwischen 2 und 11 ng/ml entsprach den Proben, wo der Gelbkörper sich in der Anbildungs- beziehungsweise Rückbildungsphase befand oder die falsche Milchprobenfraktion entnommen wurde. In diesen Bereich fielen bei Hoffmann et al. (1976) nur 12 % der Proben. Zwischen dem 2. und 13. Zyklustag stieg der Progesterongehalt im Blut um durchschnittlich 0,49 ng/ml pro Tag. In der ersten Anstiegsphase zwischen dem 2. Zyklustag (0,5 ng/ml) und dem 7. Zyklustag (1,9 ng/ml) betrug die tägliche Steigerungsrate 0,33 ng/ml pro Tag. Zwischen dem 8. Zyklustag (2,5 ng/ml) und dem 12. Zyklustag (5,4 ng/ml) war die Steigerungsrate auf 0,73 ng/ml pro Tag erhöht (Diaz et al. 1986). Mit dem Einsetzen der Regression des Gelbkörpers ist eine

Reduzierung der Progesteronkonzentration verbunden. Zwischen dem 13. Zyklustag (5,7 ng/ml) und 19. Zyklustag (1,4 ng/ml) kam es in der Studie von Diaz et al. (1986) zu einem täglichen Abfall in der Progesteronkonzentration im Blut um 0,7 ng/ml pro Tag. Die Bestimmung der Milchprogesteronwerte kann zur Absicherung des Besamungszeitpunktes herangezogen werden (Hoffmann et al. 1976, Nebel et al. 1987). Kühe werden gelegentlich infolge schwach ausgeprägter Brunstsymptome oder unzureichender Brunstdiagnose in der Gelbkörperphase besamt. Die Angaben zur Häufigkeit erstrecken sich von 5,2 % in Versuchsherden mit sehr gutem Management (Claus et al. 1983) bis zu 30 % in Problemherden (Karg 1981). Der Durchschnitt lag meist bei 10 bis 15 % (Holtz et al. 1986).

2.3 Optimaler Besamungszeitpunkt

Der Zeitpunkt der Besamung in Beziehung zum Auftreten der Brunst und zum Zeitpunkt der Ovulation ist ein wichtiger Faktor, der die Konzeptionsrate beeinflusst (Wiltbank 1998a). Die Besamung erfolgt in den meisten Betrieben nach der „morgens-abends“ Faustregel. Tiere, die am Morgen in Brunst gesehen werden, sollen am Abend besamt werden. Tiere, die am Abend in Brunst gesehen werden, sollen am nächsten Morgen besamt werden. Diese Regel basiert auf Untersuchungsergebnissen von Trimberger und Davis (1943). Allerdings wurde diese und andere ältere Studien mit einer geringen Tierzahl und ohne statistische Vergleiche durchgeführt. Nach Gonzalez et al. (1985) wurden durch einmaliges Besamen am Morgen vergleichbare Resultate erzielt, wie bei der Besamung nach der „morgens-abends“ Faustregel.

Die Besamung zum Auftreten der Brunst und erneut 12 Stunden später ergab ähnliche Ergebnisse (Wahome et al. 1985). Auch Graves et al. (1997) berichteten über ähnliche Konzeptionsraten bei Jerseykühen, wenn diese einmal am Tag oder nach der morgens/abends Regel besamt wurden. Bei einmal täglicher Besamung empfahlen Graves et al. (1997) Tiere, die morgens in Brunst gesehen werden zwischen 8.00 Uhr und 12.00 Uhr zu besamen. Tiere, die nach 12.00 Uhr in Brunst gesehen werden, sollen dann am nächsten Morgen besamt werden. Eine vereinfachte Übersicht über den optimalen Besamungszeitraum zeigt Abbildung 1.

Auch bei der Anwendung eines Programms zur Ovulationssynchronisation (Ovsynch-Programm) besteht hinsichtlich des optimalen Besamungszeitpunktes ein gewisser Spielraum. Kühe, die zwischen 0 und 24 Stunden nach der GnRH-Injektion besamt wurden, erzielten Konzeptionsraten zwischen 37,0 % und 41,0 %. Die höchste Konzeptionsrate (45,0 %) wurde bei der terminierten Besamung 16 Stunden nach der zweiten GnRH-Injektion erreicht. Kühe,

die 32 Stunden nach der GnRH-Injektion besamt wurden, erzielten die schlechtesten Konzeptionsraten (Pursley et al. 1998). In allen Fällen schien es günstiger, zu früh als zu spät in Relation zur Ovulation zu besamen (O'Connor 1993, Wiltbank 1998a). Es ist zu bedenken, dass die Spermien für ihre Kapazitation etwas sechs Stunden im weiblichen Genitaltrakt verweilen müssen, bevor sie in der Lage sind eine Eizelle zu befruchten. Daher sollte die Ovulation frühestens sechs Stunden nach der Besamung erfolgen (O'Connor 1993). Die Spermien überleben im weiblichen Genitaltrakt etwa 18 bis 24 Stunden (O'Connor 1993). Aufgrund der begrenzten Lebensdauer der ovulierten Eizellen und des aufgetauten Gefrierspermas lassen sich nach Paufler (1973) optimale Besamungserfolge nur erzielen, wenn die Insemination 13 bis 20 Stunden nach Brunstbeginn erfolgt. Nach Bostedt et al. (1977) sollte die Besamung innerhalb von 24 Stunden vor der Ovulation erfolgen, um befriedigende Konzeptionsraten zu erzielen. Erfolgt keine Befruchtung, setzen bereits wenige Stunden nach der Ovulation an der Oozyte degenerative Prozesse ein (Grunert 1999).

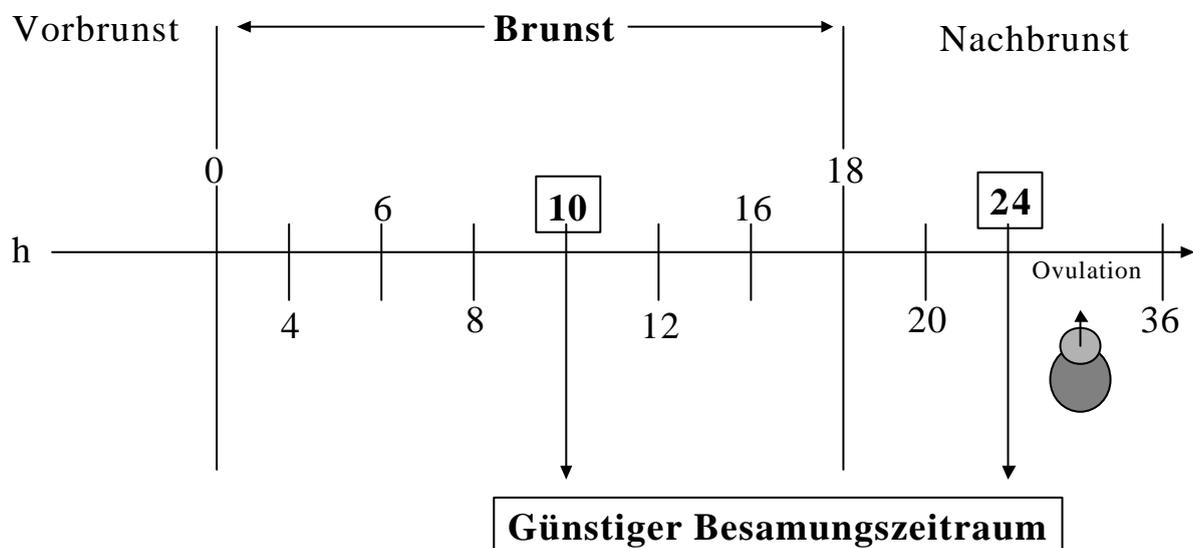


Abbildung 1: Schematische Übersicht über den optimalen Besamungszeitraum (modifiziert nach O'Connor 1993)

Bostedt und Fleischmann (1981) untersuchten die Beziehung zwischen der Non-return-Rate und der Östrusintensität. Bei undeutlich ausgeprägten Östrusanzeichen lag die Non-return-rate bei 53,46 %, bei gut ausgeprägten Östrusanzeichen bei 65,27 % und bei sehr gut ausgeprägten

bei 67,79 %. Bach und Sachsenröder (1981) konnten dagegen bei einer vergleichbaren Einteilung der Kühe keine signifikanten Unterschiede in den Trächtigkeitsraten ermitteln. In einer Studie von Stevenson et al. (1983) wurden Kühe und Färsen auf eine stehende Brunst, nach Aufsprungsaktivitäten oder nach anderen Anzeichen (klarer Schleim, generelles Erscheinungsbild des Genitale oder der Schwanzansatzes, exzessive Lautäußerungen) besamt. Die Konzeptionsraten für die Besamung auf eine stehende Brunst und nach Aufsprungsaktivitäten waren ähnlich (50,0 % vs. 46 %). In der letzten Gruppe betrug die Konzeptionsrate 34 %. Rinder, die auf die Zervixmanipulation bei der Besamung klaren Brunstschleim zeigten, wiesen höhere Konzeptionsraten auf als Rinder, bei denen kein Brunstschleim abging.

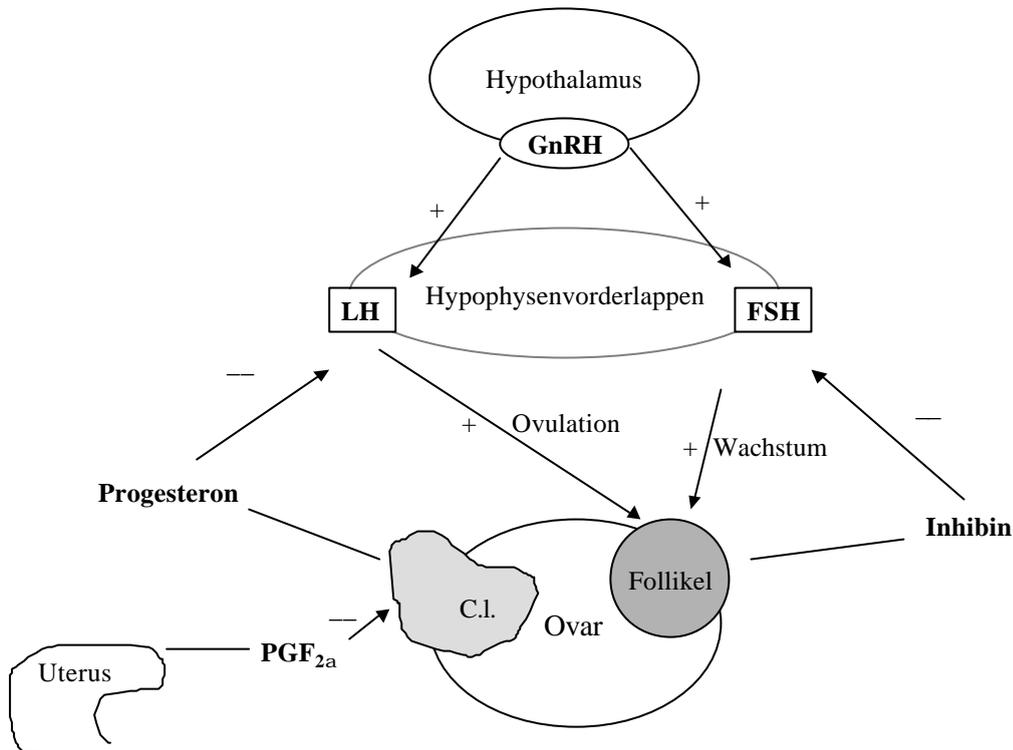
2.3.1 Hormonelle Steuerungsmechanismen

Der Hypothalamus, die Hypophyse, das Ovar mit seinen Funktionsgebilden und die von ihnen produzierten Hormone bilden die wichtigsten Teile des komplexen Regelsystems, das den ovariellen Zyklus beim Rind steuert (Karg et al. 1979). Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung der wichtigsten Zusammenhänge der endogenen Steuerung des Zyklus.

Die Follikelentwicklung im Zyklus des Rindes verläuft in Wellen. Bei den meisten Kühen treten zwei oder drei Wellen auf (Savio et al. 1988, Adams 1998).

Das Hormon, welches sehr eng mit der Follikelreifung in Verbindung steht, ist das Follikelstimulierende Hormon (FSH) (Adams et al. 1992). Dem Start einer neuen Follikelwelle geht jedes Mal eine ansteigende FSH-Konzentration voraus (Sirois und Fortune 1990, Adams et al. 1992). Produkte der heranreifenden Follikel (vor allem Östradiol und Inhibin) unterdrücken FSH anschließend durch ein negatives Feedback. Der folgende Tiefpunkt in der FSH-Konzentration sorgt dafür, dass zunächst keine weitere Follikelwelle heranreifen kann (Adams et al. 1992, Bergfelt et al. 1994). Die Follikelflüssigkeit beim Rind enthält das Glykoprotein Inhibin, welches in den Granulosazellen synthetisiert wird und welches selektiv die Synthese und die Sekretion von FSH unterdrückt (De Kretser und Robertson 1989). In früheren Studien von Miller et al. (1979) führte die Gabe von proteinhaltiger Follikelflüssigkeit zu einer unterdrückten Ovaraktivität und zögerte die Brunst heraus. Kastelic et al. (1990b) bestätigten in ihren Untersuchungen die Annahme, dass eine Injektion von proteinhaltiger Follikelflüssigkeit das Auftreten der zweiten Follikelwelle verzögert. Wiltbank (1997) schrieb den follikulären Hormonen Östradiol 17β und Inhibin einen negativen Feedbackmechanismus auf die FSH-Plasmakonzentrationen zu. Er vermutete,

dass beide Hormone die FSH-Sekretion regulieren (Wiltbank 1998b). Die Kauterisierung des dominanten Follikels der ersten Welle (Ko et al. 1991) führte zu einem Anstieg der FSH-Konzentration und war mit einem früheren Auftreten der zweiten Follikelwelle verbunden (Adams et al. 1992). Diese Beobachtung unterstützt die Hypothese, dass der dominante Follikel das Auftreten der folgenden Follikelwelle unterdrückt (Adams et al. 1992). Absinkende FSH-Konzentrationen führen zu einer Stagnation im Wachstum der untergeordneten Follikel (Ginther et al. 1996, Wiltbank 1997). Der auserwählte Follikel setzt aber sein Wachstum auch bei niedrigen FSH-Konzentrationen fort, da seine Granulosazellen Rezeptoren für das Luteinisierende Hormon (LH) exprimiert haben (Xu et al. 1995, Bodensteiner et al. 1996). Die Lebensdauer des dominanten Follikels kann durch eine steigende LH-Pulsfrequenz ausgedehnt werden (Savio et al. 1993). Diese Erkenntnis deutet auf eine funktionelle Beziehung zwischen dem dominanten Follikel und der LH-Konzentration hin. Untersuchungen von Ginther et al. (1989a) führten zu der Annahme, dass der dominante Follikel ab einem bestimmten Zeitpunkt das Wachstum der untergeordneten Follikel unterdrückt. Rinder gehören zu den monovulatorischen Spezies. Die Abweichung eines dominanten von den untergeordneten Follikeln tritt relativ schnell auf. Dieser Mechanismus verhindert, dass es viele dominante Follikel gibt. Es reichen basale LH-Konzentrationen aus, um das Wachstum des dominanten Follikels zu stimulieren (Ginther et al. 1996). Während des Interöstrus wird durch das vom Gelbkörper produzierte Progesteron die Serumkonzentration an LH so niedrig gehalten, dass kein LH-Peak auftritt, der für die Ovulation eines dominanten Follikels notwendig wäre (Savio et al. 1993). Im Laufe seiner weiteren Entwicklung verliert der dominante Follikel während der Plateau- und der Regressionsphase seine LH-Rezeptoren und kann nicht mehr auf LH reagieren (Silcox et al. 1993). Durch die Atresie des dominanten Follikels wird der negative Feedbackmechanismus von Östradiol-17 β und Inhibin auf die Plasmakonzentration von FSH aufgehoben und FSH kann wieder ansteigen. Es kommt zur Induktion einer neuen Follikelwelle (Sirois und Fortune 1990). Am Ende des Interöstrus führt die Prostaglandin F_{2 α} -induzierte Luteolyse zu einem starken Abfall der Progesteronkonzentration im Blut. Damit ist der negative Feedbackmechanismus auf die Ausschüttung von GnRH aus dem Hypothalamus aufgehoben. Der dominante Follikel kann zum Graaf'schen Follikel heranwachsen.



+ = positives Feedback

- = negative Feedback

Abbildung 2: Hormonelle Regulation des Zyklus beim Rind (nach Hegemann 1998)

Durch vermehrte 17β -Östradiol-Produktion wird ohne die hemmende Wirkung des Progesterons ein LH-Peak ausgelöst und der Graaf'sche Follikel kann zur Ovulation gelangen (Adams 1998). Die Ovulation erfolgt durchschnittlich zwischen 22 und 25,7 Stunden nach dem LH-Peak (Karg et al. 1979, Kanitz et al. 1996).

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass auch der Follikel der anovulatorischen Welle (bzw. Wellen) nach Gabe von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ oder GnRH beziehungsweise human Choriongonadotropin (hCG) zur Ovulation gebracht werden kann (Savio et al. 1990, Kastelic 1994, Schmitt et al. 1996a, Schmitt et al. 1996b).

2.3.2 Follikelentwicklung

Die Follikelentwicklung verläuft beim Rind in einem wellenförmigen Muster und ist durch das periodische und synchrone Reifen von Follikelpopulationen gekennzeichnet (Adams

1998). Man versteht unter einer Follikelwelle die synchrone Anbildung von Tertiärfollikeln auf beiden Ovarien (Kastelic et al. 1990a, Adams et al. 1992). Die Dynamik folliculärer Reifungswellen war vor der Anwendbarkeit hochauflösender Ultraschalltechnik schwer verständlich. Rajakowski (1960) postulierte anhand von anatomischen und histologischen Untersuchungen zwei Follikelreifungswellen während eines Brunstzyklus. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kamen Swanson et al. (1972) sowie Pierson und Ginther (1984). Aufgrund der ständigen Präsenz von großen und mittleren Follikeln auf dem Ovar (Pierson und Ginther 1984) nahmen andere Untersucher an, dass das Follikelwachstum ein kontinuierlicher und zyklusphasenunabhängiger Prozess sein müsste (Marion et al. 1968, Dufour et al. 1979). Durch die Markierung des größten Follikels mit Tinte stellte man fest, dass dieser bis zur Mitte des Zyklus heranwuchs, sich dann zurückbildete und einem neuen großen Follikel Platz machte (Matton et al. 1981). Mit Verwendung der hochauflösenden Ultraschalltechnik konnten Follikel ab einer Größe von zwei bis drei Millimetern identifiziert werden (Pierson und Ginther 1984). So wurde die Darstellung des Wachstums der Follikel innerhalb einer Welle und ein Vergleich zwischen den Follikelreifungswellen möglich (Quirk et al. 1986, Sirois und Fortune 1988, Savio et al. 1988, Fortune et al. 1988). Lussier et al. (1987) zeigten in einem Experiment, dass ein Antralfollikel für seine Entwicklung bis zum Erreichen der ovulatorischen Größe etwa 40 Tage benötigt. Britt (1992) vermutete, dass die Entwicklung vom primären oder sekundären Follikel bis zum ovulatorischen Follikel wenigstens 60 bis 80 Tage andauert.

Es wurden Zyklen mit zwei und mit drei Wellen festgestellt. In seltenen Fällen kommen auch Zyklen mit vier oder auch nur einer Follikelwelle vor (Savio et al. 1988, Sirois und Fortune 1988). Nach Untersuchungen von Ginther et al. (1989b) kamen Zyklen mit zwei Follikelwellen am häufigsten vor (82 %). In anderen Studien (Savio et al. 1988, Sirois und Fortune 1988) wurden dagegen häufiger Zyklen mit drei Wellen beobachtet (81 % bzw. 79 %). Murphy et al. (1990) und Hegemann (1998) fanden in ihren Untersuchungen eine nahezu gleiche Anzahl zwei- beziehungsweise dreiwelliger Zyklen. Die genetischen Faktoren und/oder Umwelteinflüsse, die zu zwei- oder dreiwelligen Zyklen führen, wurden bisher unzureichend geklärt (De Rensis und Peters 1999).

Die erste Follikelwelle startet am Tag vor der Ovulation des vorausgehenden Zyklus, unabhängig davon, ob ein zwei- oder dreiwelliger Zyklus beginnt. Bei einem zweiwelligen Zyklus startet die zweite Welle am neunten oder zehnten Tag, bei dreiwelligen Zyklen am achten oder neunten Tag. Im Falle einer dritten Welle startet diese etwa am Tag 16 (Ginther et al. 1996). Bei einem zweiwelligen Zyklus setzt die Luteolyse früher (Tag 17) als bei

dreiwelligen Zyklen ein (Tag 20) (Kastelic und Ginther 1991). Ein zweiwelliger Zyklus führt zu einer Zykluslänge von etwa 20 Tagen und ein dreiwelliger Zyklus zu einer Zykluslänge von 23 Tagen. Das bedeutet, dass der früher postulierte 21 Tage dauernde Zyklus in der Regel nicht existiert, sondern lediglich einen Durchschnittswert darstellt (Adams 1998).

Zu Beginn einer Follikelwelle wachsen im Mittel 24 (8 bis 41) Follikel heran und erreichen gleichzeitig eine Größe von 4 bis 6 Millimetern. Diesen Prozess bezeichnet man als Rekrutierung (Ginther et al. 1996). Einer der Follikel wird als dominanter Follikel ausgewählt. Er wird deutlich größer als die anderen Follikel der Welle. Dieser Vorgang heißt Selektion und dauert etwa zwei Tage. Ginther et al. (1989a) stellten fest, dass der zukünftige dominante Follikel schon am zweiten Tag signifikant größer als der größte untergeordnete Follikel ist. Am vierten Tag sinkt die Wachstumsrate der untergeordneten Follikel welche anschließend atresieren (Savio et al. 1988, Sirois und Fortune 1988, Ginther et al. 1989a). So erschien der zukünftige dominante Follikel im Durchschnitt 6 Stunden vor dem größten untergeordneten Follikel und 10 Stunden vor dem zweitgrößten untergeordneten Follikel (Ginther et al. 1996).

Grundsätzlich sind alle wachsenden oder lebensfähigen Follikel in der Lage, dominant zu werden: eine FSH Behandlung stimuliert manche Follikel derart, dass sie den Durchmesser von dominanten Follikeln erreichen können (Adams et al. 1993a). Wird ein Follikel aus einem Pool von etwa 5 mm großen Follikeln zufällig ausgewählt und alle anderen Follikel zerstört, so übernimmt der verbleibende Follikel die Rolle des dominanten Follikels (Ginther et al. 1996). Wird der dominante Follikel zerstört, kann der größte untergeordnete Follikel Dominanz erreichen (Ko et al. 1991, Adams et al. 1993b). Der dominante Follikel der anovulatorischen Welle durchläuft nach seiner Wachstumsphase eine statische Phase, in der sein Durchmesser konstant bleibt. Der dominante Follikel der ersten Welle erreicht eine maximale Größe von etwa 15 Millimetern (Savio et al. 1988). In der Gelbkörperphase verhindert Progesteron durch die Hemmung der GnRH-Sekretion mit folgender FSH- und LH-Ausschüttung das endgültige Ausreifen des dominanten Follikels, welcher dann atresiert (Fortune et al. 1988, Savio et al. 1988, Ginther et al. 1989b). Die Regressionsphase beginnt zu der Zeit, zu der sich auch eine neue Follikelwelle anbildet. In dieser Phase schrumpft der dominante Follikel. Am 15. Tag nach der Ovulation ist der Follikel mittels Ultraschall nicht mehr zu identifizieren (Savio et al. 1988). Der dominante Follikel der letzten Welle wird zum ovulatorischen Follikel (Lucy et al. 1992). Er durchläuft die Wachstumsphase, an deren Ende er ovuliert. Einen Überblick über die Entwicklungsphasen der dominanten Follikel am Beispiel eines zweiwelligen Zyklus zeigt die Abbildung 3.

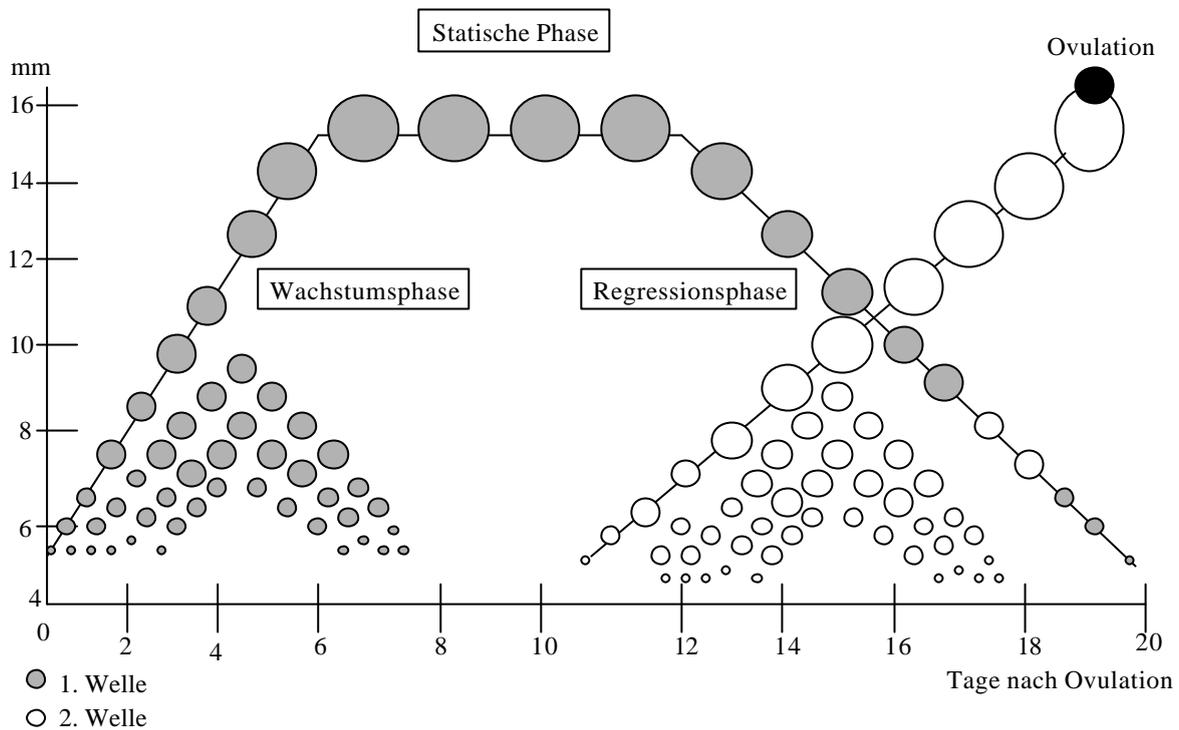


Abbildung 3: Entwicklungsphasen der dominanten Follikel am Beispiel eines zweiwelligen Zyklus (modifiziert nach Ginther et al. 1989a).

In Untersuchungen von Savio et al. (1988) war der ovulatorische Follikel bei einem dreiwelligen Zyklus signifikant größer als der dominante Follikel der ersten und zweiten Welle. Bei Ginther et al. (1989b) war dagegen der anovulatorische Follikel der ersten Welle größer als der anovulatorische der zweiten Welle und signifikant größer als der ovulatorische Follikel der dritten Welle.

Die Kenntnis über die Dynamik der folliculären Reifungswellen erleichtert auch das Verständnis über verschiedene Methoden der Brunst- und Ovulationssynchronisation. Das Einsetzen der Brunst nach einer Brunstsynchronisation mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ variiert in Abhängigkeit vom Status der Follikelentwicklung zum Zeitpunkt der Injektion (Kastelic und Ginther 1991, Kanitz et al. 1996).

2.4 Regression des Gelbkörpers

Die Theka- beziehungsweise Granulosazellen des Follikels, die nach der Ovulation in der Follikelwand bestehen bleiben, werden zum Gelbkörper umgebildet (Wiltbank 1997). Aus den Theka -beziehungsweise Granulosazellen entwickeln sich Luteinzellen und bilden das Corpus luteum (Milvae et al. 1996). Das wichtigste Hormon für die Progesteronproduktion und somit für die Aufrechterhaltung des Gelbkörpers ist das Lutenisierungshormon (LH). Die Anbildung des Gelbkörpers dauert etwas bis zum 8. Zyklustag an. Zwischen dem 8. und 16. Tag verändert sich die Größe des Gelbkörpers kaum. Ab dem 17. Zyklustag bildet sich das Corpus luteum zurück, wobei es bis zur Ovulation stetig kleiner wird (Milvae et al. 1996, Ginther et al. 1989b). Die beiden wichtigsten Hormone, die die Luteolyse kontrollieren, sind das Oxytocin aus dem Gelbkörper und Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (Senger 1999). Die Regression des Gelbkörpers erfolgt durch Prostaglandin $F_{2\alpha}$, ein Hormon, das vom nichttragenden Uterus sezerniert wird und die Luteolyse des Gelbkörpers bewirkt. Der Gelbkörper spricht ab dem 6. bis 7. Tag nach der Ovulation auf $PGF_{2\alpha}$ an (Wiltbank 1997). Die Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Produktion wird durch luteales Oxytocin, das von den großen Luteinzellen synthetisiert und sezerniert wird, stimuliert (Senger 1999). Wiltbank et al. (1995) vermuteten, dass das Nichtansprechen des jungen Gelbkörpers nicht auf einen Mangel an Prostaglandin $F_{2\alpha}$ zurückzuführen ist. Ein wichtiger Schritt, der nur im reifen, aber nicht im jungem Gelbkörper stimuliert wird, ist die Induktion eines Gens, welches einen Schlüsselschritt in der Prostaglandin-Synthese reguliert (Cyclooxygenase). Es wird vermutet, dass $PGF_{2\alpha}$ ein positives Feedback im reifen Gelbkörper verursachen kann, was dann eine intraluteale $PGF_{2\alpha}$ -Produktion bewirkt. Dieser Weg ist im jungen Gelbkörper nicht vorhanden. Allerdings scheint es unwahrscheinlich, dass dieses der einzige luteolytische Mechanismus ist, der anders als im jungen Gelbkörper abläuft (Wiltbank 1997).

2.5 GnRH im Fruchtbarkeitsmanagement

In zahlreichen Arbeiten wurde der Effekt von GnRH und GnRH-Analoga nach Applikation während des Puerperiums, bei der Erstbesamung und bei mehrfach vorangegangenen erfolglosen Besamungen untersucht.

2.5.1 GnRH im Puerperium

Eine Anwendung von GnRH im Puerperium soll frühzeitigere Ovulationen bei Rindern p.p. auslösen, die Involution des Uterus beschleunigen und eine gesteigerte Frequenz von Brunsten und Ovulationen vor dem 60. Tag p.p. bewirken (Britt 1975).

Über den Einfluss von GnRH und GnRH-Analoga auf die Fruchtbarkeit beim Rind nach der Applikation im Puerperium finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben (Heuwieser et al. 1990). Einige Autoren beurteilten den Einfluss einer GnRH-Verabreichung im ungestört verlaufenden Puerperium als positiv. Dies äußerte sich in früheren ersten Ovulationen, früheren ersten Brunsten, höheren Konzeptionsraten und kürzeren Gützeiten (Aboul-Ela und El-Keraby 1986, Benmrاد und Stevenson 1986, Lee et al. 1983, Peter und Bosu 1988). Etherington et al. (1985) dagegen beurteilten die Applikation von GnRH im Puerperium als ungünstig. Sie fanden längere Gützeiten, vermehrt auftretende Endometritiden und Ovarialzysten. Von anderen Autoren wurde kein deutlicher Effekt nachgewiesen (Cavestany und Foote 1985, Stevenson und Call 1988). Thatcher et al. (1993) berichten, dass die Anwendung von GnRH, alleine oder in Kombination mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$, in der frühen Periode p.p. keine deutliche Verbesserung hinsichtlich der späteren Fruchtbarkeitsleistung zeigt. Über die Wirkung von GnRH bei Kühen mit Puerperalstörungen insbesondere nach Nachgeburtsverhaltung bestehen ebenfalls grundsätzlich unterschiedliche Ansichten (Leslie et al. 1984, Benmrاد und Stevenson 1986, Peter und Bosu 1988). In einer neueren Studie von Foote und Rieck (1999) schien die GnRH-Gabe am 13. oder 14. Tag p.p. bei Kühen, die eine verzögerte Involution der Gebärmutter aufwiesen, die normale Reproduktionsfähigkeit zu beschleunigen. Im Gegensatz zu einer mit Kochsalzlösung behandelten Kontrollgruppe wiesen die mit GnRH behandelten Tiere verkürzte Rastzeiten, verkürzte Gützeiten und höhere Trächtigkeitsraten am 105. Tag p.p. auf.

2.5.2 GnRH nach Applikation bei Erstbesamung

Bei einer mangelhaften Fruchtbarkeit soll durch die Verabreichung von GnRH im frühen Östrus die Konzeptionsrate verbessert werden können. Eine GnRH-Injektion um den Zeitpunkt der Besamung soll eine Ovulation in der Nähe des Besamungszeitpunktes gewährleisten. Der Einfluss von GnRH und GnRH-Analoga nach einer Applikation bei der Erstbesamung wurde in verschiedenen Studien unterschiedlich bewertet. Einige Autoren konnten eine Verbesserung der Konzeptionsrate gegenüber einer Kontrollgruppe feststellen (Aboul-Ela und El-Keraby 1986, Macmillan et al. 1986), während Pennington et al. (1985)

und Chenault (1990) kaum einen Unterschied oder eine verschlechterte Konzeptionsrate nachwiesen. Insbesondere bei Nachbesamungen führte eine GnRH-Injektion eine Stunde vor oder mit der Besamung zu einer Verbesserung der Konzeptionsrate (Stevenson et al. 1988, Rosenberg et al. 1991, Ryan et al. 1994). Andere Autoren konnten durch die Gabe von GnRH zur Besamung bei Tieren, die zuvor bereits zweimal erfolglos besamt worden waren, keine verbesserten Konzeptionsraten erzielen (Anderson und Malmo 1985, Lewis et al. 1990).

Der Einfluss von GnRH auf die Funktion des sich anbildenden Gelbkörpers und den Progesteronspiegel wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Stevenson et al. (1984) und Lucy und Stevenson (1986) fanden nach der Verabreichung von GnRH zur Besamung niedrigere Progesteronkonzentrationen im Blutplasma, während Lee et al. (1985) über erhöhte und Lewis (1987) über unbeeinflusste Progesteronspiegel im Blut berichteten. Rosenberg et al. (1991) vermuteten, dass höhere Progesteronkonzentrationen im Plasma die Chancen einer Trächtigkeit erhöhen. Bei Verabreichung von GnRH vor dem präovulatorischen LH-Peak erreichten diese Tiere doppelt so hohe Progesteronwerte wie Tiere ohne GnRH-Applikation.

In verschiedenen Studien wurde durch die Verabreichung von GnRH eine Stimulierung der Progesteronproduktion zwischen dem 11. bis 13. Tag nach der Erstbesamung untersucht. Macmillan et al. (1986) konnten damit eine Konzeptionsrate von 72,4 % gegenüber 60,9 % in einer Kontrollgruppe erreichen. In der Untersuchung von Ryan et al. (1994) dagegen konnte durch die Verabreichung von GnRH am 12. Tag nach der Besamung keine Erhöhung der Trächtigkeitsrate festgestellt werden, obwohl die Tiere erhöhte Progesteronspiegel im Blutplasma aufwiesen. Vermutlich beruht der Einfluss von GnRH auf die Trächtigkeit nicht allein auf der Progesteronkonzentration, sondern auf weiteren, bisher unbekanntem Faktoren (Lucy und Stevenson 1986, Stevenson et al. 1988).

2.6 Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Fruchtbarkeitsmanagement

Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) wird zur Geburts- und Aborteinleitung, zur Therapie von Follikel-Luteinzysten, zur Behandlung des eitrigen Genitalkatarrhs, der Pyometra und zur Brunstsynchronisation beziehungsweise -induktion verwendet (Wenzel 1991, Grunert und Zerbe 1999, Heuwieser und Mansfeld 1999). Verschiedene $PGF_{2\alpha}$ -Präparate zeigten hinsichtlich der Fruchtbarkeitsparameter und der luteolytischen Wirkung keine signifikanten Unterschiede (Seguin et al. 1985, Wenzel 1991, Ascher et al. 1994, Stolla und Bendel 1997). In den Untersuchungen verschiedener Autoren führte $PGF_{2\alpha}$ bei 72 % bis 98 % der Tiere mit

einem Gelbkörper zur Luteolyse (Leidl et al. 1981, Plunkett et al. 1984, Lucy et al. 1986, Slenning 1992, Drillich et al. 2000).

2.6.1 Einsatz von Prostaglandin F_{2α} im Puerperium

McIntosh et al. (1984) berichteten in einer Übersicht über den ein oder zweimaligen Einsatz von Cloprostenol im Puerperium bei Milchkühen in verschiedenen wissenschaftlichen Studien. In 13 von 17 Studien konnte in der Versuchsgruppe eine Verbesserung der Konzeptionsrate zur ersten Besamung gegenüber der unbehandelten Kontrollgruppe festgestellt werden. Die Autoren führten die gesteigerte Fruchtbarkeitsleistung in den Versuchsgruppen auf eine verbesserte Brunstbeobachtung zurück. Der Landwirt kann seine Aufmerksamkeit für eine bestimmte Zeit auf eine bestimmte Gruppe von Tieren richten. Allerdings gaben McIntosh et al. (1984) zu bedenken, dass Studien ohne den erhofften Erfolg eventuell nicht publiziert worden sind. In einer anderen Übersichtsarbeit referierte Young (1989) die Ergebnisse von 14 verschiedenen Studien zum einmaligen Einsatz von Dinoprost im Puerperium. Eine Verbesserung des Erstbesamungserfolges konnte nur in Herden mit unterdurchschnittlichen Konzeptionsraten festgestellt werden. Herden mit überdurchschnittlichem Besamungserfolg zeigten dagegen keine Verbesserung des Erstbesamungserfolges. Der Autor vermutete einen positiven Effekt der Dinoprost-Behandlung bei Tieren mit einer Endometritis. Michiel et al. (1999) berichteten bei der Gabe von Prostaglandin F_{2α} am 10. Tag p.p. nach störungsfreier oder komplikationsbehafteter Geburt über keine grundsätzlich positiven Effekte auf das Fertilitätsergebnis.

Macmillan et al. (1987) und Morton et al. (1992) stellten bei einer einmaligen Applikation von Prostaglandin F_{2α} zwischen dem 14. und 35. Tag, beziehungsweise 28. Tag p.p. keine Steigerung der Herdenfruchtbarkeit fest. Sie erklärten dies mit einer guten Brunstbeobachtung, einem guten Erstbesamungserfolg und einem geringen Anteil Tiere mit Puerperalstörungen in den Betrieben. Young et al. (1984) und Young und Anderson (1986) beschrieben dagegen einen höheren Erstbesamungserfolg bei Tieren, die zwischen dem 14. und 28. p.p. mit Prostaglandin F_{2α} behandelt worden waren. Sie erklärten dies mit einem positiven Effekt von Prostaglandin F_{2α} auf die Uterusinvolution, die Ovaritätigkeit und möglicherweise auf die intrauterinen Abwehrmechanismen. Eine verbesserte Konzeption war insbesondere bei den Kühen festzustellen, die mit Dinoprost behandelt worden waren und vor der Behandlung eine niedrige Progesteronkonzentration im Blut aufwiesen. Daher vermuteten Young und Anderson (1986), dass die Gabe von Dinoprost möglicherweise die

Wiederaufnahme der Ovarzyklizität verbessert. Eine Inzidenz von Ovarialzysten oder Azyklie bis zu 20 % gelten im Puerperium nicht als ungewöhnlich. Karg und Schallenberger et al. (1983) berichteten, dass mit dem Anlaufen eines normalen Zyklus 25 Tage p.p. zu rechnen ist. Arbeiter et al. (1990) fanden in der Periode der puerperalen Konvaleszenz bis zum 28. Tag p.p. bei 61 % der untersuchten Rinder Zysten. Nach Oltenacu et al. (1983) nehmen Kühe mit gestörtem Puerperium verzögert die normale Zyklusaktivität auf und zeigen geringere Konzeptionsraten.

2.6.2 Prostaglandin F_{2a} zur Therapie der Endometritis

Endometritiden verursachen Kosten durch Milchverluste, verlängerte Gützeiten, vermehrte Untersuchungen und Behandlungen, und eine erhöhte Abgangsrate (Barlett et al. 1986, Lee et al. 1989, Tischer 1998). Die Prävalenz von Endometritiden ist stark vom Untersuchungszeitpunkt p.p. abhängig. Sie nimmt mit zunehmender Laktationsdauer ab (Bartlett et al. 1986). In der Literatur reichen die Angaben über Prävalenzen von Endometritiden von 11,5 % (Etherington et al. 1984) bis 37,5 % (Tenhagen und Heuwieser 1999). Auch die Sensitivität der Untersuchungstechnik hat einen Einfluss auf die Anzahl festgestellter Endometritiden. Mit der vaginalen Inspektion können nach Untersuchungen von Miller et al. (1980) und Olson (1996) mehr Tiere mit Anzeichen einer Endometritis festgestellt werden als durch manuelle Palpation vom Rektum her. Die vaginoskopische Untersuchung verursacht allerdings einen höheren Arbeitsaufwand (Gilbert 1992). Neuere Untersuchungen von Drillich et al. (2002) zeigten, dass mit der manuellen Palpation vom Rektum her mehr Endometritiden festgestellt werden konnten als durch systematische äußere Adspektion.

Zur Behandlung von Endometritiden stehen verschiedene Therapiemöglichkeiten zur Verfügung. Welche Therapie gewählt wird, hängt auch davon ab, ob es sich um eine akute oder chronische Endometritis handelt. Die klinischen Symptome einer akuten Endometritis treten zwischen dem 4. und 15. Tag p.p. auf und sind sehr verschieden, abhängig von dem Schweregrad der Infektion und der Reaktion des Uterus (De Kruif 1999). Jede akute puerperale Endometritis geht etwa ab dem 14. Tag p.p. in eine chronische Endometritis über (De Kruif 1999). Zu den verschiedenen Therapiemöglichkeiten gehören intrauterin applizierte Desinfizienzien, Adstringentien oder Antibiotika sowie Prostaglandin F_{2α} und andere systemisch applizierte Medikamente (Gustafsson 1984, Paisley et al. 1986). Prostaglandin F_{2α} bewirkt bei bis zu 97 % der Tiere die Luteolyse eines vorhandenen Gelbkörpers (Stolla und

Bendel 1997, Drillich et al. 2000). Dadurch entfällt die hemmende Wirkung des Progesterons auf uterine Abwehrmechanismen. Durch die im folgenden erhöhte Östrogenproduktion wird die uterine Abwehr stimuliert (Paisley et al. 1986). Möglicherweise hat Prostaglandin $F_{2\alpha}$ einen stimulierenden Effekt auf die Phagozytose der Leukozyten im Uterus (Paisley et al. 1986). Dieser positive Effekt ist nicht an den Vorgang der Luteolyse gebunden. Auch bei Kühen mit einem niedrigen Progesteronspiegel zur Zeit der Prostaglandingabe lies sich dieser Effekt nachweisen (Hoedemaker et al. 1992). Die Anwendung von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ fördert auch durch eine direkte kontrahierende Wirkung auf den Uterus die Uterusentleerung und die Involution des Organs (Kroker 1997). Diese Wirkungen im Sinne einer Selbstreinigung, stellen einen wesentlichen Mechanismus im Rahmen der Erregerelimination dar. Die kontrahierende Wirkung auf die Uterusmuskulatur war in einer Studie von Hirsbrunner et al. (1999) nach der Gabe von DL-Cloprostenol am stärksten ausgeprägt. Die Applikation von Dinoprost brachte dagegen am längsten anhaltende Kontraktionen. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu Untersuchungen von Stolla und Schmid (1990), die durch Dinoprost eine stärkere Uteruskontraktion erreichen konnten als durch synthetische Analoga.

Bei Drillich (1999) lag die Heilungsrate nach einer einmaligen Behandlung mit $PGF_{2\alpha}$ bei 79,6 %. In der Gruppe, in der erkrankte Tiere mit einer einmaligen intrauterinen Instillation von Lotagen[®] kombiniert mit einer Injektion von $PGF_{2\alpha}$ behandelt wurden, konnte nach der Behandlung bei 62,5 % keine Anzeichen einer Endometritis mehr festgestellt werden. In den Untersuchungen von Sheldon und Noakes (1998) wurden 67,0 % der an einer Endometritis erkrankten Tiere nach einer einmaligen Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Gabe als erfolgreich behandelt beschrieben.

Bei der Anwendung von Antibiotika wird auf Grund der Gefahr der Resistenzbildung ein besonders gewissenhafter Umgang bei diesen Arzneimitteln gefordert (Kietzmann 1999). Um im Uterusgewebe über einen ausreichend langen Zeitraum einen wirksamen Arzneimittelspiegel aufrecht zu erhalten, soll der antibakteriellen Behandlung eine Entleerung des Uterus durch eine Verabreichung von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Präparaten vorausgehen (Kietzmann 1999). In einer Studie von Wittke et al. (2001) war die Behandlung der chronischen Endometritis mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ der Behandlung mit Cefapirin als gleichwertige Alternative anzusehen. Die Kombination der beider Behandlungen brachte jedoch keine verbesserte Fruchtbarkeitsleistung.

Der Vorteil der lokalen Anwendung von Antiseptika im Vergleich zu Antibiotika ist das Ausbleiben einer bakteriellen Resistenzentwicklung. Nach Kietzmann (1999) führen

Antiseptika in den verwendeten Konzentrationen zu schmerzhaften Gewebsirritationen. Ihm erschien die von verschiedenen Autoren (Strube et al. 1991, Busch und Grübel 1998) vertretene Ansicht, dass die Abheilung dieser Gewebsschäden das Wiedererreichen der physiologischen Funktionen des Uterusepithels fördert, fraglich.

In einer neueren Studie von Knutti et al. (2000) wurden Kühe mit einer Endometritis mit $\text{PGF}_{2\alpha}$, einer intrauterinen Infusion mit Antibiotika oder Desinfizienten oder gar nicht behandelt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Tiere mit leichter Endometritis ein sehr großes Selbstheilungspotential haben und, soweit keine ovariellen oder endokrinen Dysfunktionen vorliegen, keiner Behandlung bedürfen. Die intrauterine Behandlung hatte bei Tieren mit einer leichten Endometritis einen negative Effekt auf die Fruchtbarkeit (Knutti et al. 2000). Die Studie von Knutti et al. (2000) bestätigt andere Untersuchungen (Etherington et al. 1988, Bruns 1997, Heuwieser et al. 2000) in denen die Gabe von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ einen besseren Effekt auf die Fruchtbarkeitsleistung hatte als uterine Infusionen.

2.6.3 Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ zur Brunstinduktion und -synchronisation

Mit dem Einsatz von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ zur Brunstsynchronisation kann der Zeitaufwand zur Brunstbeobachtung deutlich verringert und die Brunsterkennungsrate verbessert werden (Ferguson und Galligan 1993a, Tenhagen und Heuwieser 1999). Wenn mehrere Tiere gleichzeitig in Brunst kommen, zeigen sie deutlicher und länger Brunstanzeichen (Olson 1993). Nach der Behandlung mit Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ wird die Brunst durchschnittlich 66 Stunden (Ascher et al. 1994) beziehungsweise drei bis fünf Tage (Wenzel 1991, Stolla et al. 1998) später beobachtet.

Zur Brunstsynchronisation wird Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ zweimal im Abstand von 11 oder 14 Tagen verabreicht (Rosenberg et al. 1990, Wenzel 1991, Ferguson and Galligan 1993a). Die erste Injektion soll eine Vorsynchronisation des Zyklusstandes bewirken. Der Grad der Synchronisation ist gegenüber den spontan in Brunst kommenden Kühen deutlich erhöht (Heuwieser 1997). Zum Zeitpunkt der zweiten Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ -Injektion sollten dann alle Tiere ein auf Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ ansprechendes Corpus luteum besitzen. Mit dieser zweiten Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ -Injektion kann der Grad der Synchronisation verbessert und die Anzahl der Brunsten pro 21 Tage erhöht werden (Heuwieser 1997). Verschiedene Autoren berichteten, dass der Synchronisationsgrad nach der zweimaligen Verabreichung von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ in einem Abstand von 14 Tagen deutlich höher ist als nach einem Abstand von 11 Tagen (Macmillan und Henderson 1984, Young 1989, Folman et al. 1990, Rosenberg et al. 1990).

Die Erwartungshaltung des Landwirtes, Tiere, die mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ behandelt worden sind, unbedingt in Brunst zu sehen, kann sich allerdings auch nachteilig auf die Spezifität der Brunstbeobachtung und folglich auf die Besamungsergebnisse auswirken (Mansfeld und Heuwieser 1998). Da der Gelbkörper erst ab dem 5. Tag nach der Ovulation auf Prostaglandin $F_{2\alpha}$ anspricht (Wiltbank 1997), setzt die Luteolyse bei einem gewissen Prozentsatz der Tiere nicht ein, wenn sie ohne Kenntnis des Zyklusstandes mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ behandelt wurden.

Zur Erkennung von Tieren mit einem funktionellen Gelbkörper kann die Diagnostik mittels manueller Palpation der Ovarien vom Rektum her oder ein Milchprogesterontest genutzt werden. In einem Simulationsmodell haben Heuwieser et al. (1997) vier Behandlungsstrategien untersucht. Sie verglichen den Einsatz von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ohne vorherige Selektion, nach rektaler Palpation der Ovarien, beziehungsweise nach dem Milchprogesterontest mit einer unbehandelten Kontrollgruppe. Bis zu einer Brunsterkennungsrate von 55 % konnten alle drei Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Programme die Fruchtbarkeit gegenüber der Kontrollgruppe verbessern. Mit weiter steigender Brunsterkennungsrate war nur noch der Einsatz von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ohne vorherige Selektion der Kontrollgruppe überlegen. Bei der rektalen Untersuchung der Ovarien sind die Fertigkeit des Untersuchers (Kelton et al. 1991), sowie auch die falsch-positiven und falsch-negativen Befunde zu berücksichtigen (Ott et al. 1986). In einer Untersuchung von Britt und Gaska (1998) waren die Konzeptionsraten für Tiere, die Prostaglandin $F_{2\alpha}$ nach der rektalen Diagnose eines Gelbkörpers erhalten hatte, schlechter als für Tiere, die mit einem Programm zur Ovulationssynchronisation behandelt worden waren (32 % vs. 47 %). Auch die Trächtigkeitsrate war in der Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Gruppe niedriger (18 % vs. 47 %). In der Studie war die Trächtigkeitsrate als das Produkt aus Brunstnutzungsrate und Erstbesamungserfolg definiert. Die geringen Trächtigkeitsraten wiesen auf Probleme in der Brunstbeobachtung hin. Außerdem vermuteten Britt und Gaska (1998), dass eine geringe Brunstaktivität der Kühe darauf zurückzuführen sei, dass einige Tiere nach der rektalen Diagnose eines Gelbkörpers Prostaglandin $F_{2\alpha}$ erhalten hatten, aber nicht auf die Injektion reagierten. In einer Studie von Slenning (1994) wurde durch den Einsatz von $PGF_{2\alpha}$ nach rektaler Palpation keine Steigerung der Brunstnutzungsrate erreicht (50,6 %). Allerdings lag in der unbehandelten Kontrollgruppe die Brunstnutzungsrate relativ hoch (58,8 %).

Nach Angaben unterschiedlicher Autoren führt Prostaglandin $F_{2\alpha}$ bei 72 % bis 98 % der Tiere mit einem Gelbkörper zur Luteolyse (Leidl et al. 1981, Plunkett et al. 1984, Lucy et al. 1986,

Slenning 1992, Stolla und Bendel 1997, Drillich et al. 2000). Im Vergleich zwischen dem strategischem Einsatz von $\text{PGF}_{2\alpha}$ und einem Programm basierend auf der rektalen Palpation mit nachfolgender Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ -Applikation wurden von Kristula et al. (1992) kürzere Güst- und Rastzeiten und ein höherer Anteil an tragenden Tieren in der Behandlungsgruppe ohne vorherige Selektion beschrieben. Die Autoren führten die verbesserte Fruchtbarkeit auf die verkürzten Rastzeiten bei gleichem Besamungserfolg und auf Irrtümer in der rektalen Palpation zurück. Außerdem wurde die manuelle Palpation vom Rektum her alle 14 Tage durchgeführt, während die Behandlungsgruppe ohne vorherige Selektion wöchentlich eine Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ -Applikation erhielt.

Bei Drillich (1999) konnte durch den strategischen Einsatz von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ die Brunstnutzungsrate sowohl gegenüber einem konventionellen Managementprogramm ohne Brunstsynchronisation und mit Besamung nach Brunstbeobachtung als auch gegenüber dem Einsatz von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ basierend auf der manuellen Palpation vom Rektum her signifikant verbessert werden. Auch eine signifikante Verkürzung der Rastzeiten war zu verzeichnen, was aber nicht zu einer Verkürzung der Güstzeiten führte. Ferguson und Galligan (1993b) rieten von der manuellen Palpation vom Rektum her als Selektionsmethode ab, da diese Untersuchungstechnik eine zu geringe Spezifität aufweist. Sie empfahlen eine zweimalige $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion im Abstand von 14 Tagen mit jeweiliger Besamung nach Brunstbeobachtung. Als Ziel sollten nach der ersten $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion bis zu 70 % der Tiere besamt werden. Alle nicht besamten Kühe erhielten 14 Tage später eine weitere Injektion.

In Anbetracht der relativ hohen Fehlerquote von 20 bis 30 % bei rektal erhobenen Ovarbefunden (Grunert 1979) kann die Progesteronbestimmung auch als Absicherung der Diagnose genutzt werden. Die Nutzung des Milchprogesterontests zur Erkennung von Tieren mit einem funktionellen Gelbkörper und der folgende Einsatz von $\text{PGF}_{2\alpha}$ können die Rast- und Güstzeiten verkürzen. Diesem positiven Effekt steht jedoch ein relativ hoher Kostenaufwand gegenüber (Stevenson und Pursley 1994). Bei Surholt (2001) sollten durch den gezielten Einsatz von Prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ nach Nutzung des Milchprogesterontests vergleichsweise gute Brunstnutzungsraten und Erstbesamungserfolge erzielt werden. Nach etwa zweimonatiger Durchführung wurde diese Vorselektion eines aktiven Gelbkörpers mittels Milchprogesteronbestimmung eingestellt, da zu diesem Zeitpunkt ermittelte Fruchtbarkeitskennzahlen deutlich machten, dass diese Methode durch zusätzliche Kosten und Arbeitsaufwand keine Alternative für diesen Betrieb darstellte.

Ein entscheidender Aspekt bei der Anwendung von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ zur Brunstsynchronisation ist die unterschiedliche Länge des Intervalls zwischen Behandlung und dem Eintreten der Brunst beziehungsweise der Ovulation. Dieses Phänomen beruht auf unterschiedlichen Reifeszuständen des ovulatorischen Follikels zum Zeitpunkt der Luteolyse (Wiltbank 1998a). Für die Auslösung fertiler Brunsten empfahlen Kanitz et al. (1996), Prostaglandin $F_{2\alpha}$ nicht vor dem 8. Zyklustag anzuwenden. Macmillan und Henderson (1984) sahen 70 % der Kühe, die am Zyklustag 7 oder 16 behandelt worden sind, 48 bis 72 Stunden nach der Prostaglandin $F_{2\alpha}$ Applikation in Brunst. Aber nur 30 % der Kühe, welche die Injektion am Tag 12 des Zyklus erhalten hatten, wurden in diesem Zeitraum in Brunst gesehen. Diese Kühe hatten ihre Hauptbrunst 73 bis 120 Stunden nach der Injektion mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$.

Bei Kanitz et al. (1996) löste eine Verabreichung von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ an den Zyklustagen 5, 8, 11 beziehungsweise 14 den endogenen LH-Peak nach durchschnittlich 57,0, 62,7, 76,3 beziehungsweise 69,5 Stunden aus. Das Zeitintervall von der Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Injektion bis zum LH-Peak beziehungsweise bis zur Ovulation wurde zum Teil signifikant vom Zyklustag, an dem Prostaglandin $F_{2\alpha}$ verabreicht wurde, beeinflusst. Nach Kanitz et al. (1996) kann davon ausgegangen werden, dass am 11. Zyklustag der dominante Follikel der ersten Follikelwelle sich auf dem Weg der Atresie befindet und ein neuer dominanter Follikel erst im Entstehen begriffen ist. Auf diese ovarielle Konstellation trifft die Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Applikation, die von einer GnRH-Ausschüttung gefolgt ist. Der junge, später dominant werdende Follikel der zweiten Follikelwelle benötigt vergleichsweise mehr Zeit, um Östradiol $17-\beta$ in solchen Konzentrationen zu synthetisieren, die den LH-Peak auslösen. Derartige Follikel ovulieren vergleichsweise später (Kanitz et al. 1996).

Verschiedene Untersuchungen zur terminierten Besamung nach der Gabe von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ führten zu keiner Verbesserung der Fruchtbarkeit im Vergleich zur Besamung nach Brunstbeobachtung in einem Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Programm (Lucy et al. 1986, Stevenson et al. 1987). Niedrigere Konzeptionsraten führten Lucy et al. (1986) auf eine mangelhafte Luteolyse sowie auf niedrige Progesteronwerte zum Zeitpunkt der zweiten Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Injektion zurück. In einer Untersuchung von Stevenson et al. (1987) wurden Tiere der Versuchsgruppen einmal 80 Stunden, beziehungsweise zweimal 72 und 96 Stunden nach der Prostaglandin $F_{2\alpha}$ Injektion besamt. Auch bei der Doppelbesamung beschrieben Stevenson et al. (1987) schlechtere Konzeptionsraten als bei den unbehandelten Kontrolltieren. Zu anderen Ergebnissen kamen Young und Henderson (1981), die bei einer

terminierter Besamung nach Synchronisation mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe verkürzte Rast- und Gützeiten bei gleichem Besamungserfolg sowie einem höheren Anteil tragender Tiere feststellten. In einer neueren Untersuchung von Tenhagen et al. (2000) wurden bei der strategischen Anwendung von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ die Versuchs- und die Kontrollgruppe zweimal im Abstand von 14 Tagen mit einer Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Injektion behandelt. Es zeigten sich zwischen der Versuchsgruppe, in der die Tiere terminiert 66 und 90 Stunden nach der Injektion besamt wurden und der Kontrollgruppe, in der die Besamung nach Brunstbeobachtung stattfand, keine Unterschiede bezüglich der Konzeptionsrate. Allerdings erwies sich die terminierte Doppelbesamung der Versuchsgruppe durch eine Verkürzung der Gützeit als kostengünstiger als die Besamung nach Brunstbeobachtung.

In einer Studie von Drillich et al. (2000) wurde der Effekt eines „Wartezyklus“ nach Brunstsynchronisation mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ auf die Brunstnutzungsrate und den Erstbesamungserfolg untersucht. Die Unterschiede der Fruchtbarkeitskennzahlen zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe waren statistisch nicht signifikant. Das Aufschieben der Besamung um eine Brunst nach der Synchronisation erniedrigte den Grad der Synchronisation. Dies hatte allerdings keinen Effekt auf die Fruchtbarkeitsleistung der Herde verglichen mit der Besamung nach der ersten beobachteten Brunst nach der Synchronisation. Diese Arbeit bestätigte ältere Untersuchungen von Lauderdale et al. (1974), die ebenfalls keinen negativen Einfluss der Synchronisation auf die Fruchtbarkeit feststellen konnten.

Verschiedene Autoren (Pursley et al. 1995, 1997a,b, Wiltbank 1998a) empfahlen, durch die Anwendung von Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) nicht nur die Brunst zu synchronisieren, sondern auch die Ovulation. Mit einer kombinierten Anwendung von $PGF_{2\alpha}$, GnRH und terminierter Besamung konnte eine zufriedenstellende Herdenfruchtbarkeit ohne Brunstbeobachtung erreicht werden (Pursley et al. 1997b).

2.7 Programme zur Ovulationssynchronisation (Ovsynch)

Nach einer Brunstsynchronisation mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ tritt die Brunst in der Regel zwei bis sieben Tage nach der Behandlung ein (Rosenberg et al. 1990). Durch diese Schwankungen wird der Erfolg einer terminierten Besamung unterschiedlich diskutiert (Young und Henderson 1981, Lucy et al. 1986, Stevenson et al. 1987, Tenhagen und Heuwieser 1999). Nach neueren Untersuchungen lag die Ursache für die mangelhafte Synchronizität des Östrus an dem Status der Follikelentwicklung zum Zeitpunkt der Prostaglandin $F_{2\alpha}$ -Injektion (Kastelic et al. 1990a, Kastelic und Ginther 1991, Bo et al. 1995, Kanitz et al. 1996). Um eine erfolgreiche Besamung ohne vorherige Brunstbeobachtung zu ermöglichen, entwickelten Pursley et al. (1995, 1997b) eine Methode zur präzisen Synchronisation der Ovulation (Ovsynch-Programm). Das Programm umfasst drei Injektionen (Abbildung 4).

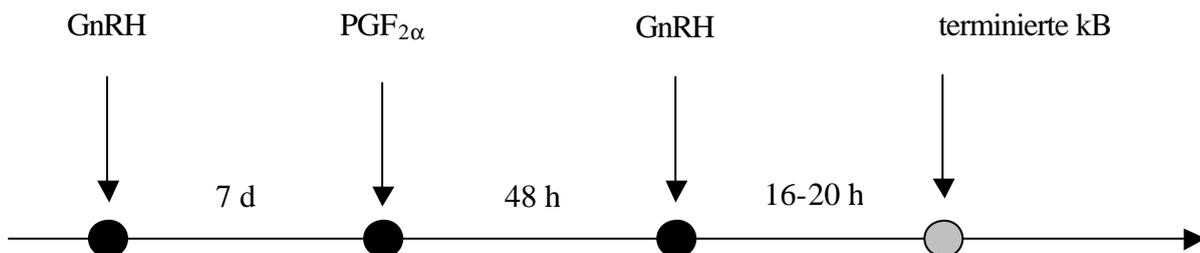


Abbildung 4: Zeitpunkte für die Injektionen und die terminierte Besamung in einem Ovsynch-Programm (modifiziert nach Wiltbank 1998a)

Die erste GnRH-Injektion führte nach Pursley et al. (1995) bei den meisten Kühen zu einer Ovulation. Bei allen Kühen konnte der Start einer neuen Follikelwelle induziert werden (Twagiramungu et al. 1994, 1995, Pursley et al. 1995). Alle Kühe reagierten auf die PGF_{2α}-Injektion mit der Regression des Gelbkörpers. Nach der zweiten GnRH-Injektion erfolgte bei allen Kühen innerhalb von 32 Stunden eine Ovulation (Pursley et al. 1995). Nach der zweiten GnRH-Injektion werden die Tiere ohne Beachtung ihrer Brunstsymptome terminiert besamt (Pursley et al. 1995, Schmitt et al. 1996c, Wiltbank 1998a).

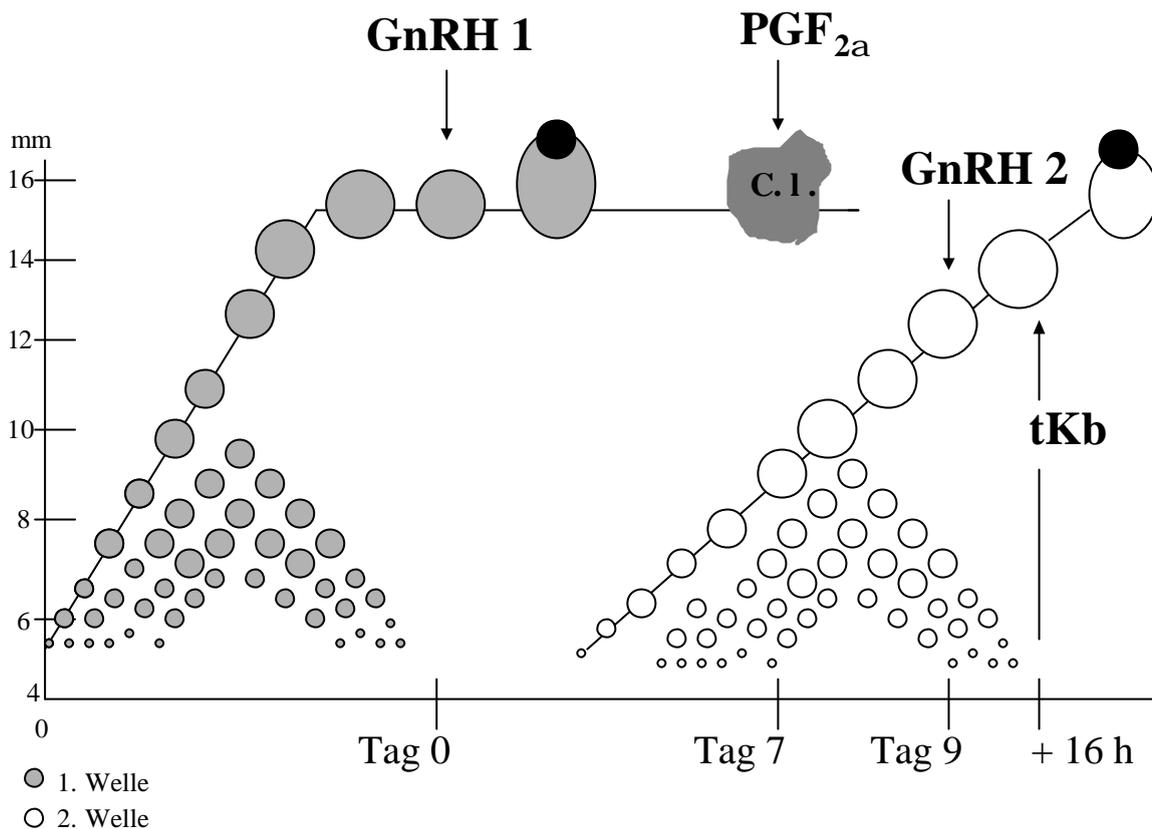


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Follikeldynamik und Zeitpunkt der verschiedenen Injektionen in einem Ovsynch-Programm

Abbildung 5 zeigt schematisch die Follikeldynamik am Beispiel eines zweiwelligen Zyklus sowie den Zeitpunkt der unterschiedlichen Injektionen in einem Ovsynch-Programm.

In einer Studie von Burke et al. (1996) reagierten 91,7 % der Kühe, die einem Ovsynch-Programm unterzogen worden waren, auf die PGF_{2α}-Injektion mit einer Regression des Gelbkörpers. Von den 8,3 % der Tiere, die 48 Stunden nach der PGF_{2α}-Injektion noch Progesteronwerte über 1ng/ml aufwiesen, konzipierte keines nach der terminierten Besamung (Burke et al. 1996). Auch bei Moreira et al. (2000c) zeigten Kühe, die eine unvollständige Regression (19,9 %) des Gelbkörpers aufwiesen, niedrigere Trächtigkeitsraten als solche mit einer vollständigen Luteolyse nach der Gabe von PGF_{2α}. Die Autoren vermuten, dass bei einer unvollständigen Luteolyse mit erhöhten Progesteronwerten eine nicht ausreichende Ausreifung des präovulatorischen Follikels stattfindet. Durch erhöhte Progesteronwerte könnte die LH-Freisetzung, beziehungsweise der LH-Anstieg, der vermutlich für die Ausreifung des präovulatorischen Follikels wichtig ist, reduziert sein.

Möglicherweise ist auch die uterine Umgebung bei abweichender Hormonzusammensetzung nicht in der Lage die spätere embryonale Entwicklung und das Überleben des Embryos zu gewährleisten (Moreira et al. 2000c). In einer älteren Studie ermittelten Diskin und Sreenan (1980) Fertilisationsraten bei Färsen (Fleischrindern) von etwa 90 %. Innerhalb der ersten zwei Wochen starben jedoch über 40 % der Embryonen ab. Thatcher et al. (2001) vermuteten, dass gealterte Follikel nicht mehr ovulieren, oder, wenn sie ovulieren, die produzierten Oozyten weniger fertil sind.

Die besten Konzeptionsraten wurden erreicht, wenn die zweite GnRH-Injektion 48 Stunden nach der PGF_{2α}-Injektion erfolgte (Pursley et al. 1995). Hinsichtlich des Zeitpunktes der terminierten Besamung fanden Pursley et al. (1998), dass der optimale Zeitpunkt 16 Stunden nach der zweiten GnRH-Injektion lag. Insgesamt ergaben sich für die erste Besamung in den Gruppen, die 0, 8, 16 und 24 Stunden nach der zweiten GnRH-Injektion besamt worden waren, nur geringe Unterschiede in den Konzeptionsraten (37 %, 41 %, 45 % bzw. 41 %).

Pursley et al. (1997b) erprobten das Ovsynch-Programm an einer größeren Zahl von Tieren, wobei die Tiere 20 bis 24 Stunden nach der zweiten GnRH-Gabe besamt wurden. Sie erreichten eine Konzeptionsrate von 37 %. In einer unbehandelten Kontrollgruppe ohne terminierte Besamung betrug die Konzeptionsrate 39 %. Stevenson et al. (1996) erreichten mit einem Ovsynch-Programm eine Konzeptionsrate von 35,3 %. Der Abstand zwischen der PGF_{2α}-Injektion und der zweiten GnRH-Injektion betrug bei Stevenson et al. (1996) 32 Stunden. Die Tiere wurden 18 bis 19 Stunden nach der zweiten GnRH-Injektion besamt. Britt und Gaska (1998) berichteten über eine Konzeptionsrate für die erste Besamung von 47 % in der Ovsynch-Gruppe und 32,0 % in einer Gruppe, in der die Tiere nach rektaler Palpation eines Gelbkörpers mit PGF_{2α} behandelt wurden. Allerdings wurden die Kühe zu verschiedenen Zeitpunkten, bis zu 220 Tagen p.p., in den Versuch aufgenommen und waren vorher bis zu 3 mal besamt worden.

In Florida erprobten Moreira et al. (2000c) ein sogenanntes Resynch-Programm. Alle Tiere erhielten am 21. Tag nach der terminierten Besamung eine erneute GnRH-Injektion. Sieben Tage später wurde bei den Tieren eine Trächtigkeitsuntersuchung mittels Ultraschall durchgeführt. Alle nichttragenden Tiere erhielten danach eine PGF_{2α}-Injektion und 48 Stunden später die zweite GnRH-Injektion. Dieses Programm konnte nicht empfohlen werden, da die Konzeptionsraten sowohl bei der ersten Besamung als auch der Besamung nach dem Resynch-Programm deutlich schlechter waren als bei dem üblichen Ovsynch-Programm.

Bei der Anwendung von Ovsynch-Programmen wurde von verschiedenen Autoren keine Kontrolle der umrindernden Tiere durchgeführt. Die Tiere wurden erst zur Trächtigkeitsuntersuchung vorgestellt. Nichttragende Tiere wurden einem erneuten Ovsynch-Programm unterzogen (Pursley et al. 1997a und 1997b).

Bei Klindworth (2000) war die mittlere Rastzeit in der Ovsynch-Gruppe um etwa vierzehn Tage kürzer als bei Kontrolltieren, die einem für den Betrieb üblichen Fruchtbarkeitsmanagement unterlagen. Dagegen unterschieden sich die mittleren Gützeiten nicht signifikant voneinander. Die kürzere Rastzeit in der Ovsynch-Gruppe wurde durch ein deutlich schlechteres Erstbesamungsergebnis wieder ausgeglichen. Bei Surholt (2001) war der Erstbesamungserfolg in einer Ovsynch-Gruppe ebenfalls niedriger als in der Kontrollgruppe, in der die Tiere nach Brunstanzeichen besamt wurden. Jedoch lag die Brunstnutzungsrate in der Ovsynch-Gruppe erheblich höher als in der Kontrollgruppe und die Rast- und Gützeiten waren in der Ovsynch-Gruppe deutlich niedriger. Die Trächtigkeitsrate konnte gesteigert und die Zahl der Abgänge gesenkt werden.

In einer Studie von Burke et al. (1996) durften Kühe in einem Ovsynch-Programm, die innerhalb von 40 Stunden nach der PGF_{2a}-Injektion Brunstanzeichen zeigten, besamt werden. Die Autoren begründeten diese Vorgehensweise mit der Notwendigkeit, in kommerziellen Milchviehherden die Trächtigkeitsraten zu maximieren. Auch andere Untersucher erlauben eine Wiederbesamung nach einem Ovsynch-Programm, wenn die Tiere in Brunst gesehen wurden (Moreira et al. 2000c,b, Surholt 2001).

Tenhagen et al. (2001a) berichteten über die Bedeutung einer frühen Trächtigkeitsdiagnose für die Effektivität eines Ovsynch-Programms und über eine Erweiterung des Ovsynch-Programms durch eine gezielte Umrindererkontrolle. Da die Bilanz der Umrindererkontrolle stark von den Kostenansätzen für Gütstage abhängig ist, empfahlen die Autoren eine betriebsindividuelle Kalkulation durchzuführen.

In Untersuchungen von Fricke und Wiltbank (1999) war die Ovulation bei 84 % der Kühe, die ein Ovsynch-Programm erhalten hatten synchronisiert. Von den synchronisierten Kühen hatten 14,1 % eine doppelte Ovulation. Bei keiner Kuh ovulierten nach der zweiten GnRH-Injektion mehr als zwei Follikel.

Jobst et al. (2000) stellten fest, dass Kühe, die deutlich äußere Brunstanzeichen zeigten, verglichen mit Kühen, die keine deutlichen Brunstanzeichen äußerten, in einem Ovsynch-Programm einen deutlich höheren Erstbesamungserfolg aufwiesen.

Über den Einfluss der Laktationsnummer auf verschiedene Fruchtbarkeitsparameter sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zu finden. Einige Studien zeigten, dass Erstlaktierende

gegenüber älteren Kühen in einem Ovsynch-Programm höhere Konzeptionsraten aufweisen können (Stevenson et al. 1996, Surholt 2001, Tenhagen et al. 2001b). In der Gruppe, die eine zweimalige Injektion von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Abstand von 14 Tagen erhielt, konnten Tenhagen et al. (2001b) den Einfluss der Laktationsnummer nicht bestätigen. Dagegen fanden Folman et al. (1990) höhere Konzeptionsraten für Erstlaktierende gegenüber älteren Kühen nach Synchronisation mit Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Abstand von 14 Tagen und anschließender terminierter Besamung. Bei Surholt (2001) lag in einem Ovsynch-Programm der Erstbesamungserfolg in der Gruppe der Tiere mit mindestens zwei Laktationen signifikant unter dem Erstbesamungserfolg der Tiere in der ersten Laktation. Auch bei Cartmill et al. (2001) erzielten die Erstlaktierenden in einem Ovsynch-Programm höhere Trächtigkeitsraten als ältere Kühe. Jobst et al. (2000) fanden in ihren Untersuchungen keinen Einfluss der Laktationsnummer und der Milchleistung auf den Erstbesamungserfolg und andere Kennzahlen in einem Ovsynch-Programm. Die Gründe für diese unterschiedlichen Ergebnisse über den Einfluss der Laktationsnummer sind noch recht unklar. Ältere Kühe sind anfälliger für Stoffwechselprobleme als Erstlaktierende (Erb und Gröhn 1988). Erstlaktierende haben eine niedrigere Einsatzleistung in der ersten Laktation als ältere Kühe. Das Energiedefizit p.p. ist bei ihnen geringer ausgeprägt (Canfield et al. 1990, De Vries 1999). Energiedefizite können den Sexualzyklus bei Rindern empfindlich stören (Butler 1989).

2.7.1 Einfluss des Zyklusstandes auf den Erfolg von Ovsynch-Programmen

Die Synchronisationsrate bezeichnet den prozentualen Anteil an Kühen, die in einem Ovsynch-Programm nach der zweiten GnRH-Injektion in einem bestimmten Zeitintervall eine Ovulation aufweisen (Vasconcelos et al. 1999). Bei ihren Untersuchungen fanden Vasconcelos et al. (1999) eine Synchronisationsrate von 87 %. Die Synchronisationsrate variierte abhängig davon, ob die Follikel nach der ersten GnRH-Injektion ovulierten oder nicht. Bei Ovulation nach der ersten GnRH-Injektion ergab sich eine Synchronisationsrate nach der zweiten GnRH-Gabe von 92 %. Tiere, bei denen nach der ersten GnRH-Injektion keine Ovulation stattfand, wiesen nach der zweiten GnRH-Injektion eine niedrigere Synchronisationsrate (72 %) auf.

Der Zyklusstand, bei dem das Ovsynch-Programm gestartet wurde hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Synchronisationsrate nach der zweiten GnRH-Injektion (Vasconcelos et al. 1999).

Vasconcelos et al. (1999) zeigten, dass der Zyklusstand einen Einfluss hinsichtlich der Ovulationsraten auf die erste GnRH-Injektion hatte. So ovulierten Follikel, die am 1. bis 4. Zyklustag waren, nur zu 23 % nach der ersten GnRH-Injektion. Follikel, die am 5. bis 9. Zyklustag waren, ovulierten zu 96 %. Bei Tieren zwischen dem 10. bis 16. Zyklustag und 17. bis 21. Zyklustag fanden zu 54% beziehungsweise 77 % Ovulationen nach der ersten GnRH-Injektion statt. Zu ähnlichen Ergebnissen hinsichtlich der Ovulationsrate nach der ersten GnRH-Injektion in Abhängigkeit vom Zyklusstand kamen Moreira et al. (2000a). Insgesamt ovulierten nach der ersten GnRH-Injektion in verschiedenen Untersuchungen 58,3 % bis 90 % der Tiere (Pursely et al. 1995, Vasconcelos et al. 1999, Moreira et al. 2000a).

Moreira et al. (2000a) fanden, dass Tiere, bei denen am 15. Zyklustag ein Ovsynch-Programm gestartet worden war, eine frühzeitige Regression des Gelbkörpers aufwiesen. Eine mögliche Erklärung sahen die Autoren in der endogenen $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Produktion aus dem Endometrium. Diese Tiere kamen alle vor der zweiten GnRH-Injektion in Brunst, wobei 60 % schon vor der zweiten GnRH-Injektion ovuliert hatten. Fonseca et al. (1983) fanden bessere Trächtigkeitsraten, wenn die Progesteronkonzentration vor der Besamung in der Lutealphase hoch gewesen war. Daher vermuteten Moreira et al. (2000a), dass beim Start eines Ovsynch-Programms am 18. Zyklustag erniedrigte Trächtigkeitsraten auf Grund suboptimaler Progesteronkonzentrationen erzielt wurden. Weiterhin trat bei 2 von 5 Tieren eine unvollständige Regression des Gelbkörpers auf. Möglicherweise reagierte bei diesen Tieren der Gelbkörper, bei dem es sich um einen zusätzlichen Gelbkörper aus der Ovulation nach der ersten GnRH-Injektion handelte, noch nicht auf die $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion (Twagiramungu et al. 1995). Die unvollständige Regression des Gelbkörpers in einem Ovsynch-Programm war mit niedrigeren Trächtigkeitsraten verbunden (Moreira et al. 2000a, Moreira 2001).

Moreira et al. (2001) kamen zu dem Schluss, dass der Zyklusstand beim Start eines Ovsynch-Programms die Synchronisations- und Trächtigkeitsraten beeinflussen kann. Ihre Interpretation, dass der Start eines Ovsynch-Programms im Metöstrus, spätem Diöstrus und im Proöstrus möglicherweise nicht optimal bezüglich der späteren Trächtigkeitsraten sein könnten, stimmten mit Untersuchungen von Vasconcelos et al. (1999) überein. Die Autoren hatten in einer Feldstudie bestätigt, dass Tiere, bei denen in der frühen Lutealphase das Ovsynch-Programm gestartet wurde, höhere Trächtigkeitsraten erlangten, als Tiere, bei denen das Programm während der ersten drei Zyklustage oder nach dem 13. Zyklustag startete.

Moreira et al. (2001) untersuchten in einer Feldstudie, ob eine sogenannte Vorsynchronisation (Presynch) vor dem Start des eigentlichen Ovsynch-Programms die Trächtigkeitsraten

verbessern kann. Nach zweimaliger Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ im Abstand von 14 Tagen, wurde 10 Tage später ein Ovsynch-Programm gestartet. Alle Tiere sollten sich durch die Vorsynchronisation beim Start des Ovsynch-Programms am 5. bis 10. Zyklustag befinden. Die Autoren fanden in der vorsynchronisierten Gruppe höhere Trächtigkeitsraten als in der Kontrollgruppe, in der das Ovsynch-Programm an einem unbekanntem Tag im Zyklus gestartet worden war (42,6 % bzw. 25,3 %). Diese Ergebnisse bezogen sich nur auf Kühe, die zu Beginn des Ovsynch-Programms zyklisch waren. Als Grund für die verbesserten Trächtigkeitsraten vermuteten Moreira et al. (2001), dass die vorsynchronisierten Tiere sich beim Start des Ovsynch-Programms tatsächlich in der frühen Lutealphase des Zyklus (5. bis 10. Zyklustag) befanden.

In einer Studie von Cartmill et al. (2001) wurden zwei Versuchsgruppen einem Ovsynch-Programm unterzogen. In einer Gruppe erhielten die Tiere zusätzlich zwölf Tage vor dem Start des Ovsynch-Programms eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion (PG+Ovsynch). Der Anteil der Tiere im frühen Diöstrus war in der PG+Ovsynch-Gruppe höher als in der Ovsynch-Gruppe (36 % vs. 18 %). In den beiden Versuchsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Trächtigkeitsraten für die unterschiedlichen Zyklusständen festgestellt werden. Allerdings konnten für den frühen Diöstrus und die Follikelphase in beiden Gruppen die höchsten Trächtigkeitsraten ermittelt werden. Mit dem PG+Ovsynch-Programm konnten höhere Trächtigkeitsraten erzielt werden als mit dem Ovsynch-Programm (42 % vs. 28 %), allerdings nur für Tiere mit mindestens zwei Laktationen. Die Trächtigkeitsrate war definiert als Anzahl tragender Tiere dividiert durch Anzahl behandelter und besamter Tiere. In Untersuchungen von Keister et al. (1999) unterschieden sich die Konzeptionsraten für Tiere, die mit einem Ovsynch-Programm behandelt wurden nicht von Tieren, bei denen das Ovsynch-Programm sieben Tage nach beobachteter Brunst gestartet wurde.

Über den Einfluss der Größe des ovulatorischen Follikels auf die spätere Fruchtbarkeit kamen Vasconcelos et al. (1999) und Vasconcelos et al. (2001) zu unterschiedlichen Ergebnissen. In einer Untersuchung konnte bei Tieren, bei denen 5 oder 6 Tage vor der zweiten GnRH-Injektion in einem Ovsynch-Programm alle Follikel über 4 mm Durchmesser aspiriert worden waren, kleinere ovulatorische Follikel festgestellt werden als bei einer Kontrollgruppe, in der keine Follikel aspiriert wurden. Beide Gruppen wurden einem Ovsynch-Programm unterzogen (Vasconcelos et al. 2001). Auch die Größe des resultierenden Gelbkörpers war kleiner und es wurden niedrigere Progesteronkonzentrationen im Blut gemessen als bei den Kontrolltieren. Die Trächtigkeitsraten waren in der Gruppe, in der Follikel aspiriert wurden, signifikant niedriger. Vasconcelos et al. (2001) vermuteten, dass die reduzierte Fruchtbarkeit

in der Versuchsgruppe auf reduzierte Progesteronwerte zurückzuführen ist, was wiederum die Entwicklung des Embryos stören könnte. Diese Ergebnisse stehen nicht im Einklang mit einer früheren Studie, in der eine reduzierte Follikelgröße eine gesteigerte Fruchtbarkeit mit sich brachte (Vasconcelos et al.1999).

2.8 Fruchtbarkeitskennzahlen

Fruchtbarkeitskennzahlen dienen der Erfassung der Fruchtbarkeitsleistung einer Herde. Mit der Berechnung von Fruchtbarkeitskennzahlen ist, durch eine quantitative Beschreibung reproduktionsbiologischer Ereignisse und Zeiträume, eine Beurteilung des aktuellen Herdenstatus und das Erkennen von Tendenzen in der Entwicklung der Herdenfruchtbarkeit möglich (Metzner und Mansfeld 1992). Zu den Faktoren, welche die Fruchtbarkeit einer Herde grundsätzlich beeinflussen, gehören die Brunsterkennungsrate, die Freiwillige Wartezeit und die Konzeptionsrate (Barr 1975, Heuwieser 1997).

Die *Freiwillige Wartezeit (FWZ)* ist die Zeit nach der Abkalbung, in der die Tiere nicht belegt werden sollen (Ferguson und Galligan 1993a, Heuwieser 1997). Die FWZ wird willkürlich vom Betriebsleiter festgelegt. Als Faustzahl kann eine FWZ von 50 bis 60 Tagen dienen (Heuwieser 1997). Bei korrekter Einhaltung der Freiwilligen Wartezeit dürfen nicht mehr als 3 bis 5 % der Kühe vor Ende der FWZ besamt worden sein. Eine Dokumentation der Brunsten sollte schon innerhalb der Freiwilligen Wartezeit erfolgen (Heuwieser 1997). Wiltbank (1998a) gab zu bedenken, dass Kühe, die vor dem 60. Tag tragend werden, die Wirtschaftlichkeit in hochleistenden Herden einschränken können, da sie Laktationen mit weniger als 280 Tage bringen.

Die *Brunsterkennungsrate (BER)* gibt den Anteil der Tiere an, welche innerhalb von 21 Tagen nach Ablauf der Freiwilligen Wartezeit in Brunst gesehen werden (Ferguson und Galligan 1993a, Heuwieser 1997). Die Brunsterkennungsrate hat den größten Einfluss auf die Herdenfruchtbarkeit. Schwankungen in der Günstzeit verschiedener Betriebe sind dreimal öfter von der Brunsterkennungsrate als von der Konzeptionsrate abhängig (Barr 1975). Nach Ferguson und Galligan (1993a) korreliert die Brunsterkennung ebenfalls sehr viel stärker mit der Zwischenkalbezeit als die Konzeptionsrate ($r = -0,64$) und die FWZ ($r = 0,51$).

Die Brunsterkennungsrate macht keine genauen Angaben wie viele Brunsten tatsächlich stattgefunden haben (Metzner und Mansfeld 1992). Sie sagt auch nichts über die Qualität der Brunstbeobachtung aus (Fetrow et al. 1990, Radostits et al. 1994). Mit einer dreimaligen Beobachtungszeit von jeweils zwanzig Minuten in den Ruhephasen der Tiere soll nach

Heuwieser (1997) eine Brunsterkennungsrate von 70 % erreichbar sein. Esslemont (1992) ermittelte in britischen Herden eine durchschnittliche Brunsterkennungsrate von 51,9 %.

Den Begriff *Brunstnutzungsrate (BNR)* benutzen verschiedene Autoren (Esslemont 1992, Ferguson und Galligan 1993a, Wiltbank 1998a, Drillich et al. 2000). Die BNR ist der Anteil der Tiere, die innerhalb von 21 Tagen nach Ablauf der Freiwilligen Wartezeit besamt worden sind (Tischer 1998, Wiltbank 1998a, Mansfeld et al. 1999). Im Gegensatz zur Brunsterkennungsrate gibt die Brunstnutzungsrate an, bei wie vielen Tieren die Brunst nicht nur erkannt, sondern auch genutzt wurde. Die BNR zur ersten Besamung sollte getrennt von der BNR für die zweite und weitere Besamungen ausgewertet werden (Wiltbank 1998a). Die BNR zur ersten Besamung kann deutlich verbessert werden, wenn effektive Hormonprogramme wie zum Beispiel das Ovsynch-Programm angewendet werden (Wiltbank 1998a, Surholt 2001). Nach Esslemont (1992) sollte die BNR über 70 %, nach Ferguson und Galligan (1993a) sogar über 80 % liegen. Unter Ausnutzung verschiedener Hilfsmittel ist auch eine Steigerung der BNR bis zu über 90 % möglich (Wiltbank 1998a).

Unter der *Rastzeit (RZ)* versteht man das Intervall von der Abkalbung bis zur ersten Belegung des Tieres (Metzner und Mansfeld 1992). Die Rastzeit wird nicht willkürlich festgelegt, sondern ergibt sich für das einzelne Tier unter Berücksichtigung von Betriebsverhältnissen, der Brunsterkennung und individuellen Bedingungen wie dem Puerperalverlauf und der Milchleistung (Platen et al. 1995). Esslemont (1992) empfahl, eine durchschnittliche Rastzeit von 65 Tagen anzustreben. In älteren Studien konnten bei Verlängerung der Rastzeit verbesserte Trächtigkeitsraten festgestellt werden (Kräusslich 1981, Brahmstaedt und Schönmath 1993). Besonders Tiere mit Puerperalstörungen benötigen mehr Zeit für die Rückbildungs- und Regenerationsprozesse am Uterus (Lotthammer 1999). Eine große Streuung der Rastzeiten ist oft Ausdruck von Unsicherheiten in der Brunstbeobachtung (Metzner und Mansfeld 1992).

Die *Güstzeit (GZ)* ist das Intervall zwischen Abkalbung und erneuter Konzeption. In die Berechnung der Güstzeit gehen nur Tiere ein, die erfolgreich belegt worden sind. Alle Tiere, welche die Herde nichttragend verlassen, werden mit dieser Kennzahl nicht erfasst (Radostits 1994). Mindestens 70 % der Tiere in einer Herde sollte zwischen dem 80. und 155. Tag erneut tragend werden (Ferry 1993). Nach Ferguson und Galligan (1993a) sollten 70 % der Tiere vor dem 120. Tag p.p. wieder konzipiert haben. Bei der Auswertung von Güstzeiten haben sich die sogenannten Überlebenszeitkurven als sehr geeignet erwiesen. Sie stellen den Anteil tragender Tiere im zeitlichen Verlauf dar und berücksichtigen dabei auch die nichttragenden Tiere (Lee et al. 1989). Auch andere Autoren stellten den Anteil tragender und

nichttragender Tiere im zeitlichen Verlauf der Laktation graphisch dar (Tenhagen und Heuwieser 1999, Tenhagen et al. 2000, Drillich et al. 2001).

Der *Erstbesamungserfolg (EBE)* ist der Anteil an Tieren, die aus der ersten Besamung tragend werden (Metzner und Mansfeld 1992). Er sollte bei mindestens 55 % liegen (De Kruif 1992).

Die *Trächtigkeitsrate (TR)* ist die Anzahl der tragenden Kühe geteilt durch die Gesamtzahl der Tiere nach Ablauf der Freiwilligen Wartezeit (Heuwieser 1997). Rechnerisch ist die Trächtigkeitsrate das Produkt aus Brunsterkennungsrate und Konzeptionsrate. Ziel für eine gute Fruchtbarkeit und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit des Betriebs ist eine Trächtigkeitsrate von mindestens 35 %. Mit der Steigerung der Brunsterkennungsrate und der daraus resultierenden verbesserten Trächtigkeitsrate kann die Zahl der zuchtuntauglichen Kühe auf die Hälfte verringert werden (Heuwieser 1997).

Die *Gesamträchtigkeitsrate* ist der Quotient aus der Anzahl tragender Tiere und der Anzahl besamter Tiere (Metzner und Mansfeld 1992).

Der *Besamungsindex (BI)* berechnet sich aus der Anzahl durchgeführter Besamungen pro erzielter Trächtigkeit (Brem und Kräusslich 1999).

Die *Konzeptionsrate (KR)* wird berechnet aus der Anzahl tragender Tiere geteilt durch die Anzahl durchgeführter Besamungen (Drillich 1999). Die Konzeptionsrate ist der reziproke Wert des Besamungsindex. Vier Faktoren beeinflussen die Konzeptionsrate: die Fertilität der Kuh, die Fertilität des Bullen, die Qualität der Brunstbeobachtung und die Effizienz der künstlichen Besamung (Wiltbank 1998a). Die Genauigkeit der Brunstbeobachtung hat einen großen Einfluss auf die Konzeptionsrate (Wiltbank 1998a).

2.9 Beurteilung der Körperkondition (BCS)

Die Beurteilung der Körperkondition im Herdenmanagement ist eine Methode zur indirekten quantifizierten Beurteilung der Fütterung in Abhängigkeit vom Laktationsstand (Metzner et al. 1993). Diese Methode eignet sich sowohl zur Erstellung einer Momentaufnahme als auch zur kontinuierlichen Betreuung von Milchviehherden. Nach Untersuchungen von Kleiböhmer et al. (1998) sind selbst relativ unerfahrene Untersucher nach einer eintägigen Einweisung in der Lage, die Beurteilung der Körperkondition gut reproduzierbar und für die Praxis ausreichend genau durchzuführen. Edmonson et al. (1989) entwickelten eine Körperkonditionskarte für Holstein-Friesian Kühe. Nach diesem von Metzner et al. (1993) leicht modifizierten Beurteilungsschema werden acht Körperregionen adspektorisch und bei Bedarf auch palpatorisch beurteilt und in Werten von 1 (sehr mager) bis 5 (sehr fett) in

Viertelpunktstabufungen zusammengefasst. Metzner et al. (1993) empfahlen, eine Einstufung der Körperkondition immer dann vorzunehmen, wenn das Tier aus anderen Gründen untersucht werden soll: Puerperalkontrolle, Zuchtauglichkeitsuntersuchung, Belegung, Zyklusansprache, Trächtigkeitsuntersuchung, bei der Euterkontrolle vor dem Trockenstellen und im peripartalen Zeitraum. Manche Autoren empfahlen auch eine Einstufung in monatlichen Intervallen vorzunehmen (Heuwieser und Mansfeld 1992). Einen Überblick über die anzustrebende Körperkondition im Verlauf der Laktation zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Anzustrebende Konditionsnoten von Milchkühen (Metzner et al. 1993)

Leistungsgruppe	Betreuungsaktivität	Tage p.p.	Mittelwert	Bereich
peripartal		-10-10	3,50	3,25-3,75
frühe Laktation	(Puerperalkontrolle)	30-50	3,25	2,75-3,50
frühe Laktation	(Besamung)	51-90	3,00	2,50-3,25
mittlere Laktation	(Trächtigkeitskontrolle)	91-180	3,50	3,00-3,50
späte Laktation	(Klauenschnitt)	>180	3,50	3,00-3,50
Trockenstellen	(Euterkontrolle)	-	3,50	3,25-3,75

Die Noten einzelner Tieren sollten nicht mehr als einen Punkt im Laufe der Laktation schwanken (Metzner et al. 1993). In der Untersuchung von Drillich (1999) wiesen zum Zeitpunkt der Puerperalkontrolle in zwei Versuchsbetrieben die meisten Tiere BCS-Noten im Idealbereich auf (2,75-3,25). Zum Zeitpunkt des Trockenstellens befand sich in dem einem Versuchsbetrieb ein großer Teil der Tiere im Idealbereich (81,7 %). In dem anderen Betrieb betrug der Anteil nur 67,6 %. In beiden Betrieben war der Anteil der Tiere im Idealwertebereich in der ersten Woche p.p. im Vergleich zu den anderen Beurteilungszeitpunkten am geringsten. Auch Tischer (1998) fand drei bis vier Wochen p.p. 84 % der Tiere im Idealwertebereich. Lediglich 65 % der Tiere befanden sich in der ersten Woche p.p. im Idealwertebereich. Lüpschen (1997) konnte feststellen, dass Tiere, die vor der Kalbung eine Körperkondition zwischen 4,0 und 5,0 aufwiesen, eine erhöhte Krankheitsrate, eine geringere Milchleistung, eine verminderte Fruchtbarkeit und eine erhöhte Abgangsrate

aufwiesen. Klindworth (2000) beschrieb in einer Arbeit einen erheblichen Einfluss der Körperkondition auf den Erfolg eines Programms zur Ovulationssynchronisation. Versuchtiere mit einem BCS von 3,00 hatten einen signifikant besseren Erstbesamungserfolg (EBE) als Tiere mit einem BCS unter 3,00 ($p < 0,05$). Ebenfalls hatten Tiere mit einem BCS über 3,25 und unter 2,75 einen geringeren Erstbesamungserfolg als die optimal konditionierten Tiere mit BCS-Noten von 3,00. Mit zunehmendem Abstand vom Idealwert 3,0 verschlechterten sich die Fruchtbarkeitsparameter zum Teil recht deutlich. Der Autor vermutete, dass eine Unterkonditionierung sich stärker auf den Erfolg eines Ovsynch-Programms auswirkt. Auch Moreira et al. (2000b) fanden in ihren Untersuchungen bei einem Ovsynch-Programm höhere Trächtigkeitsraten für Tiere mit BCS-Noten über 2,5 als für solche unter 2,5. Stevenson et al. (1999) stellten höhere Progesteronkonzentrationen bei Kühen mit besserer Körperkondition fest. Mit jedem Anstieg in der Körperkondition stieg die Progesteronkonzentration am Tag 0 (Tag der $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion) um 0,5 ng/ml an. Auch für Besamungsprogramme, die GnRH und $\text{PGF}_{2\alpha}$ in unterschiedlicher Kombination anwendeten, stellten die Autoren für Kühe mit einer besseren Körperkondition eine 8-10 % höhere Konzeptionsrate für jeden Einheitsanstieg im BCS fest. Damit waren auch höhere Progesteronkonzentrationen kurz vor der $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion verbunden (Stevenson et al. 1999). In einer früheren Untersuchung von Stevenson et al. (1996) fanden die Autoren bei der Anwendung zweier verschiedener Programme für Tiere mit einem BCS unter 2,5 niedrigere Konzeptionsraten als für Tiere mit einem Wert über 2,5.

2.10 Ökonomie des Fruchtbarkeitsmanagements

In hochleistenden Milchviehherden spielt die Optimierung der Fruchtbarkeitsleistung eine wesentliche Rolle für die Erhaltung der Wirtschaftlichkeit einer Herde (Wiltbank 1998a). Leicht quantifizierbare Kosten, die mit der Fruchtbarkeitsleistung in Zusammenhang stehen, sind Kosten für Sperma, Medikamente und Tierarztkosten. Etwas schwieriger zu quantifizierende Kosten sind mit dem Aussondern von hochleistenden Milchkühen, die nicht tragend werden, einer sinkenden Milchleistung aufgrund von übermäßig vielen Güsttagen und einem sinkenden Zuchtfortschritt durch die Remontierung von Färsen verbunden (Wiltbank 1998a). Verluste entstehen hauptsächlich durch verlängerte Zwischenkalbezeiten und damit verbundene geringere Milchleistungen. Tiere, die wegen mangelnder Fruchtbarkeit remontiert werden, stellen einen weiteren wichtigen Kostenfaktor dar (Britt 1985, Dijkhuizen et al. 1985, Lotthammer 1992, Tenhagen et al. 1998, Drillich 1999). In Milchviehbetrieben hängt die

Fruchtbarkeit wesentlich von der Brunsterkennungsrate und von der Konzeptionsrate ab (Barr 1975). Es existieren eine Reihe von Management- und physiologischen Faktoren, die diese beiden Kennzahlen beeinflussen. Mit der Optimierung der Brunstnutzungsrate und der Konzeptionsrate ist eine Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung möglich (Wiltbank 1998a). Ziel eines Fruchtbarkeitsprogramms ist es, die wirtschaftliche Effizienz eines Betriebs zu verbessern. Idealwerte für Günstzeiten werden von Tenhagen und Heuwieser (1997) von 65 bis 85 Tagen angegeben. Nach Tenhagen und Heuwieser (1997) bedeuten verlängerte Zwischenkalbezeiten Verluste, beziehungsweise nicht realisierte Gewinne. Diese Gewinne hängen wiederum stark vom Leistungsniveau der jeweiligen Herde, insbesondere vom Verlauf der Laktationskurve ab. Daher ist eine pauschale Bezifferung der entgangenen Gewinne pro Tag verlängerter Günstzeit nicht möglich. Tenhagen und Heuwieser (1997) beschrieben Kosten zwischen 0 und 6,50 DM pro Tier und Tag verlängerter Zwischenkalbezeit von mehr als 85 Tagen. Aus ökonomischer Sicht ist daher der vertretbare Aufwand, die Zwischenkalbezeiten dem Leistungsoptimum einer Herde anzupassen, betriebsspezifisch zu bewerten (Tenhagen und Heuwieser 1997). Der konkrete Verlust ist außerdem von den aktuellen Milchpreisen, Kälberpreisen und Schlachtpreisen abhängig (Dijhuizen et al. 1985). Betriebe, die wegen jahreszeitlicher schwankender Milchpreise eine saisonale Abkalbung anstreben, können eine verlängerte Günstzeit aufweisen, ohne dass Fruchtbarkeitsprobleme bestehen (Metzner und Mansfeld 1992). Tabelle 2 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Angaben bezüglich der Höhe der wirtschaftlichen Verluste für verlängerte Günstzeiten.

Tabelle 2: Kosten für verlängerte Gützeiten nach Angaben verschiedener Autoren

Autor	Kosten pro Tag verlängerter Gützeit pro Tier
Dohoo et al. (1984)	US \$1,90
Dijkhuizen et al. (1985)	hfl. 0,62-1,7
Fetrow und Blanchard (1987)	US \$ 2
Esslemont und Peeler (1993)	brit. £ 3
Tenhagen und Heuwieser (1997)	DM 0-6,50
Tischer (1998)	DM 8,32

In einer neueren Untersuchung stellten Esslemont und Kossaibat (1997) bei 50 Herden mit einer mittleren Herdengröße von durchschnittlich 178 Tieren, eine mittlere Abgangshäufigkeit von 23,8 % fest. Über die Kosten für vorzeitige Remontierung von Tieren wegen Unfruchtbarkeit gibt es unterschiedliche Angaben (Tabelle 3). Dijkhuizen et al. (1985) begründeten ihren relativ niedrigen Kostenansatz damit, dass die Tiere, die nicht tragend werden, einen vergleichsweise hohen Schlachtpreis erzielen und auch die gesamte Laktation genutzt werden können. Programme zur Ovulationssynchronisation sind mit erhöhten Kosten für Hormone und künstliche Besamungen verbunden. Die Verkürzung der Gützeit und die Verringerung der Abgänge wegen Unfruchtbarkeit sind die Hauptvorteile eines Ovsynch-Programms (Tenhagen et al. 2001a). Ob mit einer Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistung einer Herde mehr Geld eingespart werden kann, als die Hormone für ein Fruchtbarkeitsprogramm kosten würden, muss für jeden Betrieb individuell ausgewertet werden. In einer Studie verwendeten Fricke et al. (1998) nur die halbe Dosis (50 µg) GnRH und erlangten die gleichen Synchronisations- und Konzeptionsraten wie bei der Verwendung jeweils der üblichen Dosis von 100 µg. Das Ovsynch-Programm kann demnach auch mit einer Dosis PGF_{2a} und einer Dosis GnRH durchgeführt werden. Britt und Gaska (1998) verglichen ein Ovsynch-Programm mit einer Anwendung von PGF_{2a} nach rektaler Diagnose eines Gelbkörpers. Für das Ovsynch-Programm ergab sich ein ökonomischer Vorteil von \$ 29,14 pro erzielter Trächtigkeit (\$ 43,32 vs. \$ 72,46). In den Untersuchungen von Klindworth

(2000) ergaben sich für Tiere, die nach dem üblichen Management des Betriebs behandelt wurden, Mehrkosten pro Trächtigkeit von 159,19 DM gegenüber Tieren, die einem Ovsynch-Programm unterzogen wurden. Hier schlugen vor allem die Kosten für die Brunstbeobachtung zu Buche. In einer Studie von De la Sota et al. (1998) ergab sich für die Ovsynch-Gruppe ein Kostenvorteil von \$ 118 pro Kuh verglichen mit Tieren, die eine einzelne PGF_{2a}-Injektion erhalten hatten und nach Brunstbeobachtung besamt wurden. Als wichtigsten Punkt zur Wirtschaftlichkeit von Ovsynch-Programmen in Milchviehherden fassen Thatcher et al. (1998) zusammen, dass Ovsynch-Programme in Herden mit unterdurchschnittlichen Brunsterkennungsraten eine gewinnbringende Alternative sein können.

Tabelle 3: Übersicht über unterschiedliche Remontierungskosten

Autoren	Remontierungskosten
Esslemont und Peeler (1993)	£ 590
Dijkhuizen et al. (1985)	hfl. 500
Tischer (1998)	755 DM
De al Sota (1998)	\$ 900
