

## 2 Literatur

### 2.1 Entzündungen des Uterus im Puerperium

Die Wand des Uterus besteht aus drei Schichten, dem Endometrium (Schleimhaut, Tunica mucosa), dem Myometrium (Muskelschicht, Tunica muscularis) und dem Perimetrium (Bauchfellüberzug, Tunica serosa). Das Endometrium ist von Epithel bedeckt und enthält zahlreiche, verästelte, tubulöse Einzeldrüsen, die Uterindrüsen (Glandulae uterinae), die während der Trächtigkeit die Uterinmilch ausscheiden. Das Myometrium besteht aus einer kräftigen, zirkulären Muskelschicht und einer schwächeren, longitudinalen Muskelschicht. Zwischen diesen beiden Schichten besteht ein ausgeprägtes Netz an Blut- und Lymphgefäßen (Stratum vasculare). Das Perimetrium besteht aus einer Epithelschicht und einer lockeren Bindegewebsschicht. Die Gefäße und Nerven, umgeben vom Bindegewebe des Ligamentum latum uteri, bezeichnet man als Parametrium (Nickel et al., 1987).

In der Phase nach dem Abkalben treten beim Rind unterschiedliche Entzündungsformen der Gebärmutter auf. Die Nomenklatur der Gebärmutterentzündungen ist in der Literatur nicht einheitlich. Je nach Untersuchungszeitpunkt und Untersuchungsmethode werden Gebärmutterentzündungen nach klinischen Symptomen, zytologischen, bakteriologischen, oder histopathologischen Gesichtspunkten definiert. Man unterscheidet Metritis, Perimetritis, Endometritis und Pyometra (Berchtold, 1982; Lewis, 1997; Bondurant, 1999). Besonders die Begriffe Metritis und Endometritis werden häufig synonym verwendet, oft ohne genaue Definition (Lewis, 1997). Sandals et al. (1979) fassten Metritis, Endometritis und Pyometra als Variationen der gleichen Erkrankung als Metritis-Komplex zusammen.

#### 2.1.1 Metritis

Eine Metritis ist eine in der Regel innerhalb der ersten 8 bis 14 Tage post partum (pp) auftretende, akut verlaufende Entzündung, die alle Uterusschichten betrifft (Bondurant, 1999). Sie kann als Folge von einer Schweregeburt, Fetotomie, Uterusprolaps, retinierter Secundinae oder unhygienischen Bedingungen bei der Geburt entstehen (Olson et al., 1986; de Kruif, 1999). Sie geht einher mit einer leichten bis hochgradigen Störung des Allgemeinbefindens (Depression, Anorexie, schwacher, schneller Puls, schnelle, flache Atmung, gastrointestinale Atonie, Agalaktie, Fieber) (Roberts, 1971; Berchtold, 1982; Olson et al., 1986).

Die Erkrankung wird charakterisiert durch einen übel riechenden, rötlich bis rötlich-braunen, wässrigen Ausfluss und wird oft von einer Uterusatonie begleitet (Smith et al., 1998). In

schweren Fällen kann eine Peritonitis entstehen (Roberts, 1971). Leichte Fälle können zum Teil ohne Behandlung ausheilen, schwere Fälle dagegen können lebensbedrohlich verlaufen (Olson et al., 1986; de Kruif, 1999).

Im internationalen Schrifttum kommt es häufig zu synonym gebrauchten Bezeichnungen für diese Erkrankung, z.B. „akute Endometritis“ (de Kruif, 1994; Drillich et al., 2001), „acute puerperal metritis“ (Oltenacu et al., 1990; Gilbert und Schwark, 1992), „septic metritis“ (Roberts, 1971), „toxic puerperal metritis“ oder „acute toxic metritis“ (Olson et al., 1986; Smith et al., 1998, Drillich et al., 2001).

### **2.1.2 Perimetritis**

Eine Perimetritis ist eine entzündliche Veränderung, die sich auf den peritonealen Überzug und die subserösen Schichten des Uterus bezieht. In den meisten Fällen ist sie eine unbeabsichtigte Folge manueller Manipulation der Ovarien, geburtshilflicher Operationen oder der Abnahme der Nachgeburt (McEntee, 1985). Selten entsteht sie aus einer Metritis oder aus einer spontanen Ruptur des infizierten Uterus. Sie führt zu Verklebungen und Verwachsungen mit umgebenden Geweben und Organen und verläuft in der Regel ohne Störung des Allgemeinbefindens (Berchtold, 1982; McEntee, 1985).

### **2.1.3 Endometritis**

Endometritis ist eine oberflächliche, das Endometrium betreffende Entzündung (Bondurant, 1999). Fast alle uterinen Infektionen beginnen als Endometritis (Acland et al., 2001).

#### **2.1.3.1 Akute Endometritis**

Eine akute Endometritis ähnelt in den Symptomen und im Verlauf einer Metritis. Eine klinische Unterscheidung ist daher schwierig (Kinsel, 1996), was die häufige synonyme Verwendung der beiden Begriffe erklären kann (siehe 2.1.1). Auch bei einer akuten Endometritis tritt je nach Schweregrad wenig bis stark übelriechender, schleimiger, schokoladenfarbiger Ausfluss aus, das Allgemeinbefinden kann leicht bis hochgradig gestört sein (McEntee, 1985; Drillich et al., 2001).

#### **2.1.3.2 Chronische Endometritis**

Die ursprünglich akute Entzündung kann in einen chronischen Zustand übergehen (de Kruif et al., 1998; Drillich et al., 2001). Nach der Beseitigung der Erreger oder der Neutralisation ihrer

Toxine kann die Entzündung durch Zerfallsprodukte der Entzündungszellen in Gang gehalten werden (Busch und Willer, 1986).

Eine Endometritis ist subakut oder chronisch, wenn sie mehr als 14 Tage pp auftritt (Dohmen et al., 1995). Ist eine Entzündung der Gebärmutter chronisch geworden, so fehlen bis auf die Funktionsstörung der Schleimhaut die übrigen Kardinalsymptome einer Entzündung (Schmerz, Wärme, Schwellung, Rötung). Die Funktionsstörung des Endometriums kann sich in vermehrter Exsudation oder als Unfruchtbarkeit äußern (Berchtold, 1982).

Berchtold (1982) und Lotthammer (1984) teilten die chronische Endometritis in vier Grade ein:

- Katarrhalische Endometritis, Endometritis catarrhalis, Endometritis 1. Grades: Exsudative Vorgänge und Sekretion dominieren das Abwehrgeschehen, es kommt zu schleimigem Ausfluss aus der Zervix, in leichten Fällen nur während der Brunst (rauchiger Schleim). Vaginoskopisch ist ein Ausfluss manchmal nur im Interöstrus oder intermittierend sichtbar.

- Katarrhalisch-eitrige Endometritis, Endometritis mucopurulenta, Endometritis 2. Grades: Der zelluläre Anteil in den Exsudaten nimmt zu (neutrophile Granulozyten). Ausfluss tritt auch im Interöstrus auf, oft als getrübbtes Sekret mit streifigen oder flockigen eitrigen Beimengungen.

- Eitrige Endometritis, Endometritis purulenta, Endometritis 3. Grades: Sie ist gekennzeichnet durch hochgradige Entzündungserscheinungen mit rein eitrigem Sekreten. Ein Ausfluss ist täglich in unterschiedlichen Mengen zu beobachten, die Zervix ist nicht selten vergrößert. Eine bakteriologische Untersuchung fällt oft negativ aus oder ergibt unspezifischen Keimgehalt.

- Pyometra, Endometritis 4. Grades: Die Pyometra (Eiteransammlung im Uterus) ist eine Form der chronischen Endometritis. Sie entsteht aus einer eitrigem Endometritis, bei Tieren, deren Corpus luteum sich nicht zurückgebildet hat. Im Uterus sammeln sich oft beträchtliche Mengen Eiter an, die durch die meist fehlende Zyklizität nicht entleert werden. Der Uterus ist vergrößert, die Uteruswand dünn. Das Allgemeinbefinden ist in der Regel nicht oder nur geringgradig beeinträchtigt. Eine spontane Heilung erfolgt nur selten, da die Kühe oft nicht in die Brunst kommen (Berchtold, 1982; de Kruif, 1999).

### 2.1.3.3 Klinische Endometritis

Der Begriff „klinische Endometritis“ bezieht sich darauf, dass mittels Adspektion, Palpation vom Rektum her oder Vaginoskopie Anzeichen einer Gebärmutterentzündung festgestellt werden können. Er sagt nicht aus, in welchem Zeitraum die Erkrankung auftritt. Knutti et al. (2000) diagnostizierten Endometritiden nach dem 21. Tag pp mittels rektaler Palpation und Vaginoskopie und teilten sie ein in milde Endometritis (normaler Uterus bei rektaler Palpation, trüber Schleim oder klarer Schleim mit Eiterflocken bei Vaginoskopie) und schwere Endometritis (vergrößerter Uterus und/oder deutliche Asymmetrie der Uterushörner und/oder verdickte Uteruswand und/oder Flüssigkeit im Uteruslumen bei rektaler Palpation, mukopurulenter oder purulenter Ausfluss bei Vaginoskopie). Tennant und Peddicord (1968) diagnostizierten Endometritiden 30 bis 50 Tage pp, basierend auf dem Vorhandensein signifikanter Mengen an mukopurulentem Exsudat in der Vagina. Borsberry und Dobson (1989) definierten Endometritis als abnormalen vaginalen Ausfluss, der mehr als 15 Tage pp auftrat. LeBlanc et al. (2002) untersuchten ebenfalls mittels rektaler Palpation und Vaginoskopie. Sie stellten die Diagnose „klinische Endometritis“, wenn eitriger oder fauliger Ausfluss oder ein Zervixdurchmesser größer als 7,5 cm 20 bis 33 Tage pp auftraten oder wenn mukopurulenter Ausfluss nach dem 26. Tag pp auftrat. Die zitierten Definitionen und Befunde beziehen sich auf chronische Endometritiden. Die große Variation an Definitionen zeigt, dass die Diagnose chronischer Endometritiden schwierig ist, im Vergleich zu akuten Endometritiden. Über die Definition der akuten Endometritis (pathologischer Ausfluss bis 7 Tage pp und Fieber) herrscht relative Einigkeit in der Literatur, während die Definition für chronische Endometritis strittig ist.

### 2.1.3.4 Subklinische Endometritis

Nach Berchtold (1982) gehören subklinische Endometritiden zu den chronischen Endometritiden. Er definierte sie als geringgradige oder örtlich begrenzte, entzündliche Veränderungen bei Fehlen klinischer Erscheinungen. Einziges klinisch nachweisbares, indirektes Symptom ist das Umrindern. Stevens et al. (1995) vermuteten bei Kühen mit einem palpierbaren Uteruslumen eine subklinische Endometritis. Nach Archbald et al. (1998) bestand das Potenzial für eine spontane uterine Infektion (Endometritis), wenn drei bis vier Wochen pp die uterine Reinigung pathologischer Bakterien nicht erfolgt war. Dieser Zustand konnte am Vorhandensein purulenten, vaginalen Ausflusses oder durch Palpation intrauteriner Flüssigkeit erkannt werden.

Bei einigen Tieren war vaginaler Ausfluss oder intrauterine Flüssigkeit klinisch nicht offensichtlich. Diesen Zustand haben Archbald et al. (1998) als subklinische Endometritis bezeichnet. Auch LeBlanc et al. (2002) haben endometrielle Erkrankungen ohne feststellbaren eitrigen Ausfluss beobachtet. Kasimanickam et al. (2004) diagnostizierten subklinische Endometritiden, wenn bei Kühen, die nach rektaler und vaginoskopischer Untersuchung unauffällig waren, sonografisch Flüssigkeit im Uterus nachweisbar war oder der Anteil an polymorphkernigen Granulozyten im zytologischen Präparat 18% bzw. 10% betrug.

### **2.1.3.5 Histologische und zytologische Definitionen**

Histologisch ist eine Endometritis durch Degeneration und Nekrose der Schleimhaut, Infiltration mit Entzündungszellen, Gefäßstauung und Ödem charakterisiert (Gonzales et al., 1985; Bonnett et al. 1991a). Gilbert et al. (1998) beschrieben Endometritiden als Vorhandensein von polymorphkernigen Granulozyten im zytologischen Präparat, das durch Uterusspülung erhalten wurde. Gonzales et al. (1985) untersuchten histologische Schnitte und teilten die Entzündungsformen anhand des Grades der Infiltrierung mit Entzündungszellen und anhand der Fibrosierung der Uterindrüsen ein. Eine Typ-1-Schleimhaut hatte 0 – 20 Entzündungszellen in 10 zufällig ausgewählten high-power fields (hpf, Gesichtsfeld bei großer Vergrößerung), Typ 2 hatte 21 – 40 Zellen/hpf, Typ 3 hatte 4 – 70 Zellen/hpf und Typ 4 >70 Zellen/hpf. Die Fibrosierung wurde eingeteilt anhand der Lagen an Fibrozyten um die Uterindrüsen. Bei Typ 1 traten keine Fibrozyten auf, bei Typ 2 waren es ein bis drei Lagen, bei Typ 3 vier bis fünf Lagen und bei Typ 4 sechs und mehr Lagen. Hammon et al. (2001) kategorisierten Endometritiden ebenfalls anhand der Anzahl neutrophiler Granulozyten pro high-power field. Sie teilten ein in milde Endometritis (1 – 2 Neutrophile/hpf), mäßige Endometritis (3 – 7 Neutrophile/hpf) und schwere Endometritis (8 Neutrophile/hpf). Mit der in der Routinepraxis üblichen klinischen Untersuchung sind histologische Veränderungen des Endometriums jedoch nicht nachvollziehbar (Kinsel, 1996).

### **2.1.4 Entstehung von puerperalen Endometritiden**

Eine Endometritis entsteht in der Regel, wenn Keime aus der Vagina über die Zervix in den Uterus gelangen. Eine hämatogene Infektion ist möglich, gehört aber zu den Ausnahmen (de Kruif, 1994). Eine Infektion des Uterus tritt beim Rind besonders zum Zeitpunkt des Partus und des Puerperiums auf (Griffin et al., 1974a; Oltenacu et al., 1983; Bondurant, 1999).

Während des Partus ist die Zervix weit geöffnet und es kommt bei nahezu allen Kühen zu einer uterinen Infektion. Der Grad dieser Infektion hängt vom Verlauf des Partus ab (de Kruif, 1994).

Es wurden in der internationalen Literatur viele Faktoren im Zusammenhang mit dem Geburtsvorgang genannt, die die Entstehung von Endometritiden begünstigen. Zu den häufigsten Faktoren gehören die Nachgeburtshaltung (Erb et al., 1981a; Coleman et al., 1985; Etherington et al., 1985; Murray et al., 1990; LeBlanc et al., 2002), Schweregeburt (Erb et al., 1981a; Coleman et al., 1985; McEntee, 1985; Gröhn et al., 1990; Borsberry, 1999), Schnittentbindung (Bartlett et al., 1986; Bostedt und Maurer, 1990) sowie mangelnde Hygiene bei der Geburtshilfe und der direkten Umgebung (Olson et al., 1986; Youngquist und Little, 1988). Eine Nachgeburtshaltung führt in allen Fällen zu einer ernstesten Entzündung des Endometriums, auch bei normalem Geburtsverlauf (de Kruif et al., 1982; Peter und Bosu, 1988). In einer Studie von Borsberry (1987) entwickelten 64,4% der Kühe mit Nachgeburtshaltung eine Endometritis. Bei Drillich et al. (2002) lag der Anteil sogar über 80%. Die Studie von Knutti et al. (2000) zeigte, dass die Häufigkeit von Schweregeburt und Nachgeburtshaltung bei Kühen mit Endometritiden signifikant höher war, verglichen mit Fällen ohne Endometritis.

Als weitere Risikofaktoren wurden Gebärparese (Milchfieber) (Erb et al., 1985; Markusfeld, 1987; Gröhn et al., 1990), Zwillingsgeburt (McEntee, 1985; Markusfeld, 1987; LeBlanc et al., 2002), Frühgeburt und Torsio uteri (Berchtold, 1982), Spätabort, verlängerte Trächtigkeit (Markusfeld, 1984) und Fetotomie (Bouters und Vandeplassche, 1977) genannt.

Durch die übermäßige Dehnung des Uterus, wie sie bei Zwillingen, der Traumatisierung während Schweregeburten oder bei geburtshilflichen Maßnahmen entsteht, kann der Uterustonos herabgesetzt werden. Lochien werden dadurch über den normalen Zeitraum hinaus retiniert, und ein Medium für bakterielle Vervielfältigung bereitgestellt (McEntee, 1985). Neben peripartalen Vorkommnissen wurden auch von der Geburt unabhängige Einflussfaktoren untersucht. Dazu gehörten das Alter der Tiere, ihre Ernährung, die Herdengröße, die Milchleistung und die Jahreszeit, in der die Geburt stattfand (Bartlett et al., 1986; Oltenacu et al., 1990; Kaneene und Miller, 1995). Die Meinungen über einen Zusammenhang von Endometritiden mit dem Alter sind kontrovers. Erb und Martin (1980), Martin et al. (1982), Coleman et al. (1985) und Lin et al. (1989) beschrieben eine erhöhte Inzidenz an Metritiden in höheren Altersgruppen. In einer Studie von LeBlanc et al. (2002) hatten Kühe in der 3. oder höheren Laktation ein größeres Risiko eine Endometritis zu entwickeln als Kühe in der ersten oder zweiten Laktation.

Nach Gilbert et al. (1998) hatte das Alter keinen Einfluss auf die Inzidenz<sup>1</sup> von Endometritiden. Auch Curtis et al. (1985), Etherington et al. (1985), Martinez et al. (1984) und Gröhn et al. (1990) konnten keinen Zusammenhang nachweisen. Nach Erb et al. (1981b) und Bartlett et al. (1986) bestand kein direkter, kausaler Zusammenhang zwischen Alter und Metritis, sondern nur indirekt über einen höheren Anteil an Nachgeburtsverhaltungen. Bezüglich der Jahreszeit, in der Kalbungen stattfinden, wurden ebenfalls gegensätzliche Ergebnisse erzielt. Erb und Martin (1980), Gröhn et al. (1990) und Oltenacu et al. (1990) fanden in ihren Studien heraus, dass das Risiko, eine Endometritis zu entwickeln, im Herbst und Winter erhöht war. Bartlett et al. (1986) beschrieben eine niedrigere Rate an Metritiden in den Sommermonaten. LeBlanc et al. (2002) dagegen fanden keinen Einfluss der Jahreszeit auf das Risiko einer Endometritis.

Die Fütterung als Einflussfaktor auf die Entstehung von Endometritiden wurde von Lotthammer (1984), Youngquist und Little (1988) und Kaneene und Miller (1995) genannt. Nach Lotthammer (1984) verursachte eine Überversorgung mit Energie in der Trockenstehphase eine Verminderung der Uteruskontraktionen. Eine Überversorgung mit Eiweiß führte zu pH-Wertverschiebungen im Uterusmilieu.

Ob eine Infektion zu einer entzündlichen Abwehrreaktion des Endometriums führt, ist abhängig von der Zahl an Erregern, ihrer Pathogenität und Virulenz und von den Abwehrkräften des Muttertieres. Mit den Abwehrkräften sind die unspezifische Immunität sowie die morphologische und funktionelle Integrität der Schleimhaut angesprochen (Bondurant, 1999). Feuchte, kalte Abkalbeboxen stressen die Kuh und reduzieren ihre Abwehrkräfte (Olson et al., 1986). Die Immunkompetenz des Endometriums schwankt mit den Zyklusphasen. Während des Interöstrus sind Kühe empfänglicher für uterine Infektionen als während des Östrus (Lander Chacin et al., 1990). Durch die Progesterondominanz werden die Immunfunktionen der Uterusschleimhaut gedämpft (Roth et al., 1983; Lander Chacin et al., 1990). Im Östrus dagegen ist die Motilität des Uterus erhöht, was die physikalische Reinigung fördert (Rodriguez-Martinez et al., 1987). Es wandern verstärkt immunkompetente Zellen in das Endometrium ein und erhöhen die Abwehrbereitschaft (Rowson et al., 1953; Hawk et al., 1964; Acland et al., 2001). Eine erhöhte Blutversorgung und Permeabilität der Kapillaren erlauben eine verstärkte Resorption uteriner Flüssigkeiten (Seguin et al., 1974).

---

<sup>1</sup> Inzidenz:            Anzahl der Neuerkrankungsfälle einer bestimmten Erkrankung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes

### **2.1.5 Morphologische Vorgänge am entzündeten Endometrium**

Nach dem Eindringen von Erregern wird das Endometrium von Entzündungszellen infiltriert, hyperämisch, ödematisiert und das Oberflächenepithel wird nekrotisch (Bretzlaff, 1987; Del Vecchio et al., 1994). Lymphozyten, Monozyten und Plasmazellen sammeln sich im Endometrium an (Studer und Morrow, 1978; Gonzales et al., 1985). Es kommt zu einer vermehrten Produktion von Schleim und zu exsudativen Prozessen, mit dem Austritt von Serum, Granulozyten, Lymphozyten, Plasmazellen und Antikörpern (Berchtold, 1982; Lander Chacin et al., 1990). Dieses entzündliche Exsudat sammelt sich im Uterus an und eliminiert Erreger und deren Toxine (Bretzlaff, 1987). Dies wird äußerlich sichtbar als schleimiger, schleimig-eitriger oder eitriger Ausfluss aus der Zervix. Unterbleibt die Ausscheidung von Bakterien und Flüssigkeitsansammlungen, wird die Entzündung chronisch (Olson et al., 1986). In fortgeschrittenen Stadien treten Fibrosierungen des periglandulären Gewebes und daraus resultierende Atrophie oder zystische Erweiterungen der Uterindrüsen auf (Studer und Morrow, 1978; Stevens et al., 1995). Schwere Endometritiden können mit dem Ersatz des endometriellen Gewebes durch Narbengewebe einhergehen (Stevens et al., 1995). Das Ausmaß an Veränderungen im Uterus schwankt beträchtlich zwischen individuellen Tieren und mit dem Schweregrad der Infektion (Lewis, 1997). Die Auswirkungen einer Endometritis können sich auf die Eileiter ausweiten. Geschätzte 70 – 75% der uterinen Entzündungen gehen mit Entzündungen der Eileiter einher (McEntee, 1985). In den Eileitern geht eine Entzündung nicht so leicht zurück wie im Endometrium und sogar geringgradige Entzündungen können die Funktion des Eileiterepithels verändern. Krankhaft veränderte Eileiter können für die Infertilität mancher Kühe verantwortlich sein, deren Endometritis abgeklungen ist (Bretzlaff, 1987).

### **2.1.6 Beteiligte Mikroorganismen**

Am häufigsten wurden gemischte Kulturen anaerober und aerober, grampositiver und gramnegativer Bakterien wie *Arcanobacterium pyogenes*, *Bacillus* spp, *Bacteroides* spp, *Clostridium* spp, *Escherichia coli*, *Fusobacterium necrophorum*, *Listeria* spp, *Micrococcus* spp, *Pasteurella* spp, *Pseudomonas* sp, *Streptococcus* spp und *Staphylococcus aureus* in den ersten Wochen post partum aus dem Uterus isoliert (Griffin et al., 1974a; Studer and Morrow, 1978; Miller et al., 1980; Steffan, 1984; Olson et al., 1986; Noakes et al., 1989; Bonnett et al., 1991c; Bondurant, 1999).



Olson et al. (1986) zeigten in ihrer Studie, dass die Anzahl und die Art der aus dem Uterus isolierten Keime sich mit dem Verlauf des Puerperiums änderte. Coliforme Keime und Begleitkeime wie Staphylokokken und Streptokokken wurden hauptsächlich zu Beginn des Puerperiums isoliert und nahmen bis zur 4. Woche post partum ab. Die Häufigkeit von *A. pyogenes* dagegen nahm bis zur 4. Woche zu, ebenso verhielt es sich mit gramnegativen, anaeroben Bakterien, wie *Bacteroides* spp, *Bacillus* spp und *Fusobacterium necrophorum*. Mit einer signifikanten Erkrankung des Uterus und daraus folgender Reduzierung der Fruchtbarkeitsleistung sind nur *A. pyogenes*, *Bacteroides* spp und *Fusobacterium necrophorum* assoziiert (Olson et al., 1986; Bonnett et al., 1993; Bondurant, 1999). Mateus et al. (2002) isolierten *A. pyogenes*, *E. coli*, *Fusobacterium necrophorum* und *Bacteroides* spp signifikant häufiger aus Kühen mit milder und schwerer Endometritis als aus Kontrollkühen. Die Dominanz von *A. pyogenes*, *Bacteroides* spp und *F. necrophorum* und das häufige Vorkommen gramnegativer Anaerobier bei Kühen mit *A. pyogenes*-Infektion unterstützt die Hypothese eines synergistischen Zusammenwirkens dieser Bakterien bei subakuter oder chronischer Endometritis (Olson et al., 1986; Dohmen, 1995).

### **2.1.7 Inzidenz von Endometritiden**

Die Inzidenz uteriner Infektionen variierte beträchtlich zwischen den publizierten Studien. Zur Verdeutlichung sind einige Untersuchungsergebnisse aus der Literatur in Tabelle 1 zusammengefasst. Diese Variationen sind durch unterschiedliche diagnostische Methoden, verschiedene Klassifizierungen der uterinen Infektionen, den Untersuchungszeitpunkt, das Laktationsstadium oder das Management der Herde bedingt (Gilbert, 1992; Lewis, 1997). Vor allem der Untersuchungszeitpunkt und die Diagnosetechnik haben einen Einfluss auf die Häufigkeit von Endometritiden (Kinsel, 1996; LeBlanc et al., 2002).

Zu Beginn des Puerperiums können verzögerte Involutionsprozesse als Endometritis missinterpretiert werden (Markusfeld, 1984). Mit zunehmender Laktationsdauer nimmt die Häufigkeit von Endometritiden ab (Bartlett et al., 1986). Oltenacu et al. (1990) stellten fest, dass in Herden mit einer höheren durchschnittlichen Milchleistung ein erhöhtes Risiko für uterine Entzündungen bestand. Sie gaben dabei zu bedenken, dass die Milchleistung nicht unbedingt als Ursache für Endometritiden zu sehen ist. Vielmehr achten die Leiter hochleistender Betriebe mehr auf den Gesundheitsstatus ihrer Kühe und sind eher geneigt, tierärztlichen Service in Anspruch zu nehmen.

Auch Kaneene und Miller (1995) weisen darauf hin, dass bei intensiverer Betreuung mehr Endometritiden erkannt werden, was nicht mit einer tatsächlich erhöhten Erkrankungsrate zusammenhängen muss.

Tabelle 1: Inzidenz von chronischen Endometritiden in Milchviehbetrieben

Autor	Inzidenz	Diagnostische Methode	Untersuchungszeitraum
Griffin et al. (1974a)	67%	Biopsie	erste 7 Wochen pp
Erb et al. (1981a)	13,8%	nicht definiert	keine Angabe
Lotthammer (1984)	13%	Zytologie	keine Angabe
Martinez und Thibier (1984)	32 – 44%	rektale und vaginale Untersuchung	30. Tag pp
Curtis et al. (1985)	7,8%	durch einen Tierarzt (inklusive Metritis, Endometritis und Pyometra)	erste 30 Tage pp
Bartlett et al. (1986)	18%	rektale Palpation	21 – 46 Tage pp
Lin et al. (1989)	7,9 – 13,2%	klinische Diagnose (inklusive Metritis, Endometritis, Pyometra)	31 – 39 Tage pp
Bostedt und Maurer (1990)	25 – 37%	rektale und vaginale Untersuchung	12., 28., 40. – 50. Tag pp
Gröhn et al. (1990)	2,3%	tierärztliche Diagnose	bis 42 Tage pp
Metzner et al. (1993)	25%	rektale und vaginale Untersuchung	14 – 41 Tage pp
Esslemont (1997)	15%	keine Angabe (vaginaler Ausfluss und Endometritis eine Kategorie)	keine Angabe
Gilbert et al. (1998)	61,6%	Zytologie	40 – 60 Tage pp
Tenhagen und Heuwieser (1999)	37,5%	rektale Palpation	15 – 21 Tage pp
Heuwieser et al. (2000)	34%	rektale und vaginale Untersuchung	22 – 28 Tage pp
Knutti et al. (2000)	14,4%	rektale und vaginale Untersuchung	21 – 35 Tage pp
Hammon et al. (2001)	52%	Uteruslavage	54 – 60 Tage pp
LeBlanc et al. (2002)	16,9%	rektale und vaginale Untersuchung	20 – 33 Tage pp

## 2.2 Diagnostische Methoden zur Erkennung von Endometritiden

Die Diagnose von Endometritiden ist problematisch, da über die Definition Uneinigkeit herrscht und es keinen diagnostischen Goldstandard gibt. Vorhandene Techniken zur Diagnose von Endometritiden sind die rektale Palpation, die Vaginoskopie, die bakteriologische Untersuchung (Bonnett et al., 1993, Stevens et al., 1995), die Uterusbiopsie (Griffin et al., 1974 a,b; Studer und Morrow, 1978; Miller et al., 1980; Manspeaker et al., 1983; Messier et al., 1984), die Uterusspülung (Stevens et al., 1995; Hammon et al., 2001), die Ultrasonographie (Kasimanickam et al., 2001; Aslan et al., 2002) und Zellabstriche (Raab et al., 2003; Kasimanickam et al., 2004). Metzner et al. (1992) haben hysteroskopische Studien mit Hilfe eines starren Endoskops, Devine und Lindsay (1984) mit Hilfe eines flexiblen Gastroskops durchgeführt. Diese Methode ist in der Veterinärmedizin selten und kaum beschrieben (Lindsay und Devine, 1983). Die klinischen Methoden (Adspektion, rektale Palpation, Vaginoskopie), mit denen die Reproduktionsorgane bewertet wurden, sind oft zu subjektiv (Paisley et al., 1986; Gilbert, 1992) und nicht sensitiv genug, um Erkrankungen, die die Fruchtbarkeitsfunktionen beeinflussen, zu entdecken (Bonnett et al., 1993; McDougall, 2001). Es müssen einerseits die physiologischen Involutionvorgänge berücksichtigt werden, auf der anderen Seite muss eine tatsächliche Erkrankung früh genug erkannt werden, damit bis zur Besamung Zeit für evtl. mehrere Behandlungen und die Heilung bleibt (Paisley et al., 1986; Gilbert, 1992). Die Herausforderung besteht darin, die Tiere einer Herde zu identifizieren, die ein Risiko einer beeinträchtigten Fruchtbarkeit haben (LeBlanc et al., 2002). Die in einer Studie von LeBlanc (2002) gewählte Untersuchungsperiode 20 – 33 Tage pp überschneidet sich mit dem Intervall für das Ende der normalen post partalen Involution. Dieses Zeitfenster entsprach dem gängigen Zeitraum, in dem Puerperalkontrollen durchgeführt werden (Miller et al., 1980; Bonnett et al., 1993; Stevens et al., 1995). Aslan (2002) nannte den 25. Tag post partum als günstigen Untersuchungszeitpunkt, da so mögliche Erkrankungen zeitgerecht festgestellt werden könnten. In einer Studie von Kasimanickam (2002) verbesserte sich die Sensitivität der zytologischen Untersuchung und der Ultraschalluntersuchung vom ersten (20. bis 33. Tag pp) zum zweiten (34. bis 47. Tag pp) Untersuchungszeitpunkt, so dass mit der Wahl eines späteren Untersuchungszeitpunktes falsch negative Ergebnisse vermieden werden konnten.

### 2.2.1 Adspektion und rektale Palpation

Dohmen et al. (1995) fanden, dass nur bei 43% von 101 Kühen mit Endometritis sichtbarer Ausfluss an Schwanz, Vulva oder Perineum festgestellt werden konnte. Das Vorhandensein äußerlich sichtbaren Ausflusses war danach kein zufriedenstellendes Kriterium für die Diagnose von subakuten bzw. chronischen Endometritiden. In einer vergleichenden Studie fanden Drillich et al. (2002), dass die systematische Adspektion weniger sensitiv war als die rektale Palpation. Mit der rektalen Palpation konnten etwa doppelt so viele Tiere mit Endometritiden gefunden werden als durch die alleinige Adspektion.

Obwohl die rektale Palpation die in der Praxis am meisten angewendete Methode für die Diagnose uteriner Infektionen ist (Paisley, 1986; Bretzlaff, 1987; Gilbert, 1992), herrscht große Übereinstimmung, dass sie zu unspezifisch und nicht sensitiv genug ist (Paisley, 1986; Bretzlaff, 1987; Gilbert, 1992). Gründe dafür sind, dass zum einen die Form, Größe und Konsistenz des Uterus sowohl individuell, zwischen den Tieren, als auch mit dem Involutionsstadium, dem Alter und der Anzahl an Kalbungen schwankt (Oltenacu et al., 1983; Paisley et al., 1986). Zum anderen sind die Veränderungen am entzündeten Uterus (z.B. Zunahme der Größe und/oder intrauterine Flüssigkeit) oft subtil und daher mittels manueller Palpation schwer zu erkennen (Archbald et al., 1998). Dies wurde schon früher von Morrow et al. (1966) beschrieben, die bei der rektalen Palpation 25 bis 30 Tage pp nur grobe Abnormalitäten am Uterus, wie Pyometren, erkennen konnten. Feine Rückbildungsvorgänge und chronische Endometritiden waren nicht palpabel. Aufgrund der mit dem Fortschreiten der normalen Involution einhergehenden Veränderungen, hielten Bartlett et al. (1986) es für erforderlich, alle Befunde in Relation zum Stadium des Puerperiums zu beurteilen. Paisley et al. (1986) bezweifelten generell den Wert klinischer Untersuchungen vor dem 30. Tag pp.

### 2.2.2 Vaginoskopie

Bezüglich der Vaginoskopie waren die Meinungen ob ihres Wertes unterschiedlich. Sie wurde als genauer bei der Diagnose von Uterusinfektionen erachtet als die rektale Palpation (Miller et al., 1980; Dohmen et al., 1995; LeBlanc et al., 2002). Diagnostisches Hauptkriterium war der zervikale Ausfluss, der quantitativ und qualitativ beurteilt wurde. LeBlanc et al. (2002) zeigten in ihrer Studie, dass die Fruchtbarkeitsleistung von Kühen, bei denen eitriger Ausfluss mit Hilfe der Vaginoskopie nachgewiesen wurde, signifikant niedriger war, als bei Kühen, die keinen eitrigen Ausfluss zeigten. Sie betonten, dass 44% der Fälle allein durch Vaginoskopie identifiziert wurden.

Ihre Falldefinition und Ergebnisse hingen von der Einbindung der Vaginoskopie in den Untersuchungsgang ab. Die Daten einer Studie von Dohmen et al. (1995) belegten ebenfalls, dass die Vaginoskopie ein besseres diagnostisches Werkzeug für die Diagnose von subakuten/chronischen Endometritiden und die Beurteilung des Behandlungserfolges war, als die rektale Palpation. In einer Studie von Miller et al. (1980) waren die Ergebnisse der vaginoskopischen Untersuchung stärker mit einer bakteriellen Infektion assoziiert als die Ergebnisse der rektalen Palpation.

Die Vaginoskopie, kombiniert mit der rektalen Palpation, sollte die Genauigkeit der Diagnose uteriner Infektionen erhöhen (LeBlanc et al., 2002). Gilbert (1992) und Gilbert und Schwark (1992) vermissten jedoch gut konzipierte und kontrollierte Studien, um im Feld geeignete diagnostische Methoden zu beurteilen. Einige Autoren stellten fest, dass die Vaginoskopie als routinemäßige Diagnosetechnik keine weite Verbreitung findet (Miller et al., 1980; Bretzlaff, 1987; Gilbert, 1992).

Sowohl die palpatorische Untersuchung vom Rektum her als auch die vaginoskopische Untersuchung können zu falsch-positiven und falsch-negativen Ergebnissen führen.

Lotthammer (1984) und Metzner und Weiler (1994) hoben hervor, dass schleimiger oder eitriger Scheidenausfluss auch von Entzündungen oder Verletzungen des Vestibulums oder der Vagina stammen kann.

Histologische Untersuchungen von Metzner und Weiler (1994) zeigten, dass auch Tiere ohne vaginalen Ausfluss an einer Endometritis erkrankt waren, und Tiere mit vaginalem Ausfluss ein histologisch unauffälliges Endometrium aufweisen können. Knutti et al. (2000) konnten nicht ausschließen, dass Tiere, bei denen sie nach rektaler Palpation und Vaginoskopie eine milde Endometritis diagnostizierten, an einer Zervizitis oder Vaginitis litten. LeBlanc et al. (2002) drücken etwas drastischer aus, dass Praktiker, die Endometritiden aufgrund rektaler Untersuchung diagnostizieren und behandeln, sich darüber klar sein müssen, eine beträchtliche Anzahl falsch-positiver Diagnosen zu stellen und Behandlungen durchzuführen, die ohne ökonomischen Vorteil für den Landwirt sind.

### 2.2.3 Bakteriologische Untersuchung

Bakteriologische Kulturen können aus Tupferproben (Messier et al., 1984; Stevens et al., 1995), aus Uterusspülproben (Gilbert und Hoffmann, 1995) sowie aus Gewebeproben (Bonnett et al., 1991a,b,c) angelegt werden. Messier et al. (1984) kultivierten je eine Tupferprobe und eine Gewebeprobe und fanden Hinweise, dass die Kultivierung einer Gewebeprobe die bessere Methode ist. Noakes et al. (1989) konnten dies in einer ähnlichen Studie nicht bestätigen.

Uteruskulturen sind teuer und die Ergebnisse sind nur mit z.T. beträchtlicher Zeitverzögerung zu erhalten (Olson, 1996). Sie werden in der Routinepraxis daher selten angewendet.

Es ist schwierig, eine Kontamination der Uteruskultur bei der Entnahme zu vermeiden. Es wird nicht immer das gesamte im Uterus vorhandene Profil der Bakterienflora erfasst (Smith und Risco, 2002). Bretzlaff (1987) erwähnt, dass trotz histologischer Anzeichen einer Endometritis eine bakteriologische Kultur negativ ausfallen kann. Nach Vandeplassche und Bouters (1982) tritt die klinische und mikrobielle Heilung früher ein als die histologische Regeneration.

### 2.2.4 Zytologische und histologische Untersuchung

Zytologische Untersuchungen wurden anhand von Uterusspülungen (Gilbert und Hoffmann, 1995; Stevens et al., 1995; Kasimanickam, 1999) oder Zellabstrichen vom Endometrium (Kasimanickam, 1999; Raab et al., 2003) durchgeführt. Histologische Untersuchungen wurden an Uterusgewebe durchgeführt, das mittels Biopsie (Bonnett et al., 1991a,b,c, Stevens et al., 1995) oder aus Uteri geschlachteter Tiere gewonnen wurde (Gonzales et al., 1985; Metzner und Weiler, 1994). Beide Methoden sind in ihrer Aussagekraft der rektalen Palpation und der Vaginoskopie überlegen. So hatte in einer Studie von Gilbert und Hoffmann (1995) nur eine von elf Kühen mit zytologischen Befunden einer Endometritis palpierbare Veränderungen am Uterus. Die übrigen Tiere wären nach den konventionellen Methoden der Diagnose (Adspektion, transrektale Palpation, Vaginoskopie) entgangen. Nach histologischen Untersuchungen von Schmidt-Adamopoulou (1978) wiesen 60 bis 80% der klinisch negativ beurteilten Kühe Anzeichen einer Endometritis auf.

Die zytologische Untersuchung des Endometriums wurde von Gilbert und Hoffmann (1995) und Kasimanickam et al. (2004) als wertvolles Diagnostikum beurteilt. Raab et al. (2003) haben den Anteil an polymorphkernigen Granulozyten im Zellausstrich bestimmt.

Ein Anteil über 5% PMN wurde als subklinische Endometritis definiert, und war mit einem erniedrigten Erstbesamungserfolg und einer signifikant erniedrigten Trächtigkeitsrate verbunden.

Die Entnahme einer Uterusbiopsie hat sich ebenfalls als wertvoll für die Beurteilung der Fruchtbarkeit erwiesen (Bretzlaff, 1987; Bonnett et al, 1991a,b). Sie war jedoch mit Nachteilen verbunden. Studer und Morrow (1978), Manspeaker et al. (1983) und Metzner und Weiler (1994) führten an, dass eine Biopsie nicht unbedingt repräsentativ für das gesamte Endometrium einer Kuh ist. Nach Bonnett et al. (1991a, b) hat das Zyklusstadium einen Einfluss auf die Aussagekraft histologischer Befunde. Griffin et al. (1974a), Miller et al. (1980) und Bonnett et al. (1988) erwähnten negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der Kühe. Sowohl die zytologische als auch die histologische Untersuchung kosten Zeit und Material und sind daher in der Routinepraxis eher die Ausnahme (Bretzlaff, 1987).

### **2.2.5 Ultraschall**

Die Diagnose mittels Ultraschall gehört zu den bildgebenden Verfahren. Sie ist zur Darstellung innerer Organe bis zu einer gewissen Tiefe gut geeignet. Die von einem Schallkopf ausgesendeten Ultraschallwellen werden beim Eindringen in den Körper an den Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Geweben und Organen reflektiert. Der Schallkopf empfängt die zurückgestrahlten Schallwellen und übersetzt diese Information in elektrische Signale. Durch Verbindung mit einem Monitor werden diese Signale auf dem Bildschirm zu einem Bild zusammengesetzt. Das Ultraschallbild stellt sich in verschiedenen Grautönen, sowie schwarz und weiß dar. Je dichter ein Gewebe ist, um so mehr Schallwellen werden reflektiert und um so heller stellt es sich dar. Knochen und Luft reflektieren Schallwellen fast vollständig (hyperechogen, weiß). Flüssigkeit stellt sich schwarz dar (anechogen), da kaum Schallwellen zurückgeworfen werden (Peter et al., 1992; Pfrang, 2003).

Für die Interpretation von Ultraschallbildern ist es wichtig zu verstehen, dass sie zweidimensionale Abbildungen von dreidimensionalen Objekten sind (Flückiger, 1997). Kenntnisse über die Anatomie der untersuchten Organe sind daher unbedingt erforderlich (Müller et al., 1986). Das tatsächliche Ausmaß eines Gebildes lässt sich nur durch Bewegen des Schallkopfes quer und längs zu seiner Achse erfassen.

Von der Frequenz der Ultraschallwellen hängt ab, wie tief sie in ein Gewebe eindringen können und wie scharf die Abbildung wird.

Je höher die Frequenz ist, um so geringer ist die Eindringtiefe, aber um so größer ist die Auflösung (Ginther und Pierson, 1984; Peter et al., 1992). Übliche Frequenzen der in der Praxis angewendeten Schallköpfe liegen zwischen 3,0 und 8,0 MHz.

Die Vorteile der Sonographie haben dazu geführt, dass sich diese Technik in der Forschung für zahlreiche Fragestellungen als wichtiges Verfahren etabliert hat und in der tierärztlichen Praxis zu einem Diagnostikum geworden ist, welches das Niveau der Befunderhebung beträchtlich erhöht hat (Kähn, 1997).

### **2.2.5.1 Anwendungsmöglichkeiten in der Nutztierpraxis**

In der Nutztierpraxis hat sich die Anwendung der Sonografie besonders bei gynäkologischen Fragestellungen etabliert (Müller et al., 1986; Leidl, 1993). Bei Pferd und Rind verbessert und objektiviert die Sonografie die Standardtechnik des rektalen Palpierens. Sie ist direkter, akurater und präzisiert unklare transrektale Befunde (Reeves et al., 1984; Fissore et al., 1986; Pierson und Ginther, 1988; Meadows und Beal, 1999). Bei Schweinen und kleinen Wiederkäuern (Hauser und Bostedt, 2002) ermöglicht sie erst den Zugang zum Reproduktionstrakt. Die Darstellung der Zervix, des Uterus und der Ovarien mit ihren Funktionskörpern ist problemlos möglich (Ginther und Pierson, 1984; Pierson und Ginther, 1984a; Peter et al., 1992; Bekana et al., 1994).

Die frühzeitige Trächtigkeitsuntersuchung ist eines der wichtigsten Einsatzgebiete der Sonografie bei Nutztieren (Müller et al., 2000). Daneben kann sie bei der Diagnose und Behandlung von Unfruchtbarkeit, Uterusabszessen, Tumoren, Verklebungen zwischen Uterus und Ovarien und von ovariellen Zysten von immensem Nutzen sein (Reeves et al., 1984; Peter et al., 1992; Leidl, 1993). Die Ultraschalltechnik wird in der Biotechnologie bei Nutztieren zur Entwicklung und Kontrolle effizienterer Superovulationsprogramme, der Embryonengewinnung und zur Kontrolle der Synchronisation von Empfängertieren benutzt (Peter et al., 1992; Leidl, 1993).

Eine weitere wichtige Anwendung der diagnostischen Sonografie ist die Beurteilung morphologischer Veränderungen des Uterus. Diese Veränderungen betreffen die wechselnde Dicke des Uteruskörpers, den Nachweis erhöhter Vaskularisation und Ödeme sowie die Ansammlung intrauteriner, intrazervikaler und intravaginaler Flüssigkeiten (Pierson und Ginther, 1987). Bollwein et al. (2003) haben in einer Studie anhand computergestützter Echostrukturanalyse die Veränderungen der Textur des Endometriums mit dem Zyklusgeschehen verfolgt.



Sie kamen zu dem Schluss, dass es möglich ist, mittels Berechnung verschiedener Echostrukturparameter, das Zyklusstadium einer Kuh zu bestimmen.

Neben der Beurteilung physiologischer Veränderungen besteht das Potenzial für die Erkennung und Erforschung pathologischer Veränderungen (Ginther und Pierson, 1984; Pierson und Ginther, 1987; Leidl, 1993). Bekana et al. (1994) und Aslan et al. (2002) haben den Verlauf des Puerperiums und die Involution des Uterus beim Rind mittels Ultraschall verfolgt. Sie konnten sonographische Kriterien aufstellen, die eine Bewertung der Uterusinvolution ermöglichten. Auch beim Schaf ist die Ultraschalltechnik eine geeignete Methode für die Kontrolle der Involution und für die Diagnose pathologischer Veränderungen des Uterus. Die Ultraschalluntersuchung ermöglicht, das Uteruslumen und die Echogenität retinierter Lochien zu bewerten (Hauser und Bostedt, 2002).

#### **2.2.5.2 Darstellbarkeit der Endometritis im Ultraschallbild**

Legt man einen Schallkopf von dorsal auf den Uterus auf, so ergibt sich bei dorso-ventralem Strahlengang ein Längsschnitt durch das Organ. Durch mäßiges Schwenken des Schallkopfes lassen sich das Corpus uteri und die beiden Uterushörner darstellen. Deutlich ist der Uterusumriss mit der großen Krümmung in Form einer konvexen Rundung sichtbar. Sie zeichnet sich als schmale, hypoechogene Linie ab und grenzt die Uteruswand von der meist etwas echogeneren Umgebung ab. Die kleine Krümmung ist meist weniger klar zu erkennen (Kähn, 1997). Der Durchmesser der Zervix und der Uterushörner, die Uteruswand, die Endometriumsdicke, Wandödeme und flüssiger Inhalt im Uteruslumen sind im Ultraschallbild erkennbar (Okano und Tomizuka, 1987; Pierson und Ginther, 1987; Bekana et al., 1994; Bonafos et al., 1995). Von den Schichten der Uteruswand ist nur das Endometrium immer deutlich erkennbar, das Myometrium und das Perimetrium dagegen nicht (Okano und Tomizuka, 1987).

Anzeichen einer intrauterinen Infektion im Ultraschallbild sind getrübe Flüssigkeiten im Uteruslumen und die Verdickung der Uteruswand und/oder des Endometriums (Fissore et al., 1986; Bekana et al., 1996; Kähn, 1997). Veränderungen der Echogenität der Uterusschleimhaut sind nach Giger (1995) nicht wahrnehmbar. Die Menge des Sekrets kann stark variieren (Ginther und Pierson, 1984). In vielen Fällen chronischer Endometritiden ist ein flüssigkeitsgefülltes Lumen nur über kurze Abschnitte des Uterus zu erkennen. Bei hochgradigen Endometritiden ist hingegen das Uteruslumen oft über den gesamten Verlauf beider Hörner bis zu mehreren Zentimetern dilatiert. Bei geringgradigen Endometritiden kann häufig kein Lumen dargestellt werden.

Das Sekret einer Endometritis unterscheidet sich von anderen Flüssigkeiten im Uterus, wie dem Sekret im Östrus oder der Fruchtblüssigkeit während der Frühgravidität, durch seine stärkere Echogenität (Fissore et al., 1986). Echolose Flüssigkeiten kommen in der Regel nur bei physiologischen Zuständen vor (Pierson und Ginther, 1987). In der entzündlich veränderten Flüssigkeit sind hingegen flockige Reflexionen zu erkennen (Fissore et al., 1986). Die Echogenität kann sich teilweise bis hin zum sogenannten Schneegestöbereffekt steigern und wird in manchen Fällen fast hyperechogen weiß (Bekana et al., 1994). Liegen hochgradige Flüssigkeitsansammlungen vor, können bei längerer Betrachtungsdauer meist Turbulenzen innerhalb der Flüssigkeit beobachtet werden (Kähn, 1997).

Mateus et al. (2002) haben den Effekt puerperaler Uterusinfektionen auf die Uterusinvolution untersucht. Dazu wurde der Uterus der Studientiere mittels Ultraschall auf Flüssigkeiten im Lumen untersucht und nach einer Skala von 0 bis 3 bewertet. 0 bedeutete keine Flüssigkeit, 1 bis 3 bedeutete zunehmende Stellen mit Flüssigkeit in den Uterushörnern oder im Uteruskörper. Die Skalenwerte der Kühe mit schwerer, aber auch mit milder Endometritis waren bis zur 5. Woche post partum höher als die der gesunden Kontrolltiere. Die Skalenwerte korrelierten außerdem mit der Wachstumsdichte aerober und anaerober Keime. Mateus et al. (2002) kamen zu dem Schluss, dass das Vorhandensein intrauteriner Flüssigkeit, wenn sonographisch bewertet, zur Diagnose einer Endometritis herangezogen werden kann. In einer Studie von Aslan et al. (2002) wurde die Involution der Gebärmutter anhand der Merkmale Horndurchmesser, Abgrenzung des Uterushornquerschnitts gegenüber der Umgebung (Uteruskontur), Echogenität und Textur der Gebärmutterwand, Darstellbarkeit des Schleimhautreliefs sowie Flüssigkeitsansammlung im Uteruslumen mittels Ultraschall untersucht. Der Uterusdurchmesser hat sich dabei als geeignetes Maß zur Beurteilung des Verlaufs der Gebärmutterrückbildung erwiesen. Die sonografisch erhobenen Befunde wurden in Kategorien von 0 bis 3 eingeteilt, wobei Tiere der Kategorie 0 und 1 als gesund betrachtet wurden. Der Nachweis einer Uterusstruktur der Kategorie 2 oder 3 sowie eine verminderte Ovaraktivität wurden als Zeichen einer subklinischen Störung des Puerperalverlaufes gewertet. Die Vorhersage der Fertilität war anhand dieser Befunde mit Einschränkungen möglich.

Kasimanickam et al. (2004) haben klinisch gesunde Kühe zwischen dem 20. und 33. und zwischen dem 34. und 47. Tag ultrasonografisch untersucht. Das Vorhandensein von Flüssigkeit im Uteruslumen wurde in Beziehung zur Fruchtbarkeitsleistung der Tiere gesetzt. Dabei ergab sich, dass bei Kühen mit Flüssigkeit im Uteruslumen, die Wahrscheinlichkeit trächtig zu werden, deutlich reduziert war.

Das Vorhandensein intrauteriner Flüssigkeit führten sie auf eine subklinische Endometritis zurück. Nach diesen Ergebnissen könnte es mit Hilfe der Sonografie möglich sein, die Kühe zu identifizieren, die nach routinemäßigen diagnostischen Verfahren als gesund beurteilt werden, aber gefährdet sind, eine schlechte Fruchtbarkeitsleistung zu zeigen.

### **2.2.5.3 Vor- und Nachteile der Ultraschalluntersuchung**

Die Vorteile der Sonografie als diagnostische Methode bestehen in ihrer Nicht-Invasivität und der Freiheit von Nebenwirkungen. Sie ist schnell, einfach und am Einzeltier so oft wie nötig wiederholbar. Weiterhin ist sie relativ leicht zu erlernen (Pierson und Ginther, 1987; Peter et al., 1992; Müller et al., 2000). Die Sonografie ermöglicht die Visualisierung des Reproduktiostraktes, der sonst nur durch Palpation beurteilt werden kann.

In einer Studie von Reeves et al. (1984) variierte die Dauer pro Untersuchung zwischen 20 bis 150 Sekunden, abhängig davon, welche Strukturen untersucht werden sollten. Die Lokalisierung und Untersuchung der Uterushörner dauerte 20 bis 60 Sekunden.

Bei der rektalen Palpation schätzt der Untersucher das Uterusvolumen an seiner Fingerdicke ab. Diese Ergebnisse sind z.T. ungenau, aufgrund unterschiedlicher Fingerdicken und der Subjektivität der einzelnen Untersucher. Ungenauigkeiten können besonders dann auftreten, wenn der Uterus flach und nicht kontraktile ist. Die Untersuchung und Diagnose mit Hilfe des Ultraschalls ist daher genauer und objektiver (Okano und Tomizuka, 1987).

Der große Nachteil und damit einer der Hauptgründe, warum die Nutzung der Sonografie in der Rinderpraxis beschränkt ist, sind die Anschaffungskosten für Gerät und Ausrüstung (Pierson und Ginther, 1987; Peter et al., 1992). Die routinemäßigen Anwendungsmöglichkeiten müssen sowohl für den Tierarzt als auch für den Landwirt kosteneffektiv sein (Müller et al., 2000).

### **2.2.5.4 Ursachen für Fehldiagnosen**

Bei der Diagnose von Endometritiden mittels Ultraschall können Fehldiagnosen gestellt werden. Das sonografische Bild des Uterus wird vom Stadium des Sexualzyklus beeinflusst (Fissore et al., 1986; Pierson und Ginther, 1987). Im Diöstrus stellt sich das Endometrium eher flach dar, die Uteruswand ist homogen. Im Östrus dagegen ist das Schleimhautrelief fältig aufgeworfen, die Uteruswand ist ödematisiert, so dass sich echoreiche und echoarme Bereiche abwechseln. Der Durchmesser des Uteruskörpers und der Uterushörner nimmt zu (Pierson und Ginther, 1987; Peter et al., 1992; Bekana et al., 1994).

Im Uteruslumen sammelt sich Flüssigkeit an, die in manchen Fällen mehrere Zentimeter betragen kann (Pierson und Ginther, 1984b; Kähn, 1991; Kähn, 1997). Doch auch im Diöstrus können Flüssigkeitsansammlungen im Uteruslumen auftreten (Kähn, 1997).

Die erste Ovulation nach der Kalbung tritt im allgemeinen zwischen dem 10. und 28. Tag post partum auf (Morrow et al., 1966; Marion und Gier, 1968; Fonseca et al., 1983). Anzeichen einer Endometritis, wie die Zunahme der Uteruswandstärke, eine Ödematisierung des Endometriums, Flüssigkeitsansammlungen im Uteruslumen, die in diesem Zeitraum und danach festgestellt werden können, müssen aufgrund der oben beschriebenen, zyklusbedingten Veränderungen in Relation zum Zyklusstand gesehen werden.

## **2.3 Fruchtbarkeitskennzahlen**

Damit sich eine Milchwirtschaft rentiert, müssen bestimmte Ziele in der Milchproduktion sowie in der Zucht erreicht werden. Dazu bedarf es einer zufriedenstellenden Fruchtbarkeitsleistung (Fetrow et al., 1990). Von ihr hängt die Milchleistung, die Remontierungsrate, der Zuchtfortschritt und damit der finanzielle Gewinn ab (Britt, 1985; Weaver und Goodger, 1987a,b). Die Fruchtbarkeitsleistung lässt sich durch die Berechnung bestimmter Leistungskennzahlen beurteilen. Mit Hilfe dieser Kennzahlen lässt sich der Einfluss von Umweltfaktoren auf die Fruchtbarkeit der Tiere bemessen. Tendenzen und Entwicklungen in der Fruchtbarkeit einer Herde können verfolgt werden (Metzner und Mansfeld, 1992). Wichtige Fruchtbarkeitskennzahlen sind die Günstzeit und die Konzeptionsrate (Bonnett et al., 1993; Heuwieser, 1997; LeBlanc et al., 2002), die Brunsterkennungsrate (Barr, 1975; Heuwieser, 1997), der Erstbesamungserfolg (Bonnett et al., 1993) und die Freiwillige Wartezeit (Heuwieser, 1997). Weiterhin sind der Anteil tragender Tiere (Tenhagen und Heuwieser, 1999; Drillich et al., 2001) und die Remontierungsrate zu nennen.

### **2.3.1 Definition und Bedeutung ausgewählter Fruchtbarkeitskennzahlen**

#### Freiwillige Wartezeit (FWZ)

Die Freiwillige Wartezeit ist der Zeitraum nach dem Abkalben, in dem die Tiere nicht wieder belegt werden sollen (Ferguson und Galligan, 1993; Heuwieser, 1997). Sie wird willkürlich vom Betrieb festgelegt. Als Richtwert werden 50 bis 60 Tage angegeben (Heuwieser, 1997). Besamungen vor dem 60. Tag pp führen zu herabgesetzten Trächtigkeitsergebnissen (Mansfeld et al., 1999).

Sie können außerdem die Wirtschaftlichkeit hochleistender Herden beeinträchtigen, da die Laktationen dadurch auf weniger als 280 Tage verkürzt werden (Wiltbank, 1998).

#### Brunsterkennungsrate (BER)

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 1993, Heuwieser 1997). Die Brunsterkennungsrate hat einen sehr großen Einfluss auf die Herdenfruchtbarkeit (Barr, 1975; Ferguson und Galligan, 1993). Die BER lässt nicht erkennen, wie viele Brunsten tatsächlich stattgefunden haben (Metzner und Mansfeld, 1992) und wie die Qualität der Brunstbeobachtung ist (Fetrow et al., 1990, Radostits et al., 1994). Nach Heuwieser (1997) soll eine Brunsterkennungsrate von 70 % erreichbar sein.

#### Brunstnutzungsrate (BNR)

Die Brunstnutzungsrate (BNR) ist der Anteil der Tiere, die innerhalb von 21 Tagen nach Ablauf der Freiwilligen Wartezeit besamt worden sind (Tischer, 1998; Wiltbank, 1998; Mansfeld et al., 1999). Sie gibt an, bei wie vielen Tieren die Brunst erkannt und genutzt wurde. Sie sollte jeweils für die erste, zweite und weitere Besamungen berechnet werden (Wiltbank, 1998). Nach Esslemont (1992) sollte sie bei 70%, nach Ferguson und Galligan (1993) über 80% liegen.

#### Rastzeit (RZ)

Mit Rastzeit (RZ) ist der Zeitraum von der Abkalbung bis zur ersten Besamung bezeichnet (Metzner und Mansfeld, 1992). Die RZ hängt von der Freiwilligen Wartezeit und der Brunsterkennung ab (Radostits et al., 1994). Sie sollte im Mittel weniger als 85 Tage betragen (Mansfeld et al., 1999). Esslemont (1992) empfahl, eine durchschnittliche Rastzeit von 65 Tagen. Die Festlegung der Rastzeit sollte für jeden Betrieb und für das einzelne Tier unter Berücksichtigung der Betriebsverhältnisse (Fütterung, Haltung, Abkalbesaison) und individueller Bedingungen (Verlauf des Puerperiums, Milchleistung) erfolgen (Grunert und Blesenkemper, 1980). Insbesondere bei Tieren mit einem gestörten Puerperium dauert die Rückbildung und Regeneration des Uterus länger (Lotthammer, 1999). Stillbrünstigkeit oder wenig ausgeprägte Brunstsymptome seitens der Tiere und mangelhafte Brunstbeobachtung seitens des Personals führen zu verlängerten Rastzeiten.

### Güstzeit (GZ)

Die Güstzeit (GZ), auch Zwischentragezeit genannt, ist definiert als das Intervall zwischen der Abkalbung und dem ersten Tag der erneuten Trächtigkeit.

Sie erfasst nur Tiere, die erfolgreich wiederbelegt wurden und beschreibt daher nicht die Fruchtbarkeit der gesamten Herde (Ferguson und Galligan, 2000). Tiere, welche die Herde güst verlassen oder sich in der ersten Trächtigkeit befinden, werden nicht erfasst (Radostits, 1994). Die Güstzeit hängt von mehreren Faktoren ab: der Freiwilligen Wartezeit, der Unfreiwilligen Wartezeit (Zeitraum zwischen FWZ und erster Brunst), der Verzögerungszeit, dem Anteil nicht genutzter Brunsten und dem Anteil an Fehlbesamungen (Barr, 1975). Mit dem Ziel, ein Kalb pro Jahr zu produzieren dürfte die Güstzeit nicht länger als 85 Tage betragen. Tatsächlich spricht man von einer guten Herdenfruchtbarkeit, wenn 80% der Tiere eine Güstzeit von weniger als 115 Tagen aufweisen (Radostits et al., 1994; Mansfeld et al., 1999).

### Erstbesamungserfolg (EBE)

Der Erstbesamungserfolg (EBE) ist der Anteil trächtiger Tiere, die aus der ersten Besamung tragend wurden (Metzner und Mansfeld, 1992). Er sollte mindestens 55% betragen (Mansfeld et al., 1999). Der Besamungserfolg aus der zweiten und dritten Besamung ist meistens größer (Drillich et al., 1999; Tenhagen und Heuwieser, 1999), was mit der Futteraufnahme oder der Energiebilanz zusammenhängen kann (Fonseca et al., 1983).

### Besamungsindex (BI)

Der Besamungsindex (BI) gibt die Anzahl an Besamungen, die pro Gravidität benötigt wurden, an (Brem und Kräusslich, 1999). Er beinhaltet alle Besamungen einer Herde, unabhängig davon, ob die Tiere trächtig wurden oder nicht (Radostits et al., 1994). Er ist ein Maß für den Konzeptionserfolg der Besamungen in einer Herde als Ganzes (Fetrow et al., 1990). Ist der Besamungsindex deutlich höher als der Trächtigkeitsindex, ist das ein Hinweis auf einen erhöhten Anteil schlecht aufnehmender Kühe (Radostits et al., 1994).

### Trächtigkeitsindex (TI)

Zur Berechnung des Trächtigkeitsindex (TI) wird die Anzahl der Besamungen der trächtig gewordenen Tiere ins Verhältnis zur Anzahl der trächtigen Tiere gesetzt. Er gibt den Konzeptionserfolg der Besamung fertiler Kühe wieder (Fetrow et al., 1990).

Anhand des TI können von der Kuh unabhängige Faktoren, wie die Samenqualität, die Besamungstechnik, der Besamungszeitpunkt und die Genauigkeit der Brunsterkennung beurteilt werden (Radostits et al., 1994).

#### Konzeptionsrate (KR)

Die Konzeptionsrate (KR) wird berechnet aus der Anzahl tragender Tiere dividiert durch die Anzahl insgesamt durchgeführter Besamungen (Drillich, 1999) und ist damit der reziproke Wert des Besamungsindex. Wiltbank (1998) nennt vier Faktoren, die die KR beeinflussen: die Fertilität der Kuh, die Fertilität des Bullen, die Qualität der Brunstbeobachtung, die Effizienz der künstlichen Besamung.

#### Trächtigkeitsrate (TR)

Die Trächtigkeitsrate (TR) ist der Anteil tragender Tiere an allen Tieren bei denen die FWZ abgelaufen ist (Heuwieser, 1997). Rechnerisch ist die Trächtigkeitsrate das Produkt aus Brunsterkennungsrate und Konzeptionsrate. Als Referenzwert werden 35 – 55% angegeben. Über eine Verbesserung der Brunsterkennung kann die Trächtigkeitsrate gesteigert werden. Durch eine Steigerung der Trächtigkeitsrate wiederum wird eine Verringerung der Zahl der zuchtuntauglichen Kühe erreicht (Heuwieser, 1997). Laut Kasimanickam (2002) ist die Trächtigkeitsrate der am meisten mit dem wirtschaftlichen Gewinn verbundene Fruchtbarkeitsparameter.

#### Gesamträchtigkeitsrate (GTR)

Die Gesamträchtigkeitsrate (GTR) ist der Quotient aus der Anzahl tragender Tiere und der Anzahl besamter Tiere (Metzner und Mansfeld 1992). Sie drückt nicht aus, in welcher Zeit die Tiere tragend geworden sind und muß daher im Zusammenhang mit der Verzögerungszeit beurteilt werden.

#### Verzögerungszeit (VZ)

Die Verzögerungszeit (VZ) ergibt sich aus der Differenz zwischen der ersten Besamung und der erfolgreichen Besamung. Sie sollte so gering wie möglich sein, da jeder Tag Verzögerungszeit finanzielle Einbußen bedeutet. In Herden mit guter Fruchtbarkeitsleistung liegt sie durchschnittlich unter 15 Tagen (Metzner und Mansfeld, 1992).

### **2.3.2 Auswirkung von Endometritiden auf die Fruchtbarkeit**

Die Auswirkungen postpartaler Endometritiden auf die Fruchtbarkeit sind schwierig abzuschätzen. Es kann angenommen werden, dass die Folgewirkungen mit dem Schweregrad der Infektion, dem Zeitpunkt post partum und dem Gesundheitsmanagement der Herde variiert (Lewis, 1997). Die Aussagen in der Literatur sind z.T. widersprüchlich und aufgrund des Fehlens einer einheitlichen Definition von Endometritiden und einer einheitlichen Auswertung der Ergebnisse schwer vergleichbar. Hinzu kommt, dass der Einfluss uteriner Erkrankungen auf die Fruchtbarkeitsleistung durch andere Faktoren verzerrt werden kann. Zu diesen Faktoren gehören die Jahreszeit, das Alter, peripartale Erkrankungen, das Erbgut, die Ernährung, die Freiwillige Wartezeit, die Genauigkeit und Intensität der Brunsterkennung, das Besamungsmanagement, die Umwelt und die Milchleistung (Lean et al., 1989; Radostits et al., 1994; Beaudeau et al., 1995). Dennoch bestehen Zusammenhänge zwischen der Fruchtbarkeitsleistung bzw. dem damit verbundenen Gewinn und dem Gesundheitsstatus des Uterus in den ersten Wochen nach der Kalbung (Radostits et al., 1994; Ferguson und Galligan, 2000). Gröhn et al. (1990) haben u.a. Beziehungen zwischen Metritis, Stillbrünstigkeit, Zysten und anderen Infertilitätsursachen beschrieben. Berchtold (1982) sah in der chronischen Endometritis die wichtigste Ursache für die Erfolglosigkeit von Belegungen und Besamungen. Nach Borsberry und Dobson (1989) war ein Großteil der Reproduktionsstörungen mit Endometritiden assoziiert.

#### **2.3.2.1 Zeitpunkt der Diagnose und fruchtbarkeitsbeeinflussende Befunde**

Ob negative Folgen für die Fruchtbarkeit entstehen, hängt davon ab, zu welchem Zeitpunkt Endometritiden diagnostiziert werden und welche Befunde vorliegen.

In einer Studie von Bonnett et al. (1993) war am Tag 26 und 40 pp bei Kühen mit schlechter Fruchtbarkeitsleistung der Uterushorndurchmesser größer und der Uterustonius geringer als bei Kühen mit guter Leistung. Diese Untersuchungen basierten auf der rektalen Palpation. Eine weitere Variable, die am Tag 40 mit der Fruchtbarkeitsleistung in einen Zusammenhang gebracht werden konnte, war die Uterusgröße. Das Vorhandensein von Funktionskörpern auf den Ovarien hing am Tag 26, nicht aber am Tag 40 pp mit der Fruchtbarkeitsleistung zusammen. Vaginaler Ausfluss und Milchprogesterongehalt waren keine Merkmale, die sich zwischen Kühen mit guter und mit schlechter Fruchtbarkeit unterschieden.



In einer Studie von LeBlanc et al. (2002) war mittels Vaginoskopie diagnostizierter purulenter Ausfluss oder ein Zervixdurchmesser von mehr als 7,5 cm nach dem 20. Tag pp bzw. mucopurulenter Ausfluss nach dem 26. Tag pp mit einer reduzierten Trächtigkeitsrate verbunden. In dieser Studie war die Trächtigkeitsrate stärker reduziert, wenn ein vaginaler Ausfluss oder ein großer Zervixdurchmesser später in der Studienperiode (27 – 33 Tage pp) festgestellt wurde.

In einer Studie von Knutti et al. (2000) hatten Kühe, die zwischen dem 21. und 40. Tag pp wegen Endometritiden behandelt worden waren, höhere Erstbesamungserfolge als Kühe, die später als 40 Tage pp behandelt wurden. Als mögliche Erklärung gaben die Autoren an, dass die früher behandelten Tiere mehr Zeit für eine vollständige Regeneration hatten. Sie schlossen daraus, dass der Zeitpunkt des Erkennens von Endometritiden ein wichtiger Faktor für die Fruchtbarkeitsleistung einer Herde ist.

Nach Kasimanickam (2002) hatten Endometritiden, die im späteren Puerperalstadium diagnostiziert wurden, möglicherweise einen größeren Einfluss auf die Fruchtbarkeitsleistung. Histologische Befunde, die mit der Fruchtbarkeitsleistung assoziiert wurden, sind die Entzündung des Stratum compactum, die Anzahl epithelisierter Areale, bindegewebig eingekapselte Uterindrüsen und endometrielle Vernarbung (Manspeaker, 1983; Bonnett et al., 1993).

Als positiver Einflussfaktor auf die Fruchtbarkeitsleistung von Kühen mit Endometritiden wurde die Zyklusaktivität bzw. das Vorhandensein eines Follikels beschrieben (Gilbert, 1992; Bonnett et al., 1993; LeBlanc et al., 2002).

### **2.3.2.2 Veränderungen der Fruchtbarkeitsparameter**

Durch Erkrankungen des Uterus kann das Wiedereinsetzen der Zyklusaktivität verzögert werden (Steffan et al., 1984; Gröhn et al., 1990; Kaneene und Miller, 1995; Knutti et al., 2000; Drillich et al., 2002). Dies führt zu einer Verlängerung des Intervalls zwischen der Kalbung und dem ersten Östrus (Fonseca et al., 1983, Coleman et al., 1985). Weiterhin besteht ein Zusammenhang zwischen Endometritiden und der Entstehung von ovariellen Zysten und Stillbrünstigkeit (Gröhn et al., 1990; Oltenacu et al., 1990). Kühe werden daher am Ende der Freiwilligen Wartezeit nicht in Brunst gesehen und nicht zur Besamung vorgestellt. Dies macht sich in einer Reduzierung der Brunsterkennungsrate bzw. der Brunstnutzungsrate bemerkbar (Fonseca et al., 1983; Tenhagen et al., 1998; Heuwieser et al., 2000).

Die Rastzeit (Fonseca et al., 1983; Coleman et al., 1985; Oltenacu et al., 1990; Heuwieser et al., 2000) und die Verzögerungszeit (Coleman et al., 1985; Oltenacu et al., 1990) werden durch Endometritiden verlängert, ebenso die Güstzeit (Bartlett et al., 1986; Lee et al., 1989; Thurmond et al., 1993; Gilbert et al., 1998; Fourichon et al., 2000; Heuwieser et al., 2000; LeBlanc et al., 2002).

Durch entzündliche Exsudate und Antikörper, mit denen eine Entzündung des Endometriums einhergeht, entsteht ein unvorteilhaftes Milieu für Spermatozoen und Embryonen (Gonzales et al., 1985). Fibrosierungen des Endometriums beeinträchtigen die Funktionen der Uterindrüsen, was einen ähnlichen Effekt hervorruft. Betroffene Tiere nehmen daher nicht auf, rindern um oder abortieren. Damit erklärt sich die von Oltenacu et al. (1990), Hammon et al. (2001) und LeBlanc et al. (2002) beschriebene Reduzierung des Erstbesamungserfolges und die von Gilbert et al. (1998) erwähnte reduzierte Anzahl trächtiger Tiere in der Herde. Weitere Folgen sind eine Erhöhung des Besamungsindex (Borsberry und Dobson, 1989; Heuwieser et al., 2000; LeBlanc et al., 2002), eine Reduzierung der Konzeptionsrate (Tenhagen und Heuwieser, 1999; Fourichon et al., 2000; Knutti et al., 2000) und eine Verlängerung des Zwischenkalbeintervalls (Erb et al., 1981a,b; Bartlett et al., 1986). Manche Autoren konnten eine Erhöhung der Anzahl wegen uteriner Erkrankungen gemerzter Tiere feststellen (Oltenacu et al. 1990). Die Meinungen bezüglich der Abgangsrate weichen auseinander. Gröhn et al. (1998) sahen keinen Effekt von Endometritiden auf die Abgangsrate. Rajala-Schultz und Gröhn (1999) dagegen fanden in ihrer Studie ein erhöhtes Abgangsrisiko im Zusammenhang mit Metritiden. In einer Studie von Heuwieser et al. (2000) wurden 7% der Kühe wegen Endometritiden geschlachtet. Martin et al. (1982) gaben an, dass 35% der Tiere wegen Unfruchtbarkeit geschlachtet wurden, Bartlett et al. (1986) gaben 30% an und Esslemont und Kossaibati (1997) 36,5%.

### **2.3.2.3 Ökonomische Aspekte**

Die oben genannten Veränderungen manifestieren sich in direkten Kosten für Arbeit, zusätzlichen Untersuchungen und Behandlungen, einer erhöhten Anzahl an Besamungen, Einsatz von Hormonen in Fruchtbarkeitsprogrammen, Brunsterkennungshilfen und einer vermehrten Remontierung (Bartlett et al., 1986; Olson et al., 1986; Esslemont und Kossaibati, 1997; Tenhagen et al., 1998).

Ferguson und Galligan (2000) sowie Gröhn und Rajala-Schultz (2000) führten weiter aus, dass von der Fruchtbarkeitsleistung die jährliche Milchleistung einer Herde abhängt, die Anzahl der Kälber, die pro Jahr geboren werden, und damit der züchterische Fortschritt.

Lange Gützeiten bewirken eine geringere durchschnittliche Tagesmilchleistung (Ferguson und Galligan, 2000). Verlängerte Kalbeintervalle reduzieren ebenfalls die Milchleistung und die Anzahl an Kälbern pro Jahr (Tenhagen und Heuwieser, 1999).

Gilbert et al. (1998) schätzten, dass Endometritiden die nordamerikanische Rinderindustrie wahrscheinlich über eine Milliarde Dollar kosten, allein wegen zusätzlicher Gütstage und erhöhter Abgangsraten. Dijkhuizen et al. (1985) berechneten den durch Unfruchtbarkeit entstehenden Gesamtverlust auf 10% des durchschnittlichen Einkommens eines Landwirtes. Nach LeBlanc et al. (2002) gilt es abzuwägen, ob sich der Aufwand lohnt, Kühe mit einer beeinträchtigten Fruchtbarkeit zu identifizieren. Ihrer Meinung nach hängt das von der grundlegenden Fruchtbarkeitsleistung einer Herde, der Häufigkeit von Endometritiden und den Kosten sowie der Effektivität der Untersuchungen und Behandlungen ab.