

Anwendung von Hormonen bei Milchkühen

Marc Drillich^{1*}

Zusammenfassung

Die Anwendung von Hormonen spielt in der Nutztierpraxis, vor allem im Fruchtbarkeitsmanagement weiterhin eine bedeutende Rolle. In den letzten Jahren wurden neben der seit längerer Zeit bekannten Brunstinduktion und- synchronisation Programme zur Ovulationssynchronisation entwickelt und in zahlreichen Variationen erprobt. Ob sich ein Ovsynch- oder PG-Programm für den landwirtschaftlichen Betrieb wirtschaftlich lohnt, hängt von den entstandenen Kosten (Medikamente,

Besamungsaufwand), dem eingesparten Aufwand für Brunstbeobachtung und dem Effekt auf die Herdenfruchtbarkeit ab. Als Vergleichsmaßstab muss immer die Ist-Situation auf dem jeweiligen Betrieb herangezogen werden. Für Betriebe mit Problemen in der Brunsterkennung kann der Einsatz von Hormonprogrammen sehr sinnvoll sein. Um die Kosten eines Fruchtbarkeitsprogramms zu reduzieren, kann der Einsatz im Rahmen einer regelmäßigen und rechtzeitigen Sterilitätskontrolle auf so genannte Problemtiere beschränkt werden.

Einleitung

Der Einsatz von Hormonen bei Milchkühen erfolgt meist für zwei Indikationsgebiete: zur Behandlung von Erkrankungen des Uterus und der Ovarien oder im Rahmen des strategischen Fruchtbarkeitsmanagements. Die am häufigsten eingesetzten Hormone sind Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$), Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) und Progesteron beziehungsweise die Analoga dieser Substanzen.

Der folgende Beitrag soll die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der genannten Hormone im Rahmen des strategischen Fruchtbarkeitsmanagements darstellen.

Einsatz von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ im Fruchtbarkeitsmanagement

Seit vielen Jahren ist bekannt, dass durch eine künstlich herbeigeführte Luteolyse durch die Applikation von Prostaglandin $F_{2\alpha}$ und seiner Analoga, z.B. Cloprostenol, der Zyklus der Kühe unterbrochen und eine neue Brunst eingeleitet werden kann. Die Brunstinduktion kann sowohl als therapeutische Maßnahme am Ende des Puerperiums (Behandlung chronischer Endometritiden) als auch als Teil des Fruchtbarkeitsmanagements eingesetzt werden (HEUWIESER et al. 2000).

Die Behandlung von Endometritiden mit $PGF_{2\alpha}$ beruht einerseits auf seiner kontrahierenden Wirkung auf die glatte Muskulatur des Uterus und andererseits auf der Induktion einer Brunst. Mit der Brunst kommt es erneut zur Kontraktion der Gebärmutter und zur Öffnung der Zervix und somit zur Entleerung des Uterus. Zusätzlich führt die verstärkte Durchblutung der Schleimhaut gemeinsam mit einem vermehrten Influx an Leukozyten zu einer Steigerung der lokalen Abwehr (PAISLEY et al. 1987).

Während die Brunstinduktion abhängig vom Vorhandensein eines Gelbkörpers zum Zeitpunkt der $PGF_{2\alpha}$ -Applikation

ist, setzt die kontrahierende Wirkung unabhängig vom Zyklusstand ein.

Die Brunstinduktion oder Brunstsynchronisation im Rahmen des Fruchtbarkeitsmanagements hat das Ziel, durch eine Steigerung der Brunstnutzungsrate die Rast- und Günstzeit zu verkürzen. Die Gabe von $PGF_{2\alpha}$ am Ende des Puerperiums, z.B. 28 Tage post partum (pp) und erneut 14 Tage später kann auch als Kombination zur Behandlung chronischer Endometritiden und der Induktion einer Brunst zum Beginn der Besamungsperiode genutzt werden (HEUWIESER et al. 2000).

Der Zeitpunkt der Brunstinduktion ist insgesamt betriebspezifisch festzulegen und hängt von den Zielen des Landwirtes ab. Häufig wird die Brunstinduktion nicht bereits am Ende der Freiwilligen Wartezeit sondern nur bei „Problemtieren“ eingesetzt. Dies sind meist Kühe, die seit längerer Zeit nicht in Brunst erkannt worden sind.

Brunstinduktion

Der erfolgreiche Einsatz von $PGF_{2\alpha}$ zur Brunstinduktion setzt das Vorhandensein eines Gelbkörpers voraus. In der tierärztlichen Praxis beruht die Diagnose eines Corpus luteum entweder auf der manuellen Palpation der Ovarien vom Rektum her oder auf der ultrasonographischen Untersuchung der Eierstöcke. Studien zur Genauigkeit der manuellen Untersuchung haben gezeigt, dass auch bei erfahrenen Praktikern mit einem nicht zu unterschätzenden Anteil falsch-positiver Befunde zu rechnen ist, d.h. es wird fälschlicherweise ein Gelbkörper diagnostiziert, der jedoch gar nicht vorhanden ist (DAWSON 1975). Eine anschließende Behandlung mit $PGF_{2\alpha}$ führt in diesem Fall nicht zur Einleitung einer Brunst. Die Untersuchung mittels Ultraschall kann die Genauigkeit der Diagnostik verbessern, ebenso die Messung des Progesterongehalts in der Milch mittels eines Schnelltests (NEBEL et al. 1989).

¹ Klinik für Wiederkäuer, Abteilung Bestandsbetreuung, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität, Veterinärplatz 1, A.1210 Wien

* Ansprechperson: Prof. Dr. Marc Drillich, E-mail-Adresse: marc.drillich@vetmeduni.ac.at

Eine Möglichkeit, die beschriebenen Ungenauigkeiten in der Diagnostik effektiv zu umgehen, besteht in der zweimaligen Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ im Abstand von 14 Tagen (DRILLICH et al. 2000, TENHAGEN et al. 2000). Sollte das Tier bei der ersten Behandlung keinen Gelbkörper gehabt haben, aber normal zyklisch sein, dürfte zum Zeitpunkt der zweiten Gabe ein Corpus luteum vorhanden sein. Rechnerisch besteht die höchste Wahrscheinlichkeit, mit der zweiten Applikationen eine Luteolyse hervorgerufen zu haben, wenn der Abstand zwischen den beiden Behandlungen 11 Tage beträgt. Aus arbeitstechnischen Gründen hat sich jedoch ein Abstand von 14 Tagen in der Praxis etabliert. So können alle regelmäßigen Behandlungen auf den Beginn der Arbeitswoche festgelegt werden. Dies hat den Vorteil, dass auch der Schwerpunkt der Besamungstätigkeit in die Arbeitswoche fällt, nicht auf das Wochenende.

Brunstsynchronisation

Wird eine Brunst bei mehreren Tieren gleichzeitig durchgeführt, spricht man von einer Brunstsynchronisation oder von einem PG-Programm. Zur Brunstsynchronisation wird meist die zweimalige Applikation von $\text{PGF}_{2\alpha}$ ohne vorherige Kontrolle des Zyklusstandes durchgeführt. Die Synchronisation der Brunst mehrerer Tiere hat, im Vergleich zur Brunstinduktion eines einzelnen Tieres, den Vorteil, dass die Brunstsymptome, vor allem das gegenseitige Bespringen und die Duldung eines Aufsprungs, deutlicher wahrnehmbar sind. Über eine gesteigerte Brunsterkennungsrate können so auf Herdenbasis die Rast- und Günstzeiten verkürzt werden.

Grenzen der Brunstinduktion und -synchronisation mit $\text{PGF}_{2\alpha}$

Bei Tieren ohne Störungen des Sexualzyklus kommt es bei über 90% der Kühe nach der Behandlung mit $\text{PGF}_{2\alpha}$ zu einer Rückbildung des Gelbkörpers und anschließend zu einer Brunst. Der Zeitpunkt, wann die Tiere in Brunst kommen, schwankt jedoch zwischen zwei und fünf Tagen. Dies erlaubt keine Besamung ohne vorherige Brunstbeobachtung (terminierte Besamung), ohne dass es zu einem deutlichen Rückgang des Besamungserfolges kommen würde (TENHAGEN et al. 2000).

Ovulationssynchronisation

Eine Weiterentwicklung der Brunstsynchronisation stellt die Ovulationssynchronisation, kurz Ovsynch, dar. Diese Steuerung der Ovulation erlaubt es, dass alle Tiere terminiert besamt werden können. Im **Ovsynch-Programm** wird an drei festgelegten Tagen GnRH (Tag 0), $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Tag 7) und erneut GnRH (Tag 9) verabreicht. Damit wird sichergestellt, dass bei allen Tieren innerhalb von 40 Stunden nach der zweiten Behandlung mit GnRH eine Ovulation stattgefunden hat (PURSLEY et al. 1997, TENHAGEN et al. 2003). Dies erlaubt eine **terminierte Besamung** aller Tiere innerhalb von 12 bis 20 Stunden nach der zweiten Behandlung mit GnRH ohne vorherige Brunstkontrolle. Untersuchungen haben gezeigt, dass auch Tiere, die im Ovsynch keine deutlichen Brunstsymptome zeigten, einen Besamungserfolg in ähnlicher Höhe aufwiesen wie Tiere mit deutlichen Brunstanzeichen (TENHAGEN et al. 2004).

In einem Ovsynch nur Tiere mit deutlichen Brunstanzeichen zu besamen, würde die Effektivität des Programms (Steigerung der Trächtigkeitsrate) stark reduzieren!

Seit der ersten Beschreibung des Ovsynch Ende der 1990er Jahre wurden zahlreiche Untersuchungen zum Einsatz, zu Variationen und zu Einflussfaktoren auf das Programm publiziert. Gibt man in der Literaturdatenbank PubMed den Begriff „Ovsynch“ als Suchkriterium ein, erscheinen über 200 Beiträge. Dies unterstreicht das weltweite Interesse an Instrumenten zur Verbesserung der Fruchtbarkeit in Milchviehbetrieben.

In einer praktikablen Variante des Ovsynch wird durch die gleichzeitige künstliche Besamung mit der zweiten GnRH-Gabe ein Arbeitsschritt eingespart. Dieses Programm, Cosynch, sieht eine andere zeitliche Verteilung der Behandlungen vor: nach der initialen GnRH-Gabe und der Behandlung mit $\text{PGF}_{2\alpha}$ 7 Tage später, erfolgt nun die zweite GnRH-Gabe 72 Stunden nach der PGF -Applikation, gemeinsam mit einer terminierten künstlichen Besamung (STERRY et al. 2007).

Vor- und Resynchronisation

In der Praxis erfolgt der Start eines Ovsynch in der Regel ohne vorherige Kontrolle des Zyklusstandes. Man weiß allerdings, dass die Synchronisations- und Ovulationsraten der Tiere am höchsten sind, wenn das Ovsynch in der Lutealphase gestartet wird. Nur Tiere in der Lutealphase in ein Ovsynch aufzunehmen, würde bedeuten, dass entweder eine vorherige Selektion der Tiere anhand des Vorberichts (letzte Brunst) oder einer gynäkologischen Untersuchung erfolgt. Dies wiederum geht entweder mit einer gewissen Unsicherheit hinsichtlich des tatsächlichen Zyklusstandes oder einem erheblichen diagnostischen Aufwand einher und erschwert es, Gruppen von Tieren zu synchronisieren. Eine andere Möglichkeit besteht in der Vorsynchronisation der Tiere, die beispielsweise durch die zweimalige Gabe von $\text{PGF}_{2\alpha}$ im Abstand von 14 Tagen vor Beginn des Ovsynchs erfolgen kann. Bis zum Start des Ovsynch vergehen somit nochmals 12 Tage. Dieses Vorgehen resultierte in Studien von MOREIRA et al. (2001) und EL-ZARKOUNY et al. (2004) in gesteigerten Konzeptionsraten innerhalb des Ovsynch. Durch die einmalige Gabe von $\text{PGF}_{2\alpha}$ 3, 10 oder 12 Tage vor Start des Ovsynch konnten jedoch keine höheren Besamungserfolge erzielt werden (CARTMILL et al. 2001, LEBLANC und LESLIE 2003, MEYER et al. 2007). In einer jüngst erschienenen Arbeit von STEVENSON (2011) wurden verschiedene Strategien der Vorsynchronisation vor dem Start eines Cosynch verglichen: die zweimalige Gabe von $\text{PGF}_{2\alpha}$ mit unterschiedlichem Abstand zum Start des Cosynch (14, 12 oder 10 Tage) und die zusätzliche Verwendung eines Progesteron-Implantats (CIDR), das 7 oder 10 Tage vor Cosynch-Start wieder entfernt wurde. Zusammengefasst lässt sich aus dieser größeren Studie mit 117 bis 157 Kühen pro Gruppe schließen, dass keine der getesteten Programme zur Vorsynchronisation einen bedeutenden Vorteil gegenüber dem einfachen Cosynch brachte (STEVENSON 2011).

Andere Überlegungen zielen weniger auf den Zyklusstand des Tieres, um eine hohe Konzeptionsrate zu erzielen, als auf die praktische Fragestellung, wie pro Zeiteinheit die Anzahl tragender Tiere erhöht werden kann, auch wenn

einige Tiere aus einem ersten Ovsynch-Durchgang nicht tragend geworden sind. Diese Möglichkeiten werden unter dem Begriff der Re-Synchronisation zusammengefasst. Ziel ist es dabei, schon vor der Trächtigkeitsuntersuchung den Start eines neuen Ovsynch so weit vorzubereiten, dass unmittelbar im Anschluss an eine negative Trächtigkeitsuntersuchung (TU) ein neues Ovsynch beginnt, bzw. bereits begonnen hat. Eine Möglichkeit ist, die erste GnRH-Gabe des neuen Ovsynch sieben Tage vor der TU zu setzen. Mit negativer TU erfolgt bereits die Applikation von PGF_{2α} zwei Tage später die zweite GnRH-Gabe und die terminierte Besamung; somit wird die Verzögerungszeit bis zur nächsten Besamung verkürzt (CHEBEL et al. 2003, STERRY et al. 2006). Dass diese Überlegung in der Praxis nicht zwangsläufig erfolgreich sein muss, wurde von FRICKE et al. (2003) und BARTOLOME et al. (2005) gezeigt. Auch die Kombination mit Progesteron-Implantaten (PRID oder CIDR) wurde in verschiedenen Studien getestet, mit unterschiedlichem Erfolg (BARTOLOME et al. 2009, CHEBEL et al. 2006, 2010)

Eine Meta-Analyse aus 52 Arbeiten zu verschiedenen Möglichkeiten der Zyklussteuerung, inklusive Ovsynch und PG-Programmen hat gezeigt, dass die Resultate sehr unterschiedlich sind und keine allgemeingültigen Aussagen über den Nutzen der Programm erlauben (RABIEE et al. 2005).

Betriebliche Faktoren

Prinzipiell bedeuten sowohl die Vor- als auch die Re-Synchronisation einen deutlich höheren Aufwand an Zeit und Behandlungen vor einer Besamung, den hierzulande vermutlich kaum ein Landwirt bereit ist, zu investieren. Daher lohnt es, sich auch betrieblichen Faktoren zuzuwenden, die das Resultat eines Ovsynch-Programms bedingen.

In mehreren Studien wurde untersucht, durch welche weiteren Faktoren der Erfolg eines Ovsynch beeinflusst wird (TENHAGEN et al. 2003, 2004). Interessant ist, dass der Besamungserfolg für **Erstkalbinnen** deutlich höher lag als für Kühe in der zweiten oder höheren Laktation. Die Annahme, dass Kühe mit einer besonders hohen Milchleistung schlechtere Besamungserfolge in einem Ovsynch haben, konnte dagegen nicht bestätigt werden. Viel bedeutsamer war der **Zeitpunkt postpartum**, an dem das Programm gestartet wurde. Der Start des Ovsynch sollte nach diesen Ergebnissen nicht vor dem 70. Tag nach der letzten Kalbung erfolgen. Vermindert wird der Besamungserfolg vor allem bei Tieren, die sich in einer schlechten **Körperkondition** befinden oder eine **Lahmheit** aufweisen. Wie groß der Einfluss von **anderen Erkrankungen**, z.B. Endometritiden oder Eierstockszysten auf den Besamungserfolg innerhalb eines Ovsynch ist, konnte noch nicht eindeutig geklärt werden (TENHAGEN et al. 2004, TENHAGEN 2005). Als weiterer Einflussfaktor kann sich Hitzestress negativ auf den Besamungserfolg in einem Ovsynch auswirken (DE LA SOTA et al. 1998).

Weitere Einsatzmöglichkeiten des Ovsynch

Auch wenn das Ovsynch als Werkzeug im Rahmen des strategischen Fruchtbarkeitsmanagements entwickelt worden ist, haben sich noch weitere Einsatzmöglichkeiten herausgestellt.

Weiter verbreitet als das Ovsynch zur Synchronisation von Tiergruppen ist vermutlich der Einsatz bei Problemtieren, d.h. Kühen, die nicht in Brunst gesehen worden sind oder azyklischen Tieren.

Durch die Kombination der eingesetzten Hormone GnRH und PGF_{2α} eignet sich das Ovsynch auch zur Behandlung von Ovarialzysten (BARTOLOME et al. 2000, GUNDLING et al. 2009). Ein Vorteil des Ovsynch gegenüber der herkömmlichen, alleinigen Behandlung mit GnRH oder PGF_{2α} liegt darin, dass sowohl Theka- als auch Luteinzysten angesprochen werden, eine diagnostische Differenzierung entsprechend entfällt. Ein weiterer, möglicherweise ebenso bedeutender Vorteil liegt darin, dass die Tiere ebenfalls, wie im oben beschriebenen Ablauf des Ovsynch, terminiert besamt werden. Somit entfällt die Brunsterkennung vor der nächsten Besamung. In der Praxis kann ein vermeintlicher Misserfolg der Therapie durch eine mangelnde Brunsterkennung verursacht sein. Eine erfolgreiche Variation des Ovsynch wurde von GUNDLING et al. (2009) beschreiben: Tiere mit Zysten erhielten am ersten Behandlungstag sowohl PGF_{2α} als auch GnRH, 14 Tage später erneut PGF_{2α} und nach weiteren zwei Tagen GnRH. Die Besamung erfolgte 20 bis 24 Stunden nach der letzten GnRH-Applikation. Der Behandlungserfolge (Rückbildung der Zysten, Besamungserfolg) bei Tieren mit Zysten lag nach diesem Protokoll höher als bei der Anwendung des herkömmlichen Ovsynch.

Literatur

- BARTOLOME JA, MELENDEZ P, KELBERT D, SWIFT K, MCHALE J, HERNANDEZ J, SILVESTRE F, RISCO CA, ARTECHE AC, THATCHER WW, ARCHBALD LF, 2005: Strategic use of gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) to increase pregnancy rate and reduce pregnancy loss in lactating dairy cows subjected to synchronization of ovulation and timed insemination. *Theriogenology*. 63:1026-37.
- BARTOLOME JA, THATCHER WW, MELENDEZ P, RISCO CA, ARCHBALD LF, 2005: Strategies for the diagnosis and treatment of ovarian cysts in dairy cattle. *J Am Vet Med Assoc*. 227:1409-14.
- BARTOLOME JA, VAN LEEUWEN JJ, THIEME M, SA'FILHO OG, MELENDEZ P, ARCHBALD LF, THATCHER WW, 2009: Synchronization and resynchronization of inseminations in lactating dairy cows with the CIDR insert and the Ovsynch protocol. *Theriogenology*. 72:869-78.
- CARTMILL JA, EL-ZARKOUNY SZ, HENSLEY BA, LAMB GC, STEVENSON JS, 2001: Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. *J Dairy Sci*. 84:1051-9.
- CHEBEL RC, SANTOS JE, CERRI RL, RUTIGLIANO HM, BRUNO RG, 2006: Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. *J Dairy Sci*. 89:4205-19.
- CHEBEL RC, SANTOS JE, 2010: Effect of inseminating cows in estrus following a presynchronization protocol on reproductive and lactation performances. *J Dairy Sci*. 93:4632-43.
- CHEBEL RC, SANTOS JE, CERRI RL, GALVÃO KN, JUCHEM SO, THATCHER WW, 2003: Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology*. 60:1389-99.

- DAWSON FL, 1975: Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of ovarian function in the cow. *Vet Rec.* 96:218-20.
- DE LA SOTA RL, BURKE JM, RISCO CA, MOREIRA F, DELORENZO MA, THATCHER WW, 1998: Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology.* 49:761-70.
- DRILLICH M, TENHAGEN BA, HEUWIESER W, 2000: Effect of one spontaneous estrus cycle (after synchronization with PGF2alpha) on reproductive performance in dairy cows. *Theriogenology.* 54:1389-94.
- EL-ZARKOUNY SZ, CARTMILL JA, HENSLEY BA, STEVENSON JS, 2004: Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *J Dairy Sci.* 87:1024-37.
- FRICKE PM, CARAVIELLO DZ, WEIGEL KA, WELLE ML, 2003: Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *J Dairy Sci.* 86:3941-50.
- GUNDLING N, DREWS S, HOEDEMAKER M, 2009: Comparison of two different programmes of ovulation synchronization in the treatment of ovarian cysts in dairy cows. *Reprod Domest Anim.* [Epub ahead of print]
- HEUWIESER W, TENHAGEN BA, TISCHER M, LÜHR J, BLUM H, 2000: Effect of three programmes for the treatment of endometritis on the reproductive performance of a dairy herd. *Vet Rec.* 146:338-41.
- LEBLANC SJ, LESLIE KE, 2003: Short communication: presynchronization using a single injection of PGF2alpha before synchronized ovulation and first timed artificial insemination in dairy cows. *J Dairy Sci.* 86:3215-7.
- MEYER JP, RADCLIFF RP, RHOADS ML, BADER JF, MURPHY CN, LUCY MC, 2007: Timed artificial insemination of two consecutive services in dairy cows using prostaglandin F2alpha and gonadotropin-releasing hormone. *J Dairy Sci.* 90:691-8.
- MOREIRA F, ORLANDI C, RISCO CA, MATTOS R, LOPES F, THATCHER WW, 2001: Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 84:1646-59.
- NEBEL RL, ALTEMOSE DL, MUNKITTRICK TW, SPRECHER DJ, MCGILLIARD ML, 1989 Comparisons of eight commercial on-farm milk progesterone tests. *Theriogenology.* 31:753-64.
- PAISLEY LG, MICKELSEN WD, ANDERSON PB, 1986: Mechanisms and therapy for retained fetal membranes and uterine infections of cows: A review. *Theriogenology.* 25:353-81.
- PURSLEY JR, WILTBANK MC, STEVENSON JS, OTTOBRE JS, GARVERICK HA, ANDERSON LL, 1997: Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci.* 80:295-300.
- RABIEE AR, LEAN IJ, STEVENSON MA, 2005: Efficacy of Ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: a meta-analysis. *J Dairy Sci.* 88:2754-70.
- STERRY RA, JARDON PW, FRICKE PM, 2007: Effect of timing of Cosynch on fertility of lactating Holstein cows after first postpartum and Resynch timed-AI services. *Theriogenology.* 67:1211-6.
- STERRY RA, WELLE ML, FRICKE PM, 2006: Effect of interval from timed artificial insemination to initiation of resynchronization of ovulation on fertility of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 89: 2099-109.
- STEVENSON JS, 2011: Alternative programs to presynchronize estrous cycles in dairy cattle before a timed artificial insemination program. *J Dairy Sci.* 94:205-17.
- TENHAGEN BA, DRILLICH M, HEUWIESER W, 2000: Synchronization of lactating dairy cows with prostaglandin F2 alpha: insemination on observed oestrus versus timed artificial insemination. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 47:577-84.
- TENHAGEN BA, SURHOLT R, WITTKER M, VOGEL C, DRILLICH M, HEUWIESER W, 2004: Use of Ovsynch in dairy herds--differences between primiparous and multiparous cows. *Anim Reprod Sci.* 81:1-11.
- TENHAGEN BA, VOGEL C, DRILLICH M, THIELE G, HEUWIESER W, 2003: Influence of stage of lactation and milk production on conception rates after timed artificial insemination following Ovsynch. *Theriogenology.* 60:1527-37.
- TENHAGEN BA, 2005: Einflüsse auf den Erfolg der terminierten Besamung nach der Synchronisation laktierender Milchkühe mit dem Ovsynch Programm - Eine Literaturübersicht. *Dtsch Tierärztl Wochenschr.* 112:136-41.