

Vermehrtes Auftreten von nukleärer Katarakt beim Kalb nach Erstellung einer Mobilfunkbasisstation

M. Hässig¹, F. Jud², B. Spiess²

¹Departement für Nutztiere, Ambulanz und Bestandesmedizin und ²Departement Pferde, Abteilung Ophthalmologie, Universität Zürich

Zusammenfassung

Es wurde ein Milchviehbestand untersucht, in welchem nach dem Errichten einer Mobilfunkantenne in der Nähe der Stallungen bei neugeborenen Kälbern vermehrt nukleäre Katarakte auftraten. Das Risiko, dass dort geborene Kälber mit einer schweren Katarakt zur Welt kommen, war gegenüber dem schweizerischen Durchschnitt 3.5-fach erhöht. Sämtliche üblichen in der Schweiz vorkommende Ursachen wie Infektionen oder Vergiftungen konnten ausgeschlossen werden. Der eigentliche Grund für das vermehrte Auftreten der Augenveränderungen bleibt unbekannt.

Schlüsselwörter: nukleäre Katarakt, Kalb, elektromagnetische Felder, Mobilfunkbasisstation

Increased occurrence of nuclear cataract in the calf after erection of a mobile phone base station

We examined and monitored a dairy farm in which a large number of calves were born with nuclear cataracts after a mobile phone base station had been erected in the vicinity of the barn. Calves showed a 3.5 times higher risk for heavy cataract if born there compared to Swiss average. All usual causes such as infection or poisoning, common in Switzerland, could be excluded. The real cause of the increased incidence of cataracts remains unknown.

Keywords: nuclear cataract, calf, mobile phone base station, electromagnetic field.

Einleitung

Ob elektromagnetische Felder tatsächlich krank machen können, wird seit Jahrzehnten immer wieder wissenschaftlich untersucht, doch liess sich der Verdacht bisher kaum erhärten (Nguyen et al., 2008; Jud, 2008; Begall et al., 2008; Burda et al., 2009; Hässig et al. 2009a). Es gibt zwar einige Studien, in denen mögliche biologische Effekte festgestellt wurden (Wenzel et al., 2002), doch ist die Bedeutung für die Gesundheit des Tieres fraglich (für weitere Literaturübersicht siehe Jud, 2008).

Auf Vermittlung des BVET (Bundesamt für Veterinärwesen), des kantonalen Veterinäramtes und des Mobilfunkbetreibers (im folgenden Provider genannt) wurden die Autoren vom Landwirt beauftragt, die Situation in seinem Bestand und einen möglichen Einfluss der GSM (Global System for Mobile Communications)-Sendeanlage auf seinem Hof auf die Tiergesundheit abzuklären. Neben verschiedenen anderen Symptomen stellte der graue Star das Hauptproblem bei neugeborenen Kälbern dar

(Gelatt, 1971). Seit 1999 stand auf dem Dach der Scheune/Tabaktrocknerei 20 m neben dem Stall eine GSM-Sendeanlage. Da der Einfluss von elektromagnetischen Feldern (EMF) auf die Tiergesundheit nicht direkt nachgewiesen werden kann, wurde versucht, die Ursache dieses Bestandesproblems durch Ausschluss bekannter möglicher Ursachen, abzuklären.

Tiere, Material und Methoden

Tiere und Betrieb

Beim beschriebenen Fall handelt es sich um einen Milchviehbetrieb in der Nähe einer Ostschweizer Grossstadt in bester Landwirtschaftszone (Talgebiet). Der Betrieb wird von einem Landwirt nach Vorgaben der integrierten Produktion (IP-Suisse) geführt. Auf dem Betrieb werden durchschnittlich 18 Kühe in Anbindehaltung, 4 Mastriinder, 2 Mastkälber, 2 Schweine, 2 Ziegen und 6 Hühner

gehalten. Die Aufzuchttrinder werden extern aufgezogen (Aufzuchtvertrag). Die Jahresmilchleistung des gehaltenen Braunviehs beträgt durchschnittlich 7000kg (alles Stand: 4.9.2002). Fünfzig Meter neben den Landwirtschaftsgebäuden befindet sich eine vierspurige Autobahn. Zehn Meter vor dem Wohnhaus und parallel zur Autobahn zieht eine Hochspannungsleitung (110 kV) vorbei, und im Land sind zwei Erdgasleitungen verlegt. In 120 m Entfernung verläuft die einspurige Eisenbahn mit einer doppelspurigen Haltestelle in 500 m Entfernung. Die Mobilfunkanlage umfasst 3 Sendeantennen für GSM 1800 in einer Höhe von 15.4 m über Boden. Insgesamt konnten 5 Mobilfunkkanäle auf 3 Sektoren gleichzeitig bedient werden. Der Stall liegt im Bereich zwischen zwei Hauptstrahlrichtungen.

Sendeanlage

Die Betriebsbedingungen der Sendeanlage wurden anhand von Aufzeichnungen des Bundesamtes für Kommunikation (BAKOM) rekonstruiert. Die Sendeanlage war zwischen 25.6.1999 und Mitte 2006 mit zwei Unterbrüchen von ca. 3 bzw. 2 Monaten in Betrieb. Verfügbar waren die Frequenzen, die eingestellten maximalen Sendeleistungen und Senderichtungen für jede der drei Antennen. Diese Daten stammen vom Mobilfunkbetreiber und müssen dem BAKOM alle 2 Wochen übermittelt werden. Dabei wurde die Sendeleistung der einzelnen Antennen verschiedentlich angepasst. Im 2. Betriebsjahr sowie im 4. Quartal 2002 wurden ausserdem Senderichtungen im Azimut um maximal 30° geändert. Messungen der elektrischen Feldstärke wurden im Stall vor den Kühen und vor dem Stall vorgenommen. Diese erfolgten frequenzselektiv nach der vom Bundesamt für Umwelt vorgegebenen Methode (BAFU/METAS 2002). Zum Einsatz gelangte ein Spektrumanalyzer (Rohde & Schwarz, FSP, 9 kHz – 30 GHz) mit kalibrierter Messantenne und Antennenkabel. Erfasst wurden die Signalisierungskanäle (BCCH) der drei Antennen. Die Messungen wurden am 9.12.2002 von der Firma Maxwave AG, Zürich durchgeführt. Ausgehend von der während der Messung emittierten Sendeleistung wurden die Messergebnisse für alle übrigen Betriebszustände der Anlage, die in der BAKOM-Datenbank verzeichnet sind, extrapoliert. Die Messergebnisse ergaben, dass während der ganzen Betriebsperiode der Sendeanlage die elektrische Feldstärke im Stall maximal 0.17 V/m, auf dem Hofplatz vor dem Stall maximal 0.5 V/m betrug. Der Immissionsgrenzwert der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, der überall einzuhalten ist, wo sich Menschen aufhalten können, betrug vorliegend 58 V/m. An Orten mit empfindlicher Nutzung gilt im Sinne der Vorsorge ein Grenzwert von 6 V/m. Die orientierenden Messungen der niederfrequenten Felder der Stromversorgung und der Eisenbahn sowie der Kriechströme ergaben unauffällige Werte weit unter den relevanten Grenzwerten.

Weitere Messungen

Als Ergänzung wurden orientierende Messungen der von der Hochspannungsleitung und der Eisenbahnstrecke stammenden elektrischen und magnetischen Felder sowie von Kriechströmen im Stall durchgeführt. Es handelt sich um Momentaufnahmen ohne Erfassung des Betriebszustandes der elektrischen Anlagen.

Labormethoden

Die Beobachtung vermehrter Katarakte stammte anfänglich vom Landwirt. Mitte 2002 wurde das Departement für Nutztiere der Universität Zürich eingeschaltet. Der Erstautor (MH) untersuchte die Tiere im Rahmen einer klinischen Allgemeinuntersuchung auch auf Katarakte und entnahm von allen neugeborenen Kälbern Blutproben, welche auf die nachfolgenden Erreger respektive Antikörper untersucht wurden. Die Laborresultate stammen aus vom BVET akkreditierten Labors: BVD (Virologie Universität Bern oder Pathologie Universität Zürich), IBR (Virologie Universität Zürich), Brucellose, Rickettsiose, Chlamydiose (Bakteriologie Universität Bern oder Zürich), *Neospora caninum* (Parasitologie Universität Bern oder Universität Zürich) und metabolische Profile (Bestandesmedizin Universität Zürich, nicht akkreditierte Methoden). Das Untersuchungsspektrum ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Gesamthaft wurden 196 Tiere untersucht.

Klinische Untersuchungen

Ab Mai 2004 bis Juni 2009 wurden alle Kälber und ihre Mutterkühe auch ophthalmologisch untersucht. Dabei wurden nach Weitstellen der Pupillen mit 0.5% Tropic-

Tabelle 1: Bestandesuntersuchung mit erweiterter Anamnese.

Untersuchung

Sektionen von Kälbern, respektive des Kopfes
allgemeine bakteriologische Untersuchung, Brucellen, A.pyogenes
Tuberculinest
Selen, Glutathionperoxidase, Glutathionreduktase,
metabolisches Profil (blutchemische Untersuchung von 15 Parametern)
Schimmelpilze, Hefen
Mykotoxine: Zearalenon, T2, Deoxynivalenon
Leptospiren
Chlamydien, Coxiellen
Neospora caninum
BVD, BKF (OHV-2), Arboviren (Situationsanalyse)
parasitologische Untersuchung (14 Erreger)
Hämatologie inkl. Differenzialblutbild
klinische Untersuchung am Tierspital und vor Ort
Futteranalyse
Kriechströme
Elektrische und magnetische Felder im Niederfrequenzbereich
Elektromagnetische Strahlung im Hochfrequenzbereich
Quecksilber, Cadmium, Blei

84 Fallberichte

mid (Mydriaticum®, Novartis Ophthalmics) die vorderen Augenabschnitte, insbesondere die Linsen mit einer

Handspaltlampe (Kowa SL-14, Provet, Lyssach) und der Augenhintergrund mit einem direkten Ophthalmoskop

untersucht. Für die Berechnung der odds ratio (OR) wurden die Daten von Jud (2008) verwendet, welche mit gleicher Methode erhoben worden waren.

Ergebnisse

Am 4.6.2000 fiel dem Landwirt erstmals ein blindes Kalb mit nukleärem Katarakt auf. Ein Jahr später wurde festgestellt, dass verschiedene Kühe eine ganz dünne Bauchhaut aufwiesen. Dabei kam es zu Blutaustritt, welcher durch eine Naht des Hoftierarztes behoben wurde. Es kam aber auch zu Todesfällen und Not schlachtungen. Ein Kalb hatte nur ein Auge, ein anderes lag nach Husten mit blutigem Sputum und Schwellungen im Halsbereich tot im Stall. Ein weiteres Kümmererkalb zeigte starkes Zittern und wurde am 5.6.01 *in extremis* notgeschlachtet. Im Winter 2001/2002 wurden zwei Kälber mit grauem Star in die Abteilung Ophthalmologie des Tierspitals Zürich überwiesen, wo nukleäre Katarakte diagnostiziert wurden. Ab Mai 2004 wurden alle weiteren Katarakte durch den Spezialisten und Koautor (BS) diagnostiziert. Den Aufzeichnungen des Landwirts zufolge nahm die Häufigkeit der Katarakte mit einer Latenz von rund 12 Monaten nach Erstellen der Mobilfunkbasisstation (Mai 1999) zu und nach deren Demontage wieder ab (Abb. 1). Die Kühe, welche selber Katarakte aufwiesen und auf dem betroffenen Hof geboren wurden, erlebten die Aufzucht und erste Trächtigkeit auf einem anderen Betrieb. Das erstgeborene Kalb zeigte jeweils

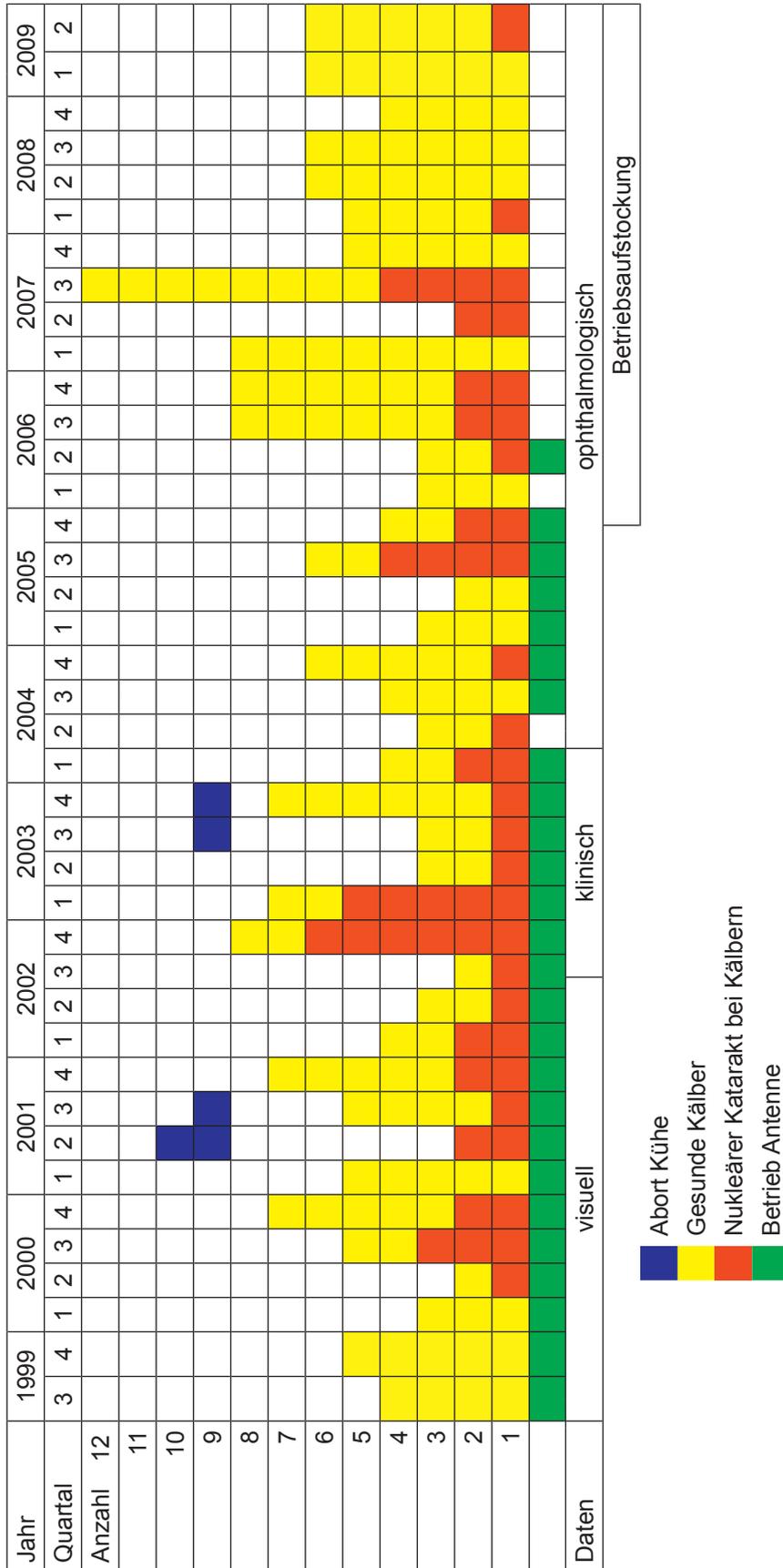


Abbildung 1: Gesundheitsdaten der Tiere während der 10-jährigen Beobachtungszeit.

keinen Katarakt, dies war erst beim zweitgeborenen Kalb der Fall.

Zwischen dem 19.5.2004 und 20.6.2009 wurden 154 Tiere (42 Kühe, 112 Kälber) ophthalmologisch untersucht. Katarakte wurden bei 3 (7,1%) Kühen und bei 20 (17,9%) Kälbern gefunden. 14 (70%) der befallenen Kälber hatten derart ausgeprägte nukleäre Katarakte, dass eine wesentliche Sehbehinderung vorlag. In den übrigen Fällen waren die Trübungen zwar eindeutig mit der Spaltlampe zu erkennen, führten aber zu keiner klinisch erkennbaren Sehbehinderung. Im Vergleich zur früheren Prävalenzstudie (Jud, 2008) konnte im Bestand für die Zeitspanne 19.5.2004 bis 20.6.2009 eine odds ratio von 3.51 ($1.36 < \text{Vertrauensintervall } 95\% < 9.46$) für schwere nukleäre Katarakte bei Kälbern errechnet werden, gegenüber dem Schweizer Durchschnitt (9 von 253 gegenüber 14 von 112). 55% der Kälber mit Katarakt stammten von Kühen, welche selber an Katarakten litten. Fünf Fälle von Katarakten traten jeweils bei beiden Zwillingssäuglingen auf. Infektiöse Ursachen gemäss Tabelle 1 konnten ausgeschlossen werden. Vererbte nukleäre Katarakte sind beim Herford-Rind beschrieben worden. Im beschriebenen Betrieb wird hauptsächlich Braunvieh gehalten, mit einigen in letzter Zeit zugekauften Simmentalkühen.

Ein persistentinfiziertes BVD-Virus-Tier wurde im Untersuchungszeitraum nie festgestellt. Bei 2 von 5 Kühen wurde eine Eosinophilie festgestellt. Die kann durch Parasiten (1 Fall) oder immunologische Reaktionen hervorgerufen sein. Die energetische Versorgung der Kühe im Bestand war nicht optimal. Die Kühe litten an subklinische Ketose (Stoffwechselstörung) als Folge energetischer Unterversorgung. Die Schwermetallwerte waren innerhalb der Norm erhöht. Der Gehalt an Schimmelpilzen im Heu befand sich an der oberen Grenze der Norm.

Diskussion

Die im und vor dem Stall vorgefundenen Immissionen von Mobilfunkstrahlung sind trotz der Nähe zur Sendeanlage verhältnismässig niedrig. Ursache dafür ist die in der Elevation eng fokussierte Abstrahlung der Antennen. Der Stall und Hofplatz lagen lediglich im Bereich der Streustrahlung der Antennen, nicht in einem Hauptstrahl. Die Abortfrequenz im Bestand lag in der Norm (Hässig et al., 1995). Die Seroprävalenz von *L. hardjō* und *Neospora caninum* waren ebenfalls in der schweizerischen Norm (Staubli et al., 2006). Alle Kühe waren 2001 BVD-Antikörper seropositiv. Dies zeigt, dass sich alle Kühe mit dem BVD-Virus auseinandergesetzt hatten. Ein Virusausscheider konnte nicht festgestellt werden, daher muss es sich um transiente Infektionen handeln. Auffallend

ist, dass zwei Zukäufe aus dem Aufzuchtbestand BVD-Antikörper seropositiv waren. Es besteht die Möglichkeit, dass sich die Rinder als transient infizierten und das Virus in den neuen Bestand brachten. Eine hohe Seroprävalenz (Vorhandensein von Antikörpern gegen das Virus) war in der Schweiz vor 2009 oft anzutreffen, da dieses Virus weit verbreitet war (Hässig et al., 1995). Der leichtgradig erhöhte Gehalt an Schimmelpilzen kann durch die feuchte Witterung, welche in den Wochen vor der Bestandesuntersuchung herrschte, erklärt werden. Die erhöhten, aber in der Norm befindlichen Schwermetallwerte sind durch die Nähe der Autobahn und der Eisenbahn zu erklären (Hässig et al., 2009b). Aus der Literatur ist bekannt, dass Missbildungen, wie sie im Bestand beobachtet wurden, durch ionisierende Strahlung verursacht werden können (Azzam und Dovrat, 2004; Brown et al., 1972). Arboviren, welche ebenfalls als mögliche Ursache in Frage kommen, wurden gemäss Informationen des Instituts für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe (IVI) des BVET bis anhin in der Schweiz nicht festgestellt. Das Hauptsymptom «schwere nukleäre Katarakt» wird in der Schweiz nur selten diagnostiziert (Jud, 2008) und die vorgefundene 3.5-fache Häufung ist derzeit nicht erklärbar (Hässig et al., 2009). Als mögliche Ursache kommt eine Vererbung in Frage (Ashton et al., 1977; Gelatt, 1984; France et al., 1987). Die meisten Kühe, von denen die missgebildeten Kälber stammen, sind zwar nicht miteinander verwandt, aber 55% der Kälber mit Katarakten hatten eine Mutter, welche ebenfalls Katarakte hatte. Für die Hypothese, dass die Mobilfunkanlage Ursache der nukleären Katarakte ist, spricht die zeitliche Korrelation ihres Auftretens mit dem Betrieb dieser Anlage unter Berücksichtigung einer Latenz von 6 bis 12 Monaten. Daraus einen kausalen Zusammenhang abzuleiten erscheint aber nicht zulässig. Elektromagnetische Felder können möglicherweise verschiedenste unspezifische Symptome hervorrufen, doch von den Symptomen auf die Ursache zu schliessen, ist hier nicht möglich. Da es keinen Test für Störungen durch EMF gibt, kann ein möglicher Zusammenhang mit gesundheitlichen Störungen zur Zeit nicht festgestellt werden. Die Beweisführung ist nur über Ausschlussdiagnosen möglich.

Dank

Die Autoren danken dem Landwirt für die Zusammenarbeit und die Bereitstellung der Betriebsdaten über all die Jahre, dem Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) für die Überlassung der Betriebsdaten der Anlage und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), Dr. Jürg Baumann, für die Unterstützung.

86 Fallberichte**Literatur**

Ashton D.S., Barnett K.C., Clay C.E., Clegg F.G.: Congenital nuclear cataracts in cattle. *Vet. Rec.* 1977, 100: 505–508.

Azzam N., Dovrat A.: Long-term lens organ culture system to determine age-related effects of UV irradiation on the eye lens. *Exp. Eye Res.* 2004, 79: 903–911.

Begall S., Cervený J., Neef J., Vojtech O., Burda H.: Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2008, 105: 13451–13455.

Brown D.G., Magrane W.G., Cross F.H., Reynolds R.A.: Clinical observations of eyes of cattle, swine, and burros surviving exposure to gamma and mixed neutron-gamma radiation. *Am. J. Vet. Res.* 1972, 33: 309–315.

Burda H., Begall S., Cervený J., Neef J., Nemeč, P.: Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2009, 106: 5708–5713.

BUWAL/METAS: Mobilfunk-Basisstationen (GSM). Messempfehlung. Vollzug Umwelt, Bern, 2002 (www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00685/index.html?lang=de)

France M.P., Barlow R.M., Barnett K.C.: Congenital nuclear cataracts in calves. *Vet. Rec.* 1987, 12: 528–530.

Gelatt K.N.: Cataracts in cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1971, 159: 195–200.

Gelatt K.N.: Animal models for inherited cataracts: a review. *Curr. Eye Res.* 1984, 3: 765–778.

Hässig M., Waldvogel A., Corboz L., Strickler L., Zaroni R., Weiss M., Regi G., Peterhans E., Zerobin K., Rüschi P.: Untersuchungen in Betrieben mit gehäuften Verwerfen beim Rind. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1995, 137: 445–453.

Hässig M., Jud F., Nägeli H., Kupper J., Spiess B.M.: Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible associa-

tion with mobile telephone antenna base stations. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 2009a, 15: 471–478

Hässig M., Braun U., Wanner M.: Gesundheitsprobleme beim Rind nach Überschwemmung. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 2009b, 151: 239–241.

Jud F.: Katarakt bei Schlachtkälbern. Dissertation Universität Zürich 2008.

Nguyen D.H., Richard L., Burchard J.F.: Exposure chamber for determining the biological effects of electric and magnetic fields on dairy cows. *Bioelectromagnetics* 2005, 26: 138–144.

Staubli D., Sager H., Haerdi C., Haessig M., Gottstein B.: Precolostral serology in calves born from Neospora-seropositive mothers. *Parasitol. Res.* 2006, 99: 398–404.

Wenzel C., Wöhr A.-C., Unshelm J.: Das Verhalten von Milchrindern unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder. *Prakt. Tierarzt* 2002, 83: 260–267.

Korrespondenz

Prof. Dr. med. vet. M. Hässig MPH FVH Nutztiere
Dipl. ECBHM & ECVPH
Departement für Nutztiere
Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin
Winterthurerstrasse 260
CH-8057 Zürich
mhaessig@vetclinics.uzh.ch

Manuskripteingang: 25. Mai 2011

Angenommen: 18. August 2011