

# Le comportement des vaches laitières sous l'influence de champs électromagnétiques

Par le Dr C. WENZEL, ANNA-CAROLINE WÖR UND J. UNSHELM  
Traduction de Marion Dupuis, avril 2002 (www.priartem.com)

Journal "Le praticien vétérinaire" (Praktischer Tierarzt) 83, Heft 3, 260-267 (2002)

Schlütersche GmbH & Co KG Verlag und Druckerei, ISSN 0032-681 X

Institut de l'hygiène animale, méthode d'élevage et protection des animaux de la Faculté Vétérinaire de l'université Ludwig-Maximilians, Munich

Le projet a été financé par le ministère bavarois d'aménagement du territoire et des questions d'environnement.

## **The effect of electromagnetic transmitters on behaviour of dairy cows**

*To establish a nation-wide mobile phone network, thousands of antennas have been erected in the German landscape. Mobile phone companies often prefer the roofs of stables for their antennas. Some farmers, however, have reported abnormalities in the behaviour of their cattle since the electromagnetic fields have been establishment. Therefore, this study was conducted to examine the behaviour of cows exposed to a high-frequency electromagnetic field. Investigations were carried out on 29 milk farms with different levels of exposure to an electromagnetic field. All cows were kept in stanchion stables during winter. From May to November, on 8 farms they were also observed on pasture. Farms were grouped according to their electromagnetic exposure levels, and data were compared. Significant differences were found in lying behaviour, daily behaviour profile on pasture and ruminating behaviour, which could be interpreted as the cows response to these fields. Findings could be interpreted as chronic stress and show a biological effect of a high frequency electromagnetic field.*

## **Introduction**

Partout on installe des antennes-relais de téléphonie mobile sur des toits et des pylônes. Des agriculteurs vivant à proximité de telles antennes constatent un comportement anormal et des troubles sanitaires sur leurs vaches, effets qu'on peut considérer comme étant une conséquence des champs électromagnétiques de HF (Löscher 1999, Wittkowski et al. 1998). Ce qui frappe particulièrement ce sont des vaches qui " par phases" tournent leur tête de côté et se tournent ainsi du côté opposé à l'antenne-relais (comportement du détournement de tête) (Löscher et Käs 1998).

Dans des aperçus de bibliographie, Algiers et Hennichs (1983) ainsi qu'Anderson et Philips (1985) sont toutefois à même de prouver des modifications dans le comportement après une exposition aux rayons à basses fréquences, mais ne peuvent pas établir un lien de cause à effet. Les études réalisées jusqu'ici sur des bovins s'intéressent aux champs électromagnétiques de basse fréquence partant de lignes de haute tension, études principalement réalisées sur site (Algiers et al. 1981, Algiers et Hennichs 1985, Algiers et Hultgren 1987, Anstutz et Miller 1980, Angell et al. 1990). Tous sont d'accord pour confirmer que des champs électromagnétiques de basses fréquences de 50/60 Hz peuvent induire des effets biologiques (Löscher 1999). Dans un champs artificiellement géopathogène (Broucek et al 1997) étudient le comportement de bovins. Le comportement de position couchée montre une

modification tant en durée qu'en séquences de sorte que selon l'avis des auteurs le bien-être des animaux est influencé. Mais au total l'appréciation du risque pour l'élevage d'animaux basée sur ces études n'est pas très net, puisqu'il n'est pas possible d'établir un lien entre les effets et les anomalies pathologiques. Afin d'étudier des suspicions plus récentes sur les corrélations entre santé, productivité et comportement de bovins et les champs électromagnétiques de HF, le ministère d'Etat Bavarois pour le Développement et les questions d'environnement a demandé une étude de 2 ans (Volmer et al. 2001, Wenzel et al. 2001, Wuschek 2001). Deux groupes de travail de médecine vétérinaire ont étudié 38 exploitations agricoles.

L'un des paramètres était le comportement de vaches laitières. Nous le présentons dans les lignes qui suivent :

## **Animaux, matériel et méthode**

### **Observations dans l'étable**

Dans 30 étables de stabulation fixe en Bavière (18) et au pays de Hesse (12) on a saisi par vidéo le comportement couché, de station debout et d'alimentation ainsi que des modes de comportement anormaux chez trois à cinq vaches stationnant côte-à-côte et ce sur deux journées consécutives. Les autres 8 exploitations du projet global étaient des étables à stabulation libre puisque dans ce cas le comportement n'était pas comparable avec celui de stabulation fixe.

Les exploitations étaient la propriété de producteurs de lait sur des sites de prairies et ont été sélectionnées à peu près à parts égales par les opérateurs des installations de téléphonie mobile, par le ministère d'Etat bavarois pour le Développement et les questions d'environnement et par les vétérinaires habituels des sites. Finalement la sélection s'est faite un peu au hasard. En moyenne les exploitations avaient 24 vaches de race tachetées rouge, tachetées et brunes. En Hesse il y avait des exploitations n'ayant que des vaches tachetées rouge et noir, en Bavière certaines n'avaient que des brunes. Les vaches tachetées se trouvaient dans les deux régions. Un tiers des étables étaient des constructions neuves des dernières trois décades, 17 sont plus anciennes et 3 sont des étables anciennes refaites à neuf. Le contrôle du climat dans les étables montrait pour toutes les exploitations les conditions typiques pour des étables tempérées. 27 des exploitations avaient des stabulations courtes ou moyennes, les autres des stabulations longues. Les dimensions des places d'animaux ne correspondaient pas aux exigences minimum dans toutes ces exploitations. Sous un angle de médecine vétérinaire, les conditions d'élevage ont été considérées, au total, comme étant de qualité plutôt modeste.

Les pellicules vidéo tournées durant 696 heures ont été analysées avec le résultat suivant : par une "palpation visuelle" des vaches on a saisi leur comportement. La méthode de saisie consistait à retenir le comportement normal dans un intervalle de temps de 10 minutes. Ainsi on a pu saisir 6 fois par heure et 144 fois par 24 heures les modes de comportement et les constituer en fréquence.

Le comportement anormal à l'étable a été saisi par une observation continue et chaque manifestation a été notée.

### Observation sur le pâturage

8 des 30 exploitations étudiées sortaient en pâturage en moyenne 17 vaches entre Avril/Mai jusqu'à Octobre/Novembre pendant la journée, en dehors des heures de traite. On y a observé les animaux pendant deux jours en fin d'été.

Pour 4 exploitations, le pâturage se trouvait à proximité immédiate de la ferme. Chez les autres il fallait traverser plus d'1 km entre l'étable et le pâturage. 6 exploitations élargissaient tous les jours le pâturage (pâturage par lots/"portions"), 2 exploitations géraient des pâturages temporaires. Pendant l'observation le lieu de pâturage n'a pas été changé. Chaque pâturage disposait d'un abreuvoir. En 4 cas les pâturages étaient structurés par des arbres et buissons situés en bordure. Aucun pâturage ne possédait un abri pour les animaux. Dans tous les cas l'entrée du pâturage, l'abreuvoir et les pierres de sel se trouvaient du côté le plus rapproché de la ferme. L'élargissement des pâturages par portions se faisait toujours dans l'espace éloigné de la ferme.

L'observation a eu lieu sur le pâturage entre 10 et 16 heures. D'une part on a saisi toutes les 15 minutes le comportement de tous les animaux avec les catégories coucher, debout, locomotion et prise d'aliments. De plus, on a retenu toutes les 30 minutes le lieu précis des vaches sur le pâturage. Selon un topo on a distingué entre les espaces proches de la ferme et ceux éloignés. Par ailleurs, on a choisi au hasard 5 animaux sur l'ensemble, marqués avant la sortie d'étable pour une distinction individuelle et on les a observés ensuite directement et continuellement.

### Statistique

L'observation par la méthode des intervalles (Scan-sampling en relation avec le instantaneous sampling) a permis la saisie de modes d'état de comportement qui perdurent un certain temps dès leur parution. Il était très probable que les modes de comportement ne changent pas au sein de chaque intervalle. La part des modes de comportement observés sur l'ensemble des observations a été indiquée comme fréquence/unité de temps ('Frequenq "). Du fait de l'observation permanente sur le pâturage on a pu, en plus, indiquer la durée de modes de comportement plus courts (coucher, ruminer) (Martin et Bateson 1993). Les valeurs particulières des variables prises sur tous les jours d'observation ont été résumées et établies pour chaque exploitation de sorte qu'on dispose d'une valeur (n) par exploitation et variable.

Les mesures des rayonnements en champs ont été réalisées et documentées, dans le cadre du projet, par un bureau d'ingénieurs (Wuschek 2001). On y a indiqué la charge de rayonnement comme facteur d'exposition total

E\* en /1000 par rapport aux valeurs limite actuellement en cours. Les exploitations ont été séparées en deux groupes selon leur exposition aux champs électromagnétiques de HF pour la première analyse statistique - exposition (E) et contrôle (K), et pour d'autres évaluations, en plus, en 4 groupes A-D (tab. 4) la plupart des exploitations du groupe D se situaient en Hesse (9), la plupart des exploitations A en Bavière (9). La somme linéaire de la téléphonie mobile (GSM), radio et TV donnait 11,6% de la valeur limite légalement autorisée dans l'étable la plus exposée. L'exposition de téléphonie mobile la plus forte a été mesurée à 5,2 ‰. La limite entre exposition et contrôle se situait à 0,337 ‰. Avec un t-test on a comparé les valeurs moyennes entre les groupes. A partir des pré-observations on aurait pu s'attendre à des effets par le champ électromagnétique auprès d'animaux d'exposition intensive ( groupe E, voire groupe A). C'est pourquoi le test " significatif " a été fait sur un côté (??).

Avant le t-test on a réalisé un teste de quotients de variance (F-test) pour examiner la similitude des variances. Dans la mesure où le f-test était significatif et qu'ainsi la similitude des variances n'était pas assurée, les données ont été corrigées et le t-test répété. Dans le cas de petits sondages au hasard on a eu recours aussi au t-Test et les résultats significatifs ont été évalués de manière exploratoire (Petrie et Watson 1999). De plus tous les paramètres ont été mis en relation avec l'exposition de téléphonie mobile relevée sur l'exploitation. Le niveau de signification a été établi à  $p \# 0,05$ . Étaient hautement significatifs des différences de  $p \# 0,01$ .

## Résultats et discussion

### Observations d'étables

#### Comportement normal

Dans tous les groupes on a pu constater un comportement typique de jour pour les vaches attachées, se composant de deux phases de coucher avec plus de 50 % d'animaux couchés entre 11 h et 15 h, ainsi qu'entre 23 h et 5 h. Le déroulement d'activité était biphasique avec des points culminants le matin et l'après-midi pendant le travail à l'étable (Sambraus 1978).

Le comportement de coucher a été analysé entre minuit et 4 h ainsi qu'entre 12 h et 16 h à l'aide de (Liegelange) dans les groupes A et D (n = 19). Sur une exploitation du groupe A l' installation vidéo a été endommagée de sorte que la saisie n'a pas pu être évaluée. On a différencié entre de courtes (-10 mn), moyennes (10-60 mn), longues (60-90 mn) et très longues (> 90 mn) phases de coucher. Il s'avéra que les vaches du groupe A à exposition intensive restaient couchées entre 0 et 4 h en moyenne moins longtemps que celles du groupe D faiblement exposées ( $p = 0,06$ ) . Krohn et Munksgaard (1993) trouvèrent la part la plus importante des animaux couchés dans la phase de longueur moyenne.

Ceci a été considéré comme la répartition typique des phases coucher chez des vaches attachées. Süß et Andreae (1984) relevèrent 69 mn comme durée moyenne d'une période coucher pour des vaches attachées avec grille. Le résultat frappant du groupe A a été fondé sur une corrélation fortement négative du nombre de phases coucher du fait de l'exposition GSM (corrélation selon Pearson:  $r = -0,428$ ; 0,05) de sorte qu'on suppose que les vaches craignaient le redressement et l'acte de se

coucher. Ou bien elles restèrent plus longtemps debout ou bien elles ne se couchaient même pas.

Le même comportement fut relevé chez des génisses lors de la comparaison avec une stabulation libre ou une stabulation attachée qu'on a attribué à une suite d'un manque de tenue (Muller et al. 1989). Puisque pendant la journée la répartition des phases de coucher ne s'est pas différenciée, on a pu exclure des influences provenant de la longueur des places et la largeur des places.

Un autre constat de comportement coucher fut que les bovins du groupe A avaient tentance à se coucher plus fréquemment sur le côté gauche ( $p = 0,07$ ). Ainsi donc le côté gauche pourrait avoir été la position la plus confortable qui a été maintenue suite à l'absence du changement de côté citée plus haut. Broucek et al. (1997) trouvèrent des différences significatives entre des groupes de bovins exposés à des zones géopathogènes d'importance différente. Le côté gauche du corps a été choisi lors d'expositions les plus importantes, le côté droit lors d'expositions plus faibles. Sambraus (1978) rapporta que les bovins se couchent en général presque autant de fois du côté gauche que du côté droit bien que le côté de coucher dépende de nombreux facteurs (degré de gestation, remplissage de la panse, genre et pente de l'espace pour le coucher).

### Comportement anormal

Le comportement consistant à tourner la tête du côté relevé dans les pré-observations (Löscher et Kä-1998,- Wittkowski- et al. 1998) a été très nettement observé dans une exploitation du groupe A sur une vache et sur une autre exploitation du groupe B sur deux vaches. Sur les deux exploitations on a observé ce comportement chaque fois avant et pendant les périodes d'alimentation et de traite, donc tôt le matin et l'après-midi. Il a été terminé soit par la fourniture de granulés ou l'ouverture de la grille d'alimentation et ne réapparut que lors de la prochaine période d'alimentation. Le comportement de mettre la tête sur le côté pouvait se manifester plusieurs fois durant cette période, interrompu seulement par un changement de la tenue debout où se manifestaient des piétinements et des mouvements de tête, ceci pendant des durées différentes, de quelques secondes à plusieurs minutes. Entre le début et la fin de ces manifestations il y avait env. 30 à 40 minutes. Il n'y avait pas d'interaction visible entre les animaux pendant que la bête tournait la tête. Tous les trois animaux tournaient tous la tête du même côté. L'une des vaches montrait ce comportement toujours en lien avec un mouvement stéréotypé précédant ressemblant à du tissage.

Le moment décrit et la manifestation du comportement n'indiquaient pas une influence directe du champ électromagnétique. On a supposé que le détournement de la tête servait à calmer une excitation et la maîtrise d'une situation insatisfaisante (stratégie coping). Durant la période d'alimentation et de traite les animaux ont été excités par diverses excitations et leur motivation est généralement accrue. On a pu observer de manière générale des signes de nervosité tels que piétinement, (Weben ?) et mouvements de tête et le plus fréquemment il y avait des interactions sociales. Visiblement la fourniture des granulés et l'ouverture de la grille d'alimentation conduisaient à la satisfaction de l'instinct puisque ce comportement ne se manifesta plus jusqu'à la prochaine période d'alimentation : Nielsen et al. (1997) ont pu observer sur des génisses en stabulation libre une plus grande fréquence de prise d'appui de la tête sur un congénère dès que l'offre d'espace par animal sur les

surfaces couverts de paille était limité. On l'a considéré comme une anomalie par rapport au comportement habituel et on supposait que les animaux ne pouvaient compenser qu'ainsi le manque d'espace. Comme la tenue de la tête est identique dans le rapport à l'animal partenaire avec la crête du nez à la verticale au corps du partenaire et le fait de tourner la tête sur le côté, on a supposé que les modes de comportement étaient identiques, mais qu'ils se différenciaient du fait de la différence de la stabulation. Des bovins attachés ne peuvent manifester ce comportement qu'en tournant la tête sur le côté. Radbo (1993) observa une accumulation de stéréotypes chez des vaches laitières à stabulation fixe, après la fin de la saison du pâturage, et lorsqu'on présenta aux animaux des aliments qu'ils ne pouvaient pas atteindre. Tant que la situation d'excitation perdura et que l'instinct ne fut pas assouvi, les animaux apprirent à maîtriser autrement la situation (Sambraus 1993).

### Observations sur le pâturage

Le schéma des catégories de comportement coucher, debout, alimentation et locomotion était différent entre le groupe d'exposition (E) et le groupe de contrôle (K). La plupart des vaches du groupe de contrôle s'alimentaient dès l'arrivée sur le pâturage, la plupart des animaux du groupe d'exposition s'alimentait l'après-midi. La part des animaux couchés atteignait vers 12 h 30 presque 80 % dans le groupe de contrôle. Aussitôt après le chiffre baissa de 20 % jusqu'à 16 h. La part des animaux couchés du groupe E s'élevait toujours à moins de 50 %. Les mêmes vaches ont été observées plus fréquemment debout ou en mouvement. Des vaches fortement exposées stationnaient la plupart du temps dans la partie proche de la ferme. 40 à 60 % des vaches contrôle se trouvaient jusqu'en début d'après-midi dans la partie éloignée de la ferme. Après la sortie sur le pâturage on pourrait s'attendre à une longue période de broutage, puis une phase de coucher, puis à nouveau une phase plus courte de broutage et puis à la fin encore une courte période de coucher ou le rapprochement vers la sortie du pâturage (Porzig 1969). Les constats pour le groupe exposé ont donné un comportement nettement différent. Puisqu'on n'a élargi le pâturage que sur le côté éloigné de la ferme et que ce n'est que là que les bêtes pouvaient trouver une belle herbe fraîche, on était surpris de constater que les vaches exposées se maintenaient plus fréquemment du côté de la ferme. Bien que leurs pâturages se trouvaient à côté de la ferme et que ceux des vaches contrôle se trouvaient sur les pâturages à l'extérieur des villages, les diverses parties du pâturage semblaient avoir la même attraction.

Les différentes heures de sortie devraient amener seulement un retard dans la manifestation de la première phase de coucher, mais ne devaient pas influencer le déroulement complet de la journée. Les températures allant de 8 à 20,5° C ne représentaient pas d'extrêmes pour les bovins qui auraient pu conduire vers des changements nets de comportement (Süss et Andreae 1984).

De l'observation permanente des 5 animaux focalisés il résulta que la fréquence de rumination ( $t = - 4,445$ : degré de liberté 6 ;  $p < : 0,01$ ) et la durée de rumination ( $t = - 3,437$  : degré de liberté 6 ;  $p \leq 0,01$ ) donne une nette différence entre les groupes E et K. La rumination représentait une procédure de digestion essentielle dont la fréquence et la durée pouvaient servir à une évaluation physiologique (Porzig et Sambraus 1991). Moins de rumination était l'expression d'un bien-être plus limité dont la cause pourrait être l'exposition à des champs

électromagnétiques. Des corrélations négatives des modes de comportement en cas d'exposition au GSM pouvait confirmer ce constat (corrélations selon Pearson: fréquence de rumination ( $r = -0,857$ ;  $p < 0,01$ ; durée de rumination:  $r = -0,654$ ;  $p < 0,05$ ). Il fallait tenir compte que le nombre des valeurs ( $n = 8$ ) était faible qu'à chaque fois qu'il y avait deux extrêmes qui déformaient la valeur  $r$  (Petrie et Watson 1999).

## Conclusions

Les résultats font conclure qu'il y a une influence indirecte du champ électromagnétique. Mais l'effet des champs électromagnétiques sur l'organisme n'est pas clair. Löscher et Käs (1998) rapportent que les conséquences de l'exposition aux rayonnements ressemblent à une charge de stress chronique. Il est possible qu'un champ électromagnétique de HF provoque une activation de l'axe d'écorce de capsule surrénale - Hypothalamus - hypophyses ainsi que de l'axe de la moelle de capsule surrénale - sympathique et d'autres systèmes endogènes. Cette hypothèse est confirmée par un autre projet partiel de la totalité de la recherche par un versement modifié de cortisol de la capsule surrénale pour des vaches très exposées (Wenzel et al. 2002). Les suppositions que les bovins cherchaient à éviter directement les rayonnements par un changement au niveau de l'utilisation des pâturages et par le fait de mettre la tête de côté n'ont pas été confirmées par cette étude Harsch 1995, Löscher et Käs 1998 ; Wittkowski et al. 1998.

Puisque le comportement est un paramètre sensible pour constater la réaction des bovins sur leur environnement (Anderson et Phillips 1985), les résultats de ce travail - modification du comportement du coucher, déroulement atypique de la journée sur le pâturage et différences au niveau du comportement de rumination - indiquent une déviation de l'organisme dans le sens d'un bien-être limité (Unshelm 1991). L'exposition intensive à des champs électromagnétiques de HF pourrait aggraver les conditions de vie des bovins qui répondent par des modifications de comportement.

On peut quasiment exclure des influences provenant du système d'élevage sur l'évaluation des données. Car une étude précédente des exploitations au niveau de l'hygiène vétérinaire (climat, système d'élevage, management) donne un tableau commun pour tous les groupes. A cet égard le choix et la répartition géographique des exploitations sont valables. Une influence de la répartition inégale des races dans les groupes d'exposition sur les résultats ne peut pas être affirmée, mais pas exclue non plus. On peut supposer que des vaches laitières de races différentes dans des conditions d'élevage similaires montrent un comportement comparable. Le deuxième groupe de travail de médecine vétérinaire du Projet a relevé sur 6 exploitations du groupe A, 5 du groupe B, 2 du groupe C et 3 du groupe D participant à l'ensemble du projet des animaux positifs en anticorps BVD (Volmer et al. 2001). On ne peut pas faire un lien entre le statut BVD et l'effet observé à partir des données relevées. Dans l'ensemble de cette étude l'influence de facteurs perturbants paraît faible. Dans d'autres études on n'a pas pu observer, à défaut d'un nombre de groupes suffisamment importants et une méthode d'observation non standardisée, d'effets sur le comportement sur le bovin dans le domaine d'un rayonnement à basse fréquence (Algers et al. 1981, Algers et Hennichs 1985, Algers et Hultgren 1987, Amstutz et Miller 1980, Angell et al. 1990).

Mais dans des conditions contrôlées, par contre, on peut prouver des corrélations (Broucek et al. 1997, Burchard et al. 1997 /1998). Anderson et Phillips (1985) donnent des indications que des effets peuvent avoir un lien avec l'intensité de l'exposition. C'est pourquoi seulement que l'accumulation de champs électromagnétiques dans l'environnement peut conduire vers les effets constatés. Ceci devrait être clarifié, dans des conditions contrôlées, par de nouvelles recherches.

Adresses des auteurs : Dr. Christoph Wenzel, Klinik für Wiederkaüer und Schweine, Abt. Wiederkauer, Frankfurter Strasse 1?, 35392 Giessen, Dr. Anna-Caroline Wöhr und Prof. Dr. Jürgen Unshelm, Institut für Tierhygiene und Verhaltenskunde und Tierschutz, Schwere-Reiter-Str 9, 80797 München

## Bibliographie

- ALGERS, B. und K. HENNICHS : Biological effects of electromagnetic fields on vertebrates. Vet. Res. Commun. 6,265-279 (1983).
- ALGERS, B. und K. HENNICHS : The effect of exposure to 400 kV transmission lines on the fertility of cows. Prev. Vet. Med. 3,351-361(1985).
- ALGERS, B. und J. HULTGREN : Effects of longterm exposure to a 400-kV, 50-Hz transmission line on estrous and fertility in cows. Prev. Vet. Med. 5,21-36(1987).
- ALGERS, B., I. EKESBO und K. HENNICHS : The effects of ultra high-voltage transmission lines on the fertility of dairy cows. Report 5, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of
- AMSTUTZ, H. E. und D. B. MILLER : A study farm animals near 765 kV transmission lines. E vine Pract. 15,51-62 (1980).
- ANDERSON, L. E. und R. D. PHILLIPS : Biologie effects of electric fields. In : GRANDOLFO, I S. M. MICHAELSON und A. RINDI (Hrsg.) : B] logical effects and dosimetry of static and ELF electromagnetic fields. Plenum press, New Yoi 345-378 (1985).
- ANGELL, R. F., M. R. SCHOTT, R. J. RALEIGH u. T. D. BRACKEN: Effects of a high-voltage direcurrent transmission line on beef cattle prodition. Bioelectromagnetics 11,273-282 (1990).
- BROUCEK, j., A. SANDOR, A. HANUS, und C. ARAVE : The effects of the artificial geopathogene zone on performance and behaviour of dairy cows. Livestock Environment V, Proc. 5th Int. Symposium, Vol. I, Bloomington/USA, 409-416 (1997).
- BURCUARD, J. R, D. H. NGUYEN und E. BLOCK : Progesterone concentrations during estrous cycle of dairy cows exposed to electric and magnetic fields. Bioelectromagnetics 19,438-443 (1998).
- O. BURCHARD, J. F., D. H. NGUYEN, L. RICHARD und E. BLOCK : Biological effects of electric and magnetic fields on productivity of dairy cows. J. Dairy Sei. 79,1549-1554 (1996).
- HARSCH, B. : Untersuchungen an Rindern, Pferden und Schweinen in Stallungen mit vermuteten Störzonen im Hinblick auf die Auswirkung einer für die Beseitigung von Störzonen einfluss von R. WIGGENHAUSER entwickelten Photonplatte. Diss. agr., Universität Hohenheim (1995).
- KROHN, C. C. und L. MUNIKSGAARD: Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments. II. Lying and Iying-down behaviour. Appl. Anim. Behav. Sei. 37,1-16 (1993).
- LÖSCHER, W. : Biologische Effekte elektromagnetischer felder ""Elektrosmog"l). Eine potentielle Gefahr für Mensch und Tier ? Tierärztl. Umschau 8,458 (1999).
- LÖSCHER, W. und G. KÄS: Auffällige Verhaltensstörungen

- bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen. Prakt. Tierarzt 79,437-444 (1998).
- MARTIN, P. und P. BATESON: Measuring Behaviour. An introductory guide. 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge/UK (1993).
- MÜLLER, C., J. LADEWIG, H. H. THIELSCHER und D. SMIDT: Behavior and heart rate of hivers housed in tether stanchions without straw. *Physiol. Behav.* 46, 751-754 (1989).
- NIELSEN, L. H., L. MOGENSEN, C. KROHN, J. HINDHEDE und J. T. SORENSEN : Resting and social behaviour of dairy heifers housed in slatted floor pens with different sized bedded lying areas. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54,307-316 (1997).
- PETRIE, A. und P. WATSON: Statistics for Veterinary and Animal Science. Blackwell Science, Oxford/UK(1999).
- PORZIG, E. : Verhalten von Rindern. In: PORZIG, E. (Hrsg.): Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin: 121-235 (1969).
- PORZIG, E, und H. H. SAMBRAUS: Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, 31-146 (1991).
- REDBO, L: Stereotypies and Cortisol secretion in heifers subjected to tethering. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38,213-225 (1993).
- SAMBRAUS, H. H.: Rind In: SAMBRAUS, H. H. (Hrsg.): Nutztierethologie. Paul Parey Verlag Berlin, 49-127(1978).
- SAMBRAUS, H. H.: Was ist über die Ursachen von Verhaltensstörungen bekannt? In : MARTIN, G. (Hrsg.): Leiden und Verhaltensstörungen bei Tieren. Birkhauser Verlag Basel, 38-49 (1993).
- SÜSS, M. und U. ANDREAE: Rind In: BOGNER, H. und A. GRAUVOGL (Hrsg.): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 149-245 (1984).
- UNSHELM, J.: Reaktionen landwirtschaftlicher Nutztiere als Indikatoren der Haltungsumwelt. *Swiss Vet* 8,9-15(1991).
- VOLMER, K., W. HECHT und A. HERZOG: Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. Teil I - Klinisch-genetische, - hämatologische, -chemische und epidemiologische Untersuchungen. In: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.): Umwelt und Entwicklung. Materialien 158. StMLU, München (2001).
- WENZEL, C., A. C. WÖHR, M. KLEMPT und J. UNSHELM: Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. Teil 2 - Verhalten und Labortests. In : BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.): Umwelt und Entwicklung. Materialien 158. StMLU, München (2001).
- WENZEL, C., A. C. WOHR, S. FISCHER-SCHONREITER, M. KLEMPT und J. UNSHELM : ACTH-Stimulationstest bei Rindern unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder. *Tierarztl. Prax.*, Ausgabe 6 (2002) (im Druck).
- WITTKOWSKI, G., N. MEIER, K. FEHLINGS und H. TENHUMBERG : Untersuchungsbericht zum Gesundheitszustand einer Rinderhaltung in Schnaitsee./ Rapport d'étude de l'état de santé d'un élevage à Schnaitsee Selbstverlag, Tiergesundheitsdienst Bayern e. V, Poing (1998) (unveröffentlicht/ non publié).
- WUSCHEK, M.: Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. Teil 3 - Feldexposition. In: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.): Umwelt und Entwicklung. Materialien 158. StMLU, München (2001).