

Auffällige Verhaltensstörungen bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen

W. Löscher und G. Käs

Prakt. Tierarzt 79: 5, 437-444(1998), Schlütersche GmbH & Co. KG, Verlag und Druckerei
ISSN 0032-681 X

Zusammenfassung: In einer Milchviehherde, die in unmittelbarer Nähe mehrerer Sendeanlagen für Fernsehen und Mobilfunk steht, werden seit ca. zwei Jahren neben einer Zunahme von Schadensfällen und einem deutlichen Rückgang der Milchleistung auch bislang nicht beschriebene Verhaltensstörungen festgestellt. Die bisher im Bestand durchgeführten Untersuchungen haben – außer den messbaren elektromagnetischen Feldern – keinen Hinweis auf eine mögliche Ursache der Störungen gegeben. Ein Umstellungsversuch in einen entfernt liegenden Stall brachte ein völliges Verschwinden der Verhaltensstörung nach ca. fünf Tagen. Nach dem Zurückverbringen traten die Symptome wieder auf. In Hinblick auf die bisher bekannten Effekte elektromagnetischer Felder ist es möglich, dass die Störungen im Bestand in Zusammenhang mit den Sendeanlagen stehen.

Schlüsselwörter: Sendeanlagen, elektromagnetische Felder, Milchleistung, Verhalten, Rind

Behavioural abnormalities in a dairy cow herd near a TV and radio transmitting antenna

Summary: In addition to reduction of milk yield and health problems, behavioural abnormalities were observed in a herd of dairy cows maintained in close proximity to a TV and radio transmitting antenna. Evaluation of possible factors which could explain the abnormalities in the live stock did not disclose any factors other than the high-frequency electromagnetic fields. An experiment in which a cow with abnormal behavior was brought to a stable 20 km away from the antenna resulted in normalisation of the cow within five days, whereas symptoms returned when the cow was brought back to the stable nearby the antenna. In view of the previously described effects of electromagnetic fields, it might be possible that the observed abnormalities in cows are related to the electromagnetic field exposure.

Key words: transmitting antennas, electromagnetic fields, milk yield, behaviour, cow

Einleitung

In den hochindustrialisierten Ländern sind Mensch und Tier heute durch die ubiquitäre Verwendung elektrischen Stroms und die zunehmende Verbreitung von Hochfrequenzsendern für mobile Kommunikation und Fernseh- und Rundfunkübertragung elektrischen und magnetischen Feldern in einem Umfang ausgesetzt, der Größenordnungen über den natürlichen Belastungen entsprechender Felder liegt und damit eine in der Evolutionsgeschichte von Mensch und Tier neue Einflußgröße darstellt (Katalyse 1994). Lange Zeit wurde die Möglichkeit eines Einflusses schwacher elektrischer und magnetischer Felder auf die Gesundheit von Mensch und Tier schlichtweg ignoriert. Die Grenzwerte orientierten sich lediglich an akuten Gesundheitsschäden, wie sie bei extrem hohen

Belastungen am Arbeitsplatz auftreten können. Die zunehmende Kenntnis über die biologischen Wirkungen auch schwacher elektrischer und magnetischer Felder und zahlreiche

Epidemiologische Studien über eine mögliche Erhöhung des Krebsrisikos durch Feldexposition haben jedoch in den letzten zehn bis 15 Jahren zu einer veränderten Diskussion des möglichen Risikopotentials derartiger Felder geführt (Adey 1993; Hendee u. Boteler 1994; Katalyse 1994; Meinert u. Michaelis 1996; Robert 1993; Savitz 1995; Shaw u. Croen 1993; Sobel et al. 1996; Wertheimer u. Leeper 1994). Da elektrische Felder im Gegensatz zu magnetischen Feldern gut abgeschirmt werden können, sind ihre gesundheitlichen Auswirkungen selten Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung. Dagegen können niederfrequente magnetische Felder praktisch jede Materie ungebremst durchdringen und hochfrequente elektromagnetische Felder und Wellen wegen ihrer guten Ausbreitungseigenschaften auch in größerem Abstand zu ihrer Quelle biologische Effekte hervorrufen, die möglicherweise mit gesundheitlichen Risiken verbunden sind (Katalyse 1994). Diese zivilisatorisch bedingten Felder, die bestimmte Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt haben können, werden gemeinhin als „Elektrosmog“ bezeichnet.

Im Vordergrund der öffentlichen Diskussion über mögliche Risiken durch Exposition in niederfrequenten magnetischen oder hochfrequenten elektromagnetischen Feldern steht die Frage nach einem möglichen Krebsrisiko, das vor allem aufgrund zahlreichen tierexperimenteller Befunde heute nicht mehr auszuschließen ist (Liburdy u. Löscher 1997; Löscher u. Mevissen 1994). Daneben gibt es aber umfangreiche Hinweise auf Interaktionen von magnetischen Feldern mit dem Hormonhaushalt, dem Biorhythmus, dem Immunsystem, dem Nervensystem, dem Verhalten und psychischen Funktionen, die zu Beeinträchtigungen der Gesundheit führen können (Katalyse 1994; Liburdy und Löscher 1997; Löscher und Liburdy 1998). Hierbei wird häufig vergessen, dass nicht nur der Mensch, sondern auch exponierte Haus- und Nutztiere solchen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Feldexpositionen, z. B. in der Nähe von Hochspannungsmasten oder Sendeanlagen ausgesetzt sein können (Marks et al. 1995). So war ähnlich zu epidemiologischen Studien an Menschen mit feldexponierten Arbeitsplätzen das Brustkrebsrisiko von Hunden in Wohnungen mit hohen Flussdichten niederfrequenter (60 Hertz) magnetischer Felder um das siebenfache gegenüber nichtexponierten Tieren erhöht (Reif et al. 1995), ein Befund der sich durch die „Melatoninhypothese“ magnetischer Feldwirkungen erklären lässt (Löscher u. Mevissen 1997). Eine Reihe früherer Untersuchungen beschäftigte sich mit Magnetfeldeffekten bei landwirtschaftlichen Nutztieren. So fanden Lee et al. (1997) bei Schafen in der Nähe eines Hochspannungsmastes eine Beeinträchtigung des Immunsystems. Untersuchungen an magnetfeldexponierten Rindern erbrachten widersprüchliche Ergebnisse, die von keiner Beeinflussung bis zu Rückgang der Milchleistung, veränderter Milchezusammensetzung und Fertilitätsproblemen reichten (Algers u. Hultgren 1985a, b, 1987; Amstutz u. Müller 1980; Angell et al. 1990; Burchard et al. 1996; Marks et al. 1995; Martin et al. 1986). Der überwiegende Teil der Untersuchungen an Rindern wurde bei Exposition mit niederfrequenten (50 oder 60 Hertz) Feldern durchgeführt, während sich nur wenige Untersuchungen mit dem Effekt hochfrequenter elektromagnetischer Felder, z. B. in der Nähe von Sendeanlagen beschäftigten. Eine kürzlich publizierte Studie fand im Blut von Rindern einer Farm in der Nähe einer Sendeanlage eine signifikante Erhöhung von Mikronuklei in Erythrozyten, ein Hinweis auf einen gentoxischen Effekt der Exposition (Balode 1996).

Im in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Fall wurde ein Veterinäramt von einem Landwirt um Hilfe gebeten, nachdem der Landwirt bereits seit einem Jahr große Probleme in seinem Milchviehbestand hatte. Das landwirtschaftliche Anwesen liegt in unmittelbarer Nähe eines Sendeturmes mit mehreren Sendeanlagen (siehe Tab. 1 und Abb.1). Die im folgendem

beschriebenen Probleme im Bestand begannen, nachdem einige Sendeanlagen für den Mobilfunkbereich zusätzlich zu den bereits vorhandenen Fernsehsendeanlagen installiert worden waren. Da auch der Landwirt selbst und seine Familie seit der gleichen Zeit erhebliche gesundheitliche Schwierigkeiten hatten und auch dort alle bislang durchgeführten medizinischen Tests keine Ursache zu Tage fördern konnten, war der Landwirt der Meinung, dass die von den Sendeanlagen produzierten hochfrequenten elektromagnetischen Felder der auslösende Faktor für das Problem auch im Nutztierbestand sein können. Das zuständige Veterinäramt führte daraufhin Beobachtungen und Untersuchungen im Bestand durch, die durch Messungen der elektromagnetischen Felder ergänzt wurden.

Tab. 1: Sendeanlagen in unmittelbarer Nähe des landwirtschaftlichen Anwesens (alle installiert im Fernsehturm der Abb.1)

Sendeanlage	Frequenz	Leistung
- Richtfunk-Strahler, 39 Stück	2,2 – 18,7 GHz	124 W (Mittelwert)
- C-Netz	461 MHz	34 W
- D-Netz	935 MHz	25 W
- B-Netz	160 MHz	20 W
- Cityruf	460 MHz	50 W
- Eurosignal	87,361 MHz	2 kW
- TV-Programm 2	510 MHz	20 kW
- TV-Programm 3	734 MHz	20 kW
- Moda	427 MHz	15 W
- com		

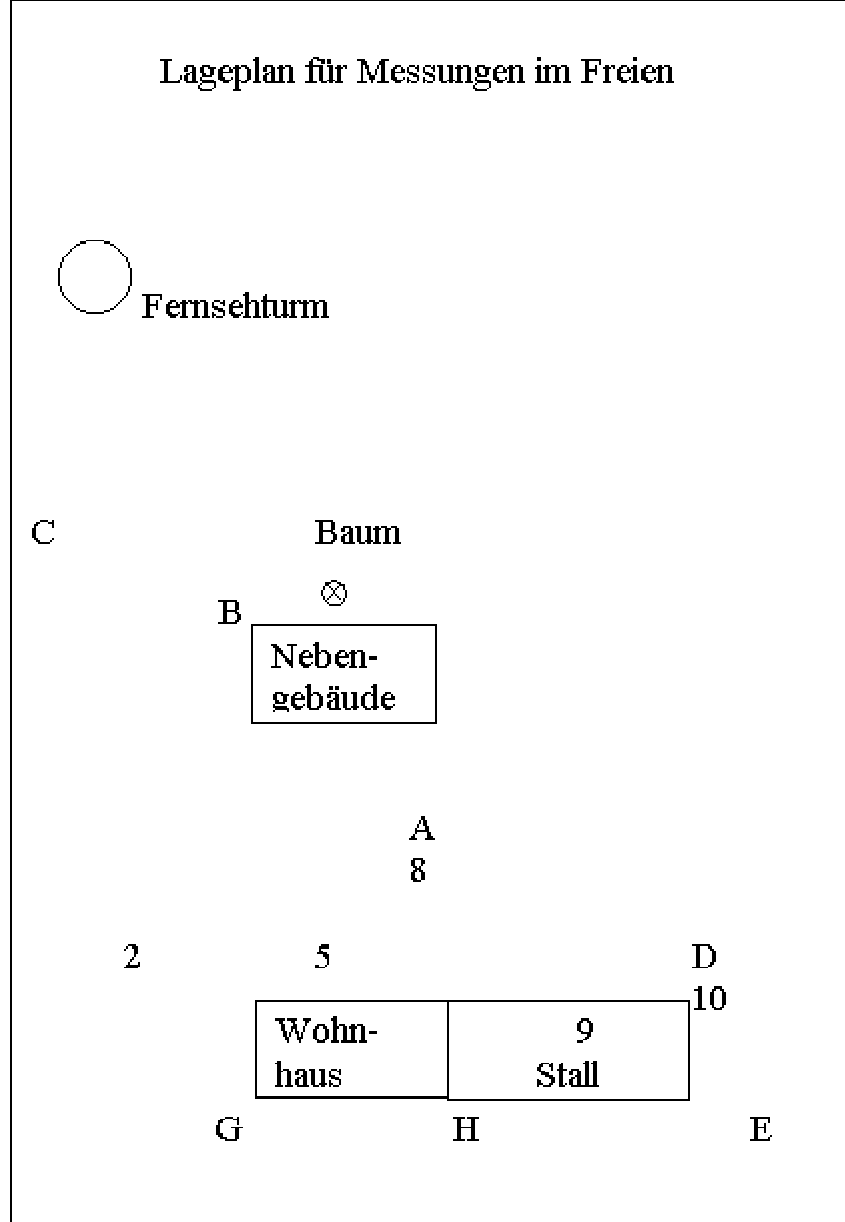


Abb. 1: Lageplan der Messungen elektromagnetischer Felder in der Umgebung der Sendeanlagen (Beispiele zu den Messungen s. Tab. 2 und

Beobachtungen im Bestand

Viele der biologischen Effekte und diskutierten gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder ähneln den Auswirkungen einer chronischen Stressbelastung (Blank 1995; Smith 1996). Neben den auch bei anderen Stressbelastungen beschriebenen Problemen wie vermehrtem Verwerfen ohne feststellbare Verwerfensursache, häufige Fruchtbarkeitsstörungen in Form einer Azyklie und Milchleistungsabfall, die auch schon bei Rinderbeständen in der Nähe von Hochspannungsmasten beschrieben worden waren (s. Übersicht in Burchard et al. 1996), traten in dem betroffenen Bestand folgende Auffälligkeiten auf:

1. Die meisten Tiere im Bestand zeigten eine Konjunktivitis mit starkem Tränenfluß (ständig nasse Wangen) und Juckreiz (einige Tiere rieben ständig ihre Augenpartien an erreichbaren Stalleinrichtungen bzw. an Nachbartieren).

2. Mehrere Tiere drückten mit dem Kopf gegen den Brustbereich der Nachbartiere, wobei alle den Kopf in die gleiche Richtung (weg von der Sendeanlage) hielten (Abb. 2).
3. Ein Tier zeigte ganz auffälliges Hin- und Hertrippeln mit ständigen Kopfbewegungen (Weben). Ruhephasen wechselten mit dem beschriebenen Verhalten, das oft über 30 Minuten anhielt.
4. Kalbinnen und trockenstehende Kühe, die der Landwirt auf einer Wiese neben dem Anwesen weiden lässt, gingen immer nur für einige Minuten zum Fressen auf die Wiese, um dann wieder in oder vor einem Stallgebäude „Deckung“ gegenüber dem Sendeturm zu suchen.
5. Kühe, meist nach der dritten oder vierten Abkalbung, verfielen zusehends. Beim Aufstehen zitterten die Tiere stark an den Hinterbeinen und kamen immer schlecht hoch. Der Verfall schritt innerhalb weniger Wochen fort bis zum Exitus.

Durchgeführte Untersuchungen

1. Futteranalyse und –berechnung

Um auszuschließen, dass über einen Fütterungsfehler bei den Tieren Stoffwechselerkrankungen hervorgerufen wurden, die dann wieder als Ursache anderer Störungen in Frage kommen, wurde eine Futteranalyse und –berechnung am zuständigen Amt für Landwirtschaft veranlasst. Die Untersuchung und Berechnung ergab, dass die Qualität der Futtermittel hochwertig war, und dass die vom Landwirt eingesetzte Menge der Futtermittel der Leistung der Tiere entsprach.

2. Sektion eines verendeten Tieres

Die Sektion einer vier Jahre alten, im Stall verendeten Kuh, die zuvor einen oben beschriebenen Krankheitsverlauf zeigte, erbrachte folgendes Ergebnis: Tod durch akutes Herz-Kreislaufversagen mit Blutungen an mehreren Organen. Keine Hinweise auf die Ursache, insbesondere keine akut oder chronisch entzündlichen Organveränderungen. Die Sektion wurde dankenswerterweise von Herrn Dr. Geisel, Institut für Tierpathologie der Universität München durchgeführt.

3. Untersuchung von Verwerfensmaterial

Die Untersuchung von Verwerfensmaterial am Landesuntersuchungsamt für das Gesundheitswesen Südbayern erbrachte weder in der mikroskopischen bzw. kulturellen noch in der serologischen Untersuchung einen Hinweis auf Verwerfenserreger.

4. Umstallungsversuch

Um weitere Hinweise auf die Ursachen der Verhaltensänderungen zu bekommen, wurde das oben unter 3 beschriebene besonders verhaltensauffällige Tier zusammen mit einer weiteren Kuh aus dem Bestand in einen ca. 20 km entfernten Bestand mit gleicher Aufstallungsform verbracht. Nach fünf Tagen im neuen Stall waren die Verhaltensauffälligkeiten bei der betreffenden Kuh vollständig abgeklungen. Die Tiere wurden nach ca. zwei Wochen wieder in den Heimatstall zurückverbracht. Bereits nach wenigen Tagen waren bei dem betroffenen Tier die beschriebenen Verhaltensauffälligkeiten wieder erkennbar.

5. Messung der elektromagnetischen Felder

Sowohl vom Bundesamt für Post und Telekommunikation als auch von der Abteilung für Elektronik und Radar der Universität der Bundeswehr München wurden Messungen der elektromagnetischen Felder vor und im landwirtschaftlichen Anwesen durchgeführt. Die wichtigsten Messergebnisse sind in Tabelle 2 und 3 dargestellt. Die Messwerte liegen deutlich unterhalb der in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder; 26. BimSchV) vom 16. Dezember 1996 festgelegten Grenzwerte.

Diskussion

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Gesundheitsstörungen und Verhaltensauffälligkeiten sowie die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen weisen auf die elektromagnetische Belastung als Ursache für die Vorkommnisse in dem betreffenden Nutztierbestand hin. Die Hauptproblematik bei der Beurteilung ist der ständige Wandel in den Gegebenheiten, da der Landwirt gezwungen ist, den Betrieb weiterzuführen und die Verluste möglichst gering zu halten. So versucht er inzwischen Tiere, die erste Anzeichen wie schlechten Allgemeinzustand nach der Abkalbung zeigen, frühzeitig einer Schlachtung zuzuführen bzw. sie auf eine Ausweichweide in ca. zehn km Entfernung zu bringen. Durch Umstellung und Austausch von Tieren entsteht immer wieder eine neue Situation, da jedes Tier individuell auf die Belastung reagiert. Nur ein wissenschaftlich angelegter Versuch mit festgelegten Parametern könnte hier noch eindeutigere Hinweise geben. Ein derartiger Versuch im betroffenen Bestand zur weiteren Gesundheitsstörungen ist geplant. Am besten ließe sich hierbei ein Kausalzusammenhang durch zeitweises Abstellen der Mobilfunksendeanlagen prüfen.

Tab.2: Messungen der elektromagnetischen Feldbelastungen im Dachgeschoß des Wohnhauses

Dachfenster	Frequenz (MHz)	Signal	Pegel (dBm)	Leistungsdichte (mW/m ²)
geschlossen	512,2	TV-2	-12,8	0,44
geschlossen	464,2	C-Netz	-43	0,3 x 10 ³
geschlossen	936,2	D-Netz	-46,8	0,51 x 10 ³
geschlossen	735,7	TV-3	-15,8	0,4
offen	511,4	TV-2	-13,2	0,35
offen	735,7	TV-3	-7,6	2,6

Tab. 3: Messungen der elektromagnetischen Feldbelastungen an verschiedenen Standorten in der Umgebung von bzw. im Stall- und Wohnbereich (zur Lokalisation der Messungen

s. Abb. 1). Gemessen wurde vorwiegend bei einer Frequenz (512 MHz), da alle anderen Signale in der Relation zu den Messwerten im Haus (s. Tab. 2) angesetzt werden können, wenn man davon ausgeht, dass die Dämpfungswerte durch die Gebäudewand in dem relativ engen Frequenzbereich nur wenig unterschiedlich sein werden (s. Abb. 1).

Messung	Lokalisation	Frequenz (MHz)	Pegel (dBm)	Leistungsdichte (mW/m ²)
Im Stall	Eingang (10)	512	-9,6	0,8
Im Stall	Mitte	512	-24	0,03
Im Stall	Hinten	512	-26	0,02
Umgebung	A	512	-10,6	0,6
Umgebung	B	512	0	7
Umgebung	C	512	-3,2	3,5
Umgebung	F	512	-10,8	0,6
Vor dem Stall	D	512	-3,8	3,6
Neben dem Stall	E	512	-22,4	0,04
Neben dem Haus	G	512	-2	4,6
Hinter dem Stall	H	512	-13,4	0,3
Im Haus		735,7	-15,8	0,4
Vor dem Haus	5	88,8	-4,8	0,06

Sollte die geplante Untersuchung den hier geschilderten Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und gesundheitlichen Beeinträchtigungen bzw. Verhaltensauffälligkeiten bestätigen, wäre dies ein weiterer Hinweis, dass die in der 26. BimSchV festgelegten Grenzwerte zu hoch sind und der Korrektur bedürfen (s. Karus u. Nießen 1996). Im vorliegenden Fall ist zu beachten, dass zwar die Messwerte für die verschiedenen elektromagnetischen Felder unterhalb der in der 26. BimSchV festgelegten Grenzwerte lagen, durch die Vielzahl der vorhandenen Felder unterschiedlicher Frequenz jedoch Interaktionen zwischen den Feldern bei Exposition von Tier und Mensch nicht ausgeschlossen werden können. Synergistische Interaktionen zwischen elektromagnetischen Feldern unterschiedlicher Frequenz sind bereits auf zellulärer Ebene beschrieben worden (Löscher u. Liburdy 1998) und sollten bei einer zukünftigen Grenzwertdiskussion nicht vernachlässigt werden.

Nach Bekanntwerden des beschriebenen Falles durch Medien und landwirtschaftliche Zeitschriften haben sich bereits andere Landwirte mit ähnlichen Fällen gemeldet. Mit der vorliegenden Fallbeschreibung soll vor allem die Tierärzteschaft auf die prinzipielle Möglichkeit von elektromagnetische Feldbelastung bei Tieren aufmerksam gemacht werden.

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Klee (Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München) für die kritische Durchsicht des Manuskripts dieser Arbeit.

Literatur

1. ADEY, W. R.: Biological effects of electromagnetic fields. J. Cell. Biochem. 51, 410 – 416 (1993).
2. ALGERS, B. und K. HENNICH: The effects of exposure to 400 kV transmission lines on the fertility of cows. A retrospective cohort study. Prev. Vet. Med. 3, 352-361 (1986a).
3. ALGERS, B. und J. HULTGREN: Cows under 400 kV power lines: effects on ovulation and fertility. Svensk Veterinartidning 38, 229-235 (1986 b).
4. ALGERS, B. und J. HULTGREN; Effects of long-term exposure to 400-kV, 50 Hz transmission line on estrous and fertility in cows. Prev. Vet. Med. 5, 21-27 (1987).
5. AMSTUTZ, H. E. und D. B. MILLER: A study of cattle near 765 kv transmission line. XI. International Congress on diseases of cattle. Reports and Summaries, vol. I: 609-621 (1980).
6. ANGELL, R. F., M. R. SCHOTT, R. J. RALEIGH und T. D. BRACKEN: Effects of a high-voltage direct-current transmission line on beef cattle production. Bioelectromagnetics 11, 273-282 (1990).
7. BALODE, S.: Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in bovine peripheral erythrocytes. Sci. Total Environm. 180, 81-85 (1996).
8. BLANK, M. : Biological effects of environmental elektromagnetic fields : Molecular mechanisms. Biosystems 35, 175-178 (1995).
9. 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 Sci. 79, 1549-1554 (1996).
10. HENDEE, W. R. und J. C. BOTELER: The question of health effects from exposure to electromagnetic fields. Health physics 66, 127-136 (1994).
11. KARUS, M. und P. NIESSEN: Niederlage für Umwelt- und Verbraucherschutz: Elektromogverordnung verabschiedet. Strahlentelex mit Elektromog-Report 10, 8-12 (1996).

12. KATALYSE E. V.: Elektromog-Gesundheitsrisiken, Grenzwerte, Verbraucherschutz, Heidelberg, Verlag C. F. Müller (1994).
13. LEE, J. M., F. STORMSHAK, J. THOMPSON, D. L. HESS und S. HEFENEIDER: Studies on melatonin, cortisol, progesterone, and interleukin-1 in sheep exposed to EMF from a 500-kV transmission line. In: R. G. STEVENS, B. W. WILSON und L. E. ANDERSON (eds.): The melatonin hypothesis – Breast cancer and use of electric power. Columbus, Battelle Press, 391-427 (1997).
14. LIBURDY, R. P. und W. LÖSCHER: Laboratory studies on extremely low frequency (50/60-Hz) magnetic fields and carcinogenesis. In: R. G. STEVENS, B. W. WILSON und L. E. ANDERSON (eds.): The melatonin hypothesis – Breast cancer and use of electric power. Columbus, Battelle Press, 585-667 (1997).
15. LÖSCHER, W. und R. P. LIBURDY: Animal and cellular studies on carcinogenic effects of low frequency (50/60-Hz) magnetic fields. *Mutation Res.* In press (1998).
16. LÖSCHER, W. und M. MEVISSSEN: Animal studies on the role of 50/60-Hertz magnetic fields in carcinogenesis. *Life Sci.* 54, 1531-1543 (1994).
17. LÖSCHER, W. und M. MEVISSSEN: Magnetic fields and breast cancer : Experimental studies on the melatonin hypothesis. In; R. G. STEVENS; B. W. WILSON und L.E. ANDERSON (eds.): The melatonin hypotesis – Breast cancer and use of electric power. Columbus, Battelle Press, 555-584 (1997).
18. MARKS, T. A., C. C. RATKE und W. O. ENGLISH: Stray voltage and developmental , rekproductive and other toxicology problems in dogs, cats and cows: a discussion. *Vet. Hum. Toxicol.* 37, 163-172 (1995).
19. MARTIN, F. B., A. BENDER, G. STEUERNAGEL, R. A. ROBINSON, R. REVSBECH, D. K. SORENSEN, N. WILLIAMSON und A. WILLIAMS: Epidemiological study of Holstein dairy cow performance and reproduction near a high-voltage direct-current powerline. *J. Toxicol. Environment. Health* 19, 303-312 (1986).
20. MEINERT, R. und J. MICHAELIS: Meta analyses of studies on the association between electromagnetic fields and childhood cancer. *Radiat. Environ. Biophys.* 35, 11-18 (1996).
21. REIF, J. S., LOWER und G. K. OGILVIE: Residential exposure to magnetic fields and risk of canine lymphoma. *Am J. Epidemiol.* 141, 352-359 (1995).
22. ROBERT, E.: Birth defects and high voltage power lines – An exploratory study based on registered data. *Reprod. Tox.* 7, 283-287 (1993).
23. SAVITZ, D. A.: Overview of occupational exposure to electric and magnetic fields and cancer: Advancements in exposure assessment. *Emviron. Health Perspect.* 103, 69-74 (1995).
24. SHAW, G. M. und L. A. CROEN: Human Adverse Reproductive Outcomes and Electromagnetic Field Exposures – Review of Epidemiologic Studies. *Environ. Health Perspect.* 101, 107-119 (1993).

25. SMITH, O.: Cells, stress and EMFs. *Nature Med.* 2, 23-24 (1996).

26. SOBEL, E., M. DUNN, Z. DAVANIPOUR, Z. QIAN und H. C. CHUI : Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure. *Neurology* 47, 1477-1481 (1996).

WERTHEIMER, N. und E. LEEPER: Are electric or magnetic fields affecting mortality from breast cancer in women? *J. Nat. Cancer Inst.* 86, 1797 (1994).