

DIE AUSWIRKUNGEN ELEKTROMAGNETISCHER FELDER AUF TIERE

EIN FORSCHUNGSBERICHT

Dr. rer. nat. Ulrich Warnke

Internetpublikation der Kompetenzinitiative e. V.
August 2009

VORWORT DER HERAUSGEBER

Der hier vorgelegte Forschungsbericht zur Schädigung der Tiere wurde ursprünglich für die Positionsbestimmung des BUND *Für zukunftsfähige Funktechnologien. Begründungen und Forderungen zur Begrenzung der Gefahren und Risiken durch hochfrequente elektromagnetische Felder* (2008) geschrieben. Die Ergebnisse der ausgedehnten wissenschaftlichen Recherchen konnten darin naturgemäß nur stark verkürzt aufgenommen werden. Dass wir den Forschungsbericht nun auch in einer umfänglicheren Gestalt zugänglich machen, versteht sich aber auch als Antwort auf ein verharmlosendes Papier des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 15. 10. 2008: *Stellungnahme zur Frage möglicher Wirkungen hochfrequenter und niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf Tiere und Pflanzen*.

Die Behörde betont: „Für das Bundesamt für Strahlenschutz sind neben möglichen gesundheitlichen Risiken für den Menschen auch die Wirkungen auf die Umwelt von Bedeutung“. Deren Ausparung aus dem Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm wird damit begründet, dass dieses Programm primär auf die „möglichen Wirkungen auf den Menschen ausgerichtet war“. Dass es auch andere Motive solcher Ausparungen gegeben haben könnte, zeigt die Ausblendung auch der Risiken für Kinder und den Fall von Langzeitwirkungen.

Für den Bereich der Tiere und Pflanzen fühlte sich das BfS immerhin zu einer ergänzenden Risikoabschätzung bewogen. Sie sichtet vorliegende Beobachtungen und Forschungen und kommt zu dem beruhigenden Ergebnis: „Nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand gibt es keine wissenschaftlich belastbaren Hinweise auf eine Gefährdung von Tieren und Pflanzen durch elektromagnetische Felder unterhalb der Grenzwerte.“ Dass eine realistische Bewertung vorliegender Forschungen zu einem anderen Ergebnis gelangt, hat Dr. rer. nat. Ulrich Warnke für den Bereich der Tiere bereits in seiner Schrift *Bienen, Vögel und Menschen. Die Zerstörung der Natur durch ‚Elektrosmog‘* gezeigt (Dezember 2007, Heft 1 unserer Schriftenreihe *Wirkungen des Mobil- und Kommunikationsfunks*; vgl. www.broschuerenreihe.net). Wir ergänzen die Ergebnisse dieser Schrift nun auch um Warnkes neuerlichen Forschungsbericht. Wir stellen in diesem Zusammenhang aber auch fest, dass sich das Bundesamt für Strahlenschutz mit solchen oberflächlichen und tendenziösen Berichten immer erneut als Institution zu erkennen gibt, die den Schutz industrieller Interessen über den Schutz von Gesundheit und Umwelt stellt – was seinem Auftrag widerspricht.

Als Herausgeber der Internet-Publikationen der Kompetenzinitiative e. V.:
Prof. Dr. K. Richter, U. Dinger, Prof. Dr. med. K. Hecht,
Dr. med. M. Kern, Prof. Dr. med. G. Zimmer

Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Tiere

Die natürlich vorkommenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder, die an der Erdoberfläche, im Meer und in der nahen Atmosphäre vorherrschen, zählen zu den wichtigsten Bedingungen der Evolution und Organisation des Lebens. Das macht verständlich, warum Eingriffe in diesen ‚unsichtbaren‘ ökologischen Haushalt der Erde auch schwere Störungen und Schädigungen der Fauna nach sich ziehen.

Orientierung und Navigation werden gestört

Um sich die Energien und Informationen natürlicher Felder zunutze zu machen, verfügen Tiere über einen magnetischen Sinn. Er wurde an Lebewesen aller Organisationsstufen beobachtet. Meist orientieren sich die Tiere, indem sie die Informationen des Magnetfelds mit Richtungshinweisen anderer Genese verbinden (z.B. Schwerkraft, Sonnen-Licht, Ultraviolett-Licht, Licht-Polarisation). Diese Mehrfachinformation dient der Auslösung und Kalibrierung (Eichung) der natürlichen Kompasssysteme der Tiere. Z. T. sind ihre Sensibilitäten für magnetische Feldstärkenunterschiede extrem hoch – z. B. bei Thunfischen, Bienen und dem Hausspatz. Es wundert also nicht, dass abnorme Stromverteilungen (z. B. durch Hochspannungsleitungen) und technischer Kommunikationsfunk (Radio, Fernsehen, Mobilfunk, Satelliten u. a. m.) die Energien und Informationen der Natur, auf die Tiere angewiesen sind, massiv stören können.¹

Die Überlagerung der natürlichen durch künstliche Magnetfelder verfälscht die Kalibrierung und setzt falsche Richtungsimpulse (Missweisungen). Für Bienen und Brieftauben ist die daraus folgende Störung des Heimkehrvermögens schon länger bekannt. Inzwischen wurde sie auch an einer ganzen Reihe anderer Tierarten gezeigt - so an Nachtigalldrosseln, Fledermäusen, Meeresschildkröten und Ameisen.²

Doch auch die Mechanismen der Desorientierung sind inzwischen genauer bekannt. Magnetit-Kristalle, unter anderem im Schnabel ziehender Vögel, zeigen den Tieren die Intensität des Magnetfeldes an. Auf der Grundlage dieser Information wissen sie in jedem Augenblick ihres Fluges, wo innerhalb ihrer biologisch gespeicherten Erd-Magnetfeld-Karte sie sich ge-

¹ Warnke, U.: Bienen, Vögel und Menschen. Die Zerstörung der Natur durch ‚Elektrosmog‘. Dezember 2007. Wirkungen des Mobil- und Kommunikationsfunks. Schriftenreihe der Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie. Hrsg. Hecht K., Kern M., Richter K., Scheiner H.C., Heft 1.

² Holland RA, Kirschvink JL, Doak TG, Wikelski M.: Bats Use Magnetite to Detect the Earth's Magnetic Field. PLoS ONE. 2008 Feb 27;3(2):e1676.

Holland RA, Thorup K, Vonhof MJ, Cochran WW, Wikelski M.: Navigation: bat orientation using Earth's magnetic field. Nature. 2006 Dec 7;444(7120):702.

Wang Y, Pan Y, Parsons S, Walker M, Zhang S.: Bats respond to polarity of a magnetic field. Proc Biol Sci. 2007 Nov 22;274(1627):2901-5.

Irwin WP, Lohmann KJ.: Disruption of magnetic orientation in hatchling loggerhead sea turtles by pulsed magnetic fields. J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol 2005 Mar 12.

Camlitepe Y, Aksoy V, Uren N, Yilmaz A, Becenen I.: An experimental analysis on the magnetic field sensitivity of the black-meadow ant *Formica pratensis* Retzius (Hymenoptera: Formicidae). Acta Biol Hung. 2005;56(3-4):215-24.

rade befinden.³ Auch die getrennt davon ablaufenden biochemischen Prozesse, die das ‚Magnetfeld-Sehen‘ der Vögel mit Hilfe Freier Radikalpaare bedingen, sind heute entschlüsselt.⁴

Auch die Störung der bekannten V-Formation des Vogelflugs durch technisch bedingte elektromagnetische Felder ist inzwischen gut dokumentiert. Mit künstlich vorgegebenen magnetischen Impulsen lässt sich die Zugrichtung von ziehenden Vögeln nicht nur verändern, sondern sogar umkehren. Zwar zeigt eine neuere Arbeit, dass sich Vögel in einem begrenzten Ausmaß an veränderte Feldstärken auch anpassen können.⁵ Doch setzt dies voraus, dass die Stärke des neuen Magnetfelds für längere Zeit konstant bleibt. Das aber ist bei technischen Magnetfeldern und ihren fast zur Regel gewordenen Gemengelagen sehr selten der Fall.

Tierarten verschwinden

Wie weit die technisch verbreiteten magnetischen und elektromagnetischen Felder zum Verschwinden von Tierarten beitragen, ist in vielem noch nicht zweifelsfrei erforscht. Dem Biowissenschaftler fällt jedoch auf, dass zunehmend gerade Tierarten verschwinden, die sich besonders deutlich am natürlichen Magnetfeld orientieren und dadurch für Störungen durch technische Felder sehr anfällig sind.

Ein besonders wichtiges Beispiel bilden die Bienen (Zuchtienen und Wildienen). Seit einigen Jahren wird aus mehreren Ländern das Verschwinden ganzer Bienenvölker berichtet; man spricht vom „Colony Collapse Disorder“ (CCD). Noch folgenreicher als die Gefährdung der Honigproduktion ist daran die Tatsache, dass Bienen ca. 85 % aller Blüten bestäuben und dadurch für die Ernährung der Weltbevölkerung unentbehrlich sind. Versuche, sie durch Bestäubungsmaschinen zu ersetzen, sind ohne Erfolg geblieben.

Schon in den 70er Jahren konnte festgestellt werden, dass Bienen unter dem Einfluss niederfrequenter Felder (10 bis 20 KHz) Stressreaktionen und ein stark reduziertes Rückfindevermögen zeigen.^{6 7 8} Ulrich Warnke hat den Stand der Erkenntnis 1989 zusam-

³ Wiltschko W, Wiltschko R.: Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol*. 2005 Aug; 191(8): 675-693.

⁴ Ritz T., Thalau P, Phillips JB., Wiltschko R, Wiltschko W.: Resonance effects indicate radical pair mechanism for avian magnetic compass. *Nature*. 2004; 13 May: 429.

Wiltschko W, Stapput K, Thalau P, Wiltschko R.: Avian magnetic compass: fast adjustment to intensities outside the normal functional window. *Naturwissenschaften*. 2006 Jun;93(6):300-4.

⁵ Ritz T., Thalau P, Phillips JB., Wiltschko R, Wiltschko W.: Resonance effects indicate radical pair mechanism for avian magnetic compass. *Nature*. 2004; 13 May: 429.

Wiltschko W, Munro U, Ford H, Wiltschko R.: Bird navigation: what type of information does the magnetite-based receptor provide? *Proc Biol Sci*. 2006 Nov 22; 273(1603): 2815-2820.

⁶ Warnke, U.: Physikalisch-physiologische Grundlagen zur luftelektrisch bedingten „Wetterfähigkeit“ der Honigbiene (*Apis mellifica*). Diss. Saarbrücken 1973.

⁷ Warnke U.: Die Wirkung von Hochspannungswechselfeldern auf das Verhalten von Bienensozietäten; *Mitteilungen der dt. Entomologischen Ges.* 1976b; 35: 105-107.

⁸ Altmann G., Warnke, U.: Der Stoffwechsel von Bienen (*Apis mellifica* L.) im 50 Hz-Hochspannungsfeld; *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 80 (3), 267-71 (1976).

mengefasst.⁹ 2005 wurde in einer Pilotstudie zur Wirkung elektromagnetischer Strahlung auf Bienen neben diesem Rückfindeverhalten auch die Gewichts- und Flächenentwicklung der Waben untersucht.¹⁰

In seiner Schrift *Bienen, Vögel und Menschen* (2007) zeigt Ulrich Warnke, auf wie breiter Grundlage die vorliegende internationale Forschung Störungen und Schädigungen dokumentiert. Besondere Aufmerksamkeit widmet Warnke den nachprüfbaren Wirkungsmechanismen der Desorientierung und Schädigung.¹¹

Versuche deuten darauf hin, dass als Magnetorezeptor eine Ansammlung von Biomagnetit-Teilchen (Fe_3O_4) dient. Mit ihrer Hilfe wird eine Magnetfeld-Karte erstellt, die die Biene während ihres Fluges für ihre Orientierung, vor allem auch für ihr Zurückfinden braucht. Heimfindvermögen und Wabenbau werden empfindlich gestört, wenn vom Menschen erzeugte elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder das Magnetfeld der Erde überlagern.

Neben der physiologischen Ausstattung der Bienen und den technischen Irreführungen ihrer Magnetorezeptoren erläutert Warnke als weitere verhängnisvolle Folge die Störungen des Redox-Systems, das bei Tieren wie beim Menschen die Immunabwehr stabilisiert. Auch die immer wieder diskutierten rasant zunehmenden Schädigungen durch die Varroamilbe und andere Parasiten erscheinen im Licht dieser Erkenntnisse nur als logische Folge einer Vorschädigung des Immunsystems durch künstliche elektromagnetische Felder.

Auch andere Insekten, die sich an feinen Magnetfeldschwankungen orientieren, z. B. Schmetterlinge und Käfer, zeigen sich von analogen Störmechanismen besonders betroffen. Schließlich lässt sich auch das beobachtete Verschwinden verschiedener Vogelarten darauf zurückführen. Aus England wird berichtet und mit Langzeitmessungen belegt, dass der Vogelreichtum englischer Gärten in den letzten vier Jahren drastisch abgenommen hat. Eine in Valladolid (Spanien) von Oktober 2002 bis Mai 2006 durchgeführte Untersuchung hat mit hoher statistischer Signifikanz gezeigt, dass die Anzahl der Spatzen dort zurückgeht, wo die elektrischen Feldstärken der Antennen bestimmte erhöhte Werte erreichen.¹²

Gleiches wird aus Indien gemeldet: „Die Strahlung, die von Mobilfunkmasten ausgeht, stört Haussperling und andere Vögel.“¹³

In Belgien wurde eine ähnliche Untersuchung durchgeführt.¹⁴ Bereits früher war aufgefallen, dass Störche, deren Nest in einem Umkreis von 200 Metern um Basisstationen lag, erfolglos

⁹ Warnke U.: Information Transmission by Means of Electrical Biofields Electromagnetic Bio-Information, F.A. Popp, U. Warnke, H. König, W. Peschka (eds.), 2nd edition. Urban & Schwarzenberg, München, Wien Baltimore, 74-101 (1989).

¹⁰ Harst W., Kuhn J., Stever, H.: Can Electromagnetic Exposure Cause a Change in Behavior? Studying Possible Non-Thermal Influences on Honey Bees. An Approach within the Framework of Educational Informatics. ACTA SYSTEMICA – International Journal, Vol. VI, 2006, No. 1: 1-6.

¹¹ Warnke, U.: Bienen, Vögel und Menschen. Die Zerstörung der Natur durch ‚Elektrosmog‘ (s. Anm. 1).

¹² Balmori, A., Hallberg, Ö.: The House Sparrow (*Passer domesticus*): A Possible Link with Electromagnetic Radiation. Electromagnetic Biology and Medicine 2007; 26,2: 141–151.

¹³ Pattazhy, S. Präsident der Kerala Environmental Reseachers 2009 www.dnaindia.com

brüteten und ohne Nachwuchs blieben – was bei weiter entfernt nistenden Störchen nicht der Fall war.¹⁵

Aus New York wurden im letzten Winter 11.000 tote Fledermäuse gemeldet.¹⁶ Noch tastet man bezüglich der Ursachen im Dunkeln. Aber viel spricht dafür, dass elektromagnetischer Stress, Desorientierung, Immunschwäche und Virusinfektionen auch in diesem Sterben der Fledermäuse eine fatale Verbindung eingegangen sind.

Auch wenn die vitalen Störungen und Schädigungen durch nichtthermische Strahlung bei Tieren, die den am Menschen beobachteten weitgehend entsprechen, bisher nur mit Bezug auf einzelne Beispiele geschildert werden konnten, zeigen sie in vielem ein hohes Maß an Übereinstimmungen. Die folgenden allgemeineren Wirkungen auf tierische Bioorganismen sind gut dokumentiert:

- Die Zellentwicklung wird gestört.¹⁷
- Die Zellvermehrung wird beeinflusst.¹⁸
- Die Immunabwehr wird verändert.¹⁹
- Die Reproduktion ist gestört.²⁰
- Auch gentoxische Effekte sind messbar.²¹

¹⁴ Everaert J, Bauwens D.: A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding House Sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 2007; 26: 63-72.

¹⁵ Balmori, A.: Possible Effects of Electromagnetic Fields from Phone Masts on a Population of White Stork (*Ciconia ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 2005; 24:109-119.

¹⁶ Hill, M.: Bat Deaths in NY, Vt. Baffle Experts, 1.02.2008;
http://ap.google.com/article/ALeqM5jglXh1LrwpTZZW0QjCD_H91BgVYwD8UGF9101

¹⁷ Barteri, M., Pala, A., Rotella, S. Structural and kinetic effects of mobile phone microwave on acetylcholinesterase activity. *Biophysical Chemistry* 113, 2005: 245-253.

Daniells, C., Duce, I., Thomas, D., Sewell, P., Tattersall, J., de Pomerai, D. Transgenic nematodes as biomonitoring of microwave-induced stress. *Mutat. Res.* 399, 1998: 55-64.

Weisbrot, D., Lin, H., Ye, L., Blank, M., Goodman, R.. Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. *J. Cell. Biochem.* 89, 2003: 48-55.

¹⁸ Velizarov, S., Raskmark, P., Kwee, S. The effects of radiofrequency fields on cell proliferation are non-thermal. *Bioelectrochem. Bioenerg.* 48: 177-180 Novoselova, E.T., Fesenko, E.E. 1998. Stimulation of production of tumor necrosis factor by murine macrophages when exposed in vivo and in vitro to weak electromagnetic waves in the centimeter range. *Biofizika* 43, 1999: 1132-1133.

¹⁹ Novoselova, E.T., Fesenko, E.E. Stimulation of production of tumor necrosis factor by murine macrophages when exposed in vivo and in vitro to weak electromagnetic waves in the centimeter range. *Biofizika* 43, 1998: 1132-1133.

²⁰ Dasdag, S., Ketani, M.A., Akdag, Z., Ersay, A.R., Sar, I., Demirtas Ö.C., Celik, M.S. Whole body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urological Research* 27, 1999:219-223.

Daniells, C., Duce, I., Thomas, D., Sewell, P., Tattersall, J., de Pomerai, D. Transgenic nematodes as biomonitoring of microwave-induced stress. *Mutat. Res.* 399, 1998: 55-64.

²¹ Balode, S. Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in bovine peripheral erythrocytes. *Sci. Total. Environm.* 180, 1996: 81-85.

Garaj-Vrhovac, V., Horvat, D., Koren, Z. The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. *Mutat. Res.* 263, 1991: 143-149.

Lai, H., Singh, NP. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 16, 1995: 207-210.

- Einflüsse auf das Nervensystem werden deutlich.²²
- Eine verminderte Fruchtbarkeit konnte nachgewiesen werden.²³
- In der Nähe von Sendemasten wird die Fauna insgesamt ungünstig beeinflusst.²⁴

Die Fatalität solcher Wirkungen wird dadurch potenziert, dass sich die Tiere unter dem Einfluss nichtthermischer Strahlung offenbar schlechter oder überhaupt nicht mehr entwickeln und fortpflanzen können.²⁵

Landwirtschaftliches Nutzvieh wird geschädigt

Die soeben beobachteten Wirkungen bestätigen sich analog auch an den landwirtschaftlichen Nutztieren. Auch ihnen gebührt ein besonderes Interesse, weil es um gravierende Fragen der Ernährung, um die wirtschaftliche Situation der betroffenen Landwirte, auch um Fragen der volkswirtschaftlichen Zukunft ganzer Regionen geht.

Zur Schädigung landwirtschaftlichen Nutzviehs durch Mobilfunksendeantennen gibt es Fallbeschreibungen bei Milchrindern, Schweinen und Geflügel. In ihrer Zusammenschau belegen sie besorgniserregende Unterschiede zwischen hoch und niedrig exponierten Betrieben: Fertilitätsprobleme, eine Erhöhung von Fehl- und Missgeburten, vermehrte Zwillinggeburten und Verhaltensstörungen, als Folge die reduzierte Leistung eines Betriebs.²⁶

²² Beasond, R.C. y Semm, P. Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. *Neuroscience Letters* 33, 2002: 175-178.

Panagopoulos, D.J., Karabarbounis, A. y Margaritis, L.H. Effect of GSM 900 MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster*. *Electromagnetic Biology and Medicine* 23, 2004: 29-43.

²³ Magras, I.N., Xenos, T.D. Radiation-induced changes in the prenatal development of mice. *Bioelectromagnetics* 18, 1997: 455-461.

²⁴ Balmori, A. Aves y telefonía móvil. Resultados preliminares de los efectos de las ondas electromagnéticas sobre la fauna urbana. *El Ecologista*, 36, 2003: 40-42.

Balmori, A. Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 24, 2005: 109-119

²⁵ Carpenter R.L., Livstone E.M. Evidence for nonthermal effects of microwave radiation: Abnormal development of irradiated insect pupae. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.* 19 (2) 1971: 173-178.

Ma T.H., Chu K.C. Effect of the extremely low frequency (ELF) electromagnetic field (EMF) on developing embryos of the fruit fly (*Drosophila melanogaster* L.). *Mutat. Res.* 303 (1) 1993: 35-39.

Pan, H., Liu, X. Apparent biological effect of strong magnetic field on mosquito egg hatching. *Bioelectromagnetics* 25 (2) 2004: 84-91.

Panagopoulos, D.J., Margaritis, L.H. Effects of different kinds of emfs on the offspring production of insects. 2nd International Workshop on Biological effects of EMFS. Rhodes (Greece) 2002: 348-452.

Panagopoulos, D.J., Karabarbounis, A., Margaritis, L.H. Effect of GSM 900 MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster*. *Electromagnetic Biology and Medicine* 23, 2004: 29-43.

Prolic, Z., Jovanovic, R., Konjevic, G., Janac, B. Behavioral differences of the insect *Morimus funereus* (Coleoptera, Cerambycidae) exposed to an extremely low frequency magnetic field *Electromagnetic Biology and Medicine* 22 (1) 2003: 63-73.

Ramirez, E., Monteagudo, J.L., Garcia-Gracia, M., Delgado, J.M. Oviposition and development of *Drosophila* modified by magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 4 (4) 1983: 315-326.

²⁶ Löscher W, Käs G. Auffällige Verhaltensstörungen bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen. *Der praktische Tierarzt* 79, 1998: 437-444.

Schweinberger, K. Ist der Mobilfunk die Ursache? *Bayer. Landwirtsch. Wochenblatt* 188, 1998: 40-41.

Dabei lagen in allen Fällen die gemessenen Feldstärken weit unter den gesetzlichen Grenzwerten. Für die Gesamtmission wurden auch hochfrequente Felder durch TV und Radio berücksichtigt: Die Expositionswerte auf der Weide lagen zum Teil deutlich (bis 22fach) höher als die Werte im Stall, erreichten jedoch maximal 9 Promille des derzeitigen Grenzwertes. Die Beeinträchtigungen traten erst nach der Installation der Mobilfunksender ab 1995 auf. Eine vom Veterinäramt veranlasste Umstallung zweier Kühe in einen 20 km entfernten Betrieb mit gleicher Aufstallung führte zu einer Besserung bzw. zu einem Verschwinden der Symptome. Nach Zurückverbringen in den Bestand traten die Verhaltensauffälligkeiten der Tiere jedoch erneut auf. Auffällig war auch sonst immer wieder, dass die Symptome nach Installation einer nahen Mobilfunkantenne auftraten und sich mit der Distanz zur Strahlungsquelle oder deren Abbau zurückbildeten.

Im Rahmen des Forschungsprojektes *Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern* wurden im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (BStMLU) in den Jahren 1998 bis 2000 umfangreiche Untersuchungen in landwirtschaftlichen Betrieben mit Rinderhaltung durchgeführt.²⁷ Sie sind als ‚Bayerische Rinderstudie‘ bekannt geworden. Beauftragt waren damit angesehene Institutionen: das Institut für Tierhygiene, Verhaltenskunde und Tierschutz (Prof. J. Unshelm) der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München und das Fachgebiet Veterinärmedizinische Genetik und Zytogenetik (Prof. A. Herzog) der Justus-Liebig-Universität Gießen; die umstrittenen Messungen der elektromagnetischen Exposition in den einzelnen Betrieben erfolgte durch die Ingenieurgesellschaft für Geowissenschaften und Umwelttechnik (M. Wuschek).

Die Studie erbrachte folgende Ergebnisse:²⁸

- Erhöhte Anzahl missgebildeter Kälber im Vergleich der exponierten mit den nicht-exponierten Kontrollbeständen (38 : 11)
- Vermehrte Erkrankungsrate in den exponierten Betrieben (z. B. Augenentzündungen)
- Erhöhte 2-Mikrokern-Produktion in Erythrozyten bei Mobilfunk-exponierten Rindern
- Eindeutige Verhaltensänderungen bei Mobilfunk-exponierten Kühen als vermutliche Folge chronischer Stressbelastung - z. B. kürzere Liegezeiten und eine erniedrigte Wiederkaudauer und -frequenz, verbunden mit einer schlechteren Nahrungsverwertung.

Löscher, W. Biologische Effekte elektromagnetischer Felder („Elektrosmog“) . Eine potentielle Gefahr für Mensch und Tier?, Tierärztliche Umschau 8 1999: 458.

²⁷ Leininger M, Matthes R. Untersuchung zu den Verhaltensauffälligkeiten und Gesundheitsschäden bei einer Rinderherde in Schnaitsee. Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), Materialien 137, Umwelt & Entwicklung, 1998.

Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (BStMLU): Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. StMLU, München 2001.

²⁸ Wenzel C, Wöhr A-C, Unselm J. Das Verhalten von Milchrindern unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder. Praktischer Tierarzt 83(3) 2002: 260-267.

W. Löscher Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Mobilfunksendeanlagen auf Leistung, Gesundheit und Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere: Eine Bestandsaufnahme. Praktischer Tierarzt 84, 2003: 11.

Zur wissenschaftlichen Bekanntheit der Studie, an deren Finanzierung sich die Mobilfunkindustrie beteiligt hatte, hat dann nicht nur die hohe Plausibilität der Ergebnisse beigetragen. Bekannt geworden ist die Studie auch für exemplarische Versuche des Auftraggebers, die Ergebnisse gegen den Widerspruch der beteiligten Wissenschaftler in der öffentlichen ‚Vermarktung‘ zu entschärfen, ja bis ins Gegenteil ihrer wissenschaftlichen Aussage zu verkehren.²⁹

Die Ergebnisse der Studie haben in der Folgezeit jedoch signifikante Bestätigungen und Ergänzungen gefunden.³⁰ Die Erythrozyten-Mikrokern-Bildung bei Kühen (s. o.) ist auch im Einfluss elektromagnetischer Strahlung einer Radarstation beobachtet worden.³¹ Auf einem Gehöft in Reutlingen (Schweiz, nahe Winterthur) stand von 1999 bis 2006 eine Mobilfunkantenne. In dieser Zeit kam es vermehrt zu Missbildungen und Totgeburten bei Kälbern. Besonders auffällig war auch ein 10fach erhöhtes Risiko für Kälber, mit einem schweren Katarakt (= Entsprechung zum grauen Star) zur Welt zu kommen. Auch hier lagen die gemessenen Werte weit unterhalb geltender Grenzwerte, und Michael Hässig von der Vetsuisse-Fakultät der Uni Zürich, die die Untersuchung des Falles übernommen hatte, konnte bestätigen: "Sämtliche üblichen in der Schweiz auftretenden Ursachen wie Vererbung, Infekte oder Vergiftungen konnten ausgeschlossen werden. Auffällig ist einzig, dass das Auftreten der Augenveränderungen mit der Inbetriebnahme der Basisstation für Mobilfunk zeitlich zusammenfällt." Angesichts erdrückender Indizien und vorgelegter medizinischer wie technischer Gutachten hat der Mobilfunkbetreiber Orange die umstrittene Sendeanlage abgebaut.

Gut dokumentiert sind auch die Wirkungen auf Schweine. In einem Zuchtsauenbetrieb in Westoverledingen/Ostfriesland wurden nach Inbetriebnahme einer GSM-Mobilfunksendeanlage Fertilitätsprobleme sowie eine dramatische Zunahme von Fehl- und Missgeburten beobachtet. Auch in einem österreichischen Zuchtsauenbetrieb in Rainbach (Innkreis) wurden solche Wirkungen bestätigt.

Eine Gänseherde in Goch (Niederrhein) zeigte nach der Aufstellung eines Sendemasts Symptome deutlicher Unruhe. Die Befruchtungsrate der Bruteier sank von 85 % auf unter 5%. Bei Gänseherden aber, die im Umkreis von 5 km vom Sendemast entfernt, sonst jedoch unter den gleichen Bedingungen gehalten wurden, blieb sie unverändert. - Auch Pferde, die in der Nähe der Sendeanlage gehalten wurden, litten seit Inbetriebnahme des Sendemasts unter Fertilitätsproblemen und Störungen der Trächtigkeit. Tierärztliche Untersuchungen konnten weder bei den betroffenen Gänseherden noch den Pferden anderweitige Ursachen finden.

Interessant ist, dass es in vielen Tierbeständen in der Nähe von Mobilfunksendeanlagen zu Veränderungen bei exponierten Tieren kommt, in manchen trotz ähnlicher Exposition aber

²⁹ Bericht des Abgeordneten des Bayr. Landtags Volker Hartenstein und Report des Münchener Fachredakteurs Karl Schweinberger. *Leben auf dem Land* 1, 2001: 20-21.

³⁰ W. Löscher Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Mobilfunksendeanlagen auf Leistung, Gesundheit und Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere: Eine Bestandsaufnahme. *Praktischer Tierarzt* 84, 2003: 11.

³¹ Balode, Z. Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in Bovine peripheral erythrocytes. *The Science of the Total Environment* 180(1) 1996: 81-86..

offenbar nicht. Ein noch unbekannter Faktor ist also nicht ganz auszuschließen, was den gegebenen Forschungsbedarf aber nur unterstreicht.

Zusammenfassung und Folgerungen:

Seit jeher sind Tiere, mit denen und von denen wir leben, zugleich Indikatoren eines Umweltzustands, der auch uns Menschen betrifft. Ihre Berücksichtigung ist umso wichtiger, als das beliebte Argument, gesundheitliche Beschwerden seien die Folge von Einbildung und Angst, in ihrem Fall nicht greift. In dem Maße, in dem nachprüfbarere Wirkungsmechanismen bekannt sind, ist auch das andere Standardargument der Entscheidungsträger hinfällig, dass gesicherte Erkenntnisse der Wirkung nicht vorlägen.

Wer das Design mancher verharmlosenden Tierstudien aus biowissenschaftlicher Sicht kritisiert, wird gern auch gelegentliche Designschwächen von Untersuchungen einräumen, die zu gegenteiligen Erkenntnissen gelangt sind. Doch insgesamt lässt die Überschau vorliegender Erkenntnisse keinen Zweifel daran, dass viele Tiere höchst empfindlich auf die elektromagnetische Strahlung reagieren und gravierenden Schädigungen ausgesetzt sind. Die Schrift *Bienen, Vögel und Menschen. Die Zerstörung der Natur durch ‚Elektrosmog‘* (Warnke 2007) sieht die Gegenwart dabei, innerhalb weniger Jahrzehnte zu zerstören, was die Natur im Verlauf von Millionen von Jahren aufgebaut hat. ,

Aus dem skizzierten Stand der Forschung ergibt sich ein dringender Handlungsbedarf:

- Zu den zahlreichen Schwächen der Grenzwertregelungen gehört auch die Nichtberücksichtigung der Folgen für Tiere und Pflanzen.
- Die erkennbaren Leiden von Tieren sind mit den anerkannten Geboten des Tierschutzes nicht vereinbar.
- Zu klären ist, wer für nachweisliche Schäden haftet, die Landwirte mitunter bereits zur Aufgabe der Viehhaltung gezwungen haben (bekannt u. a. schwerwiegende Schädigungen von Tierbeständen in Oettingen, Olching, Haarbach, Kulmbach und Bitburg).
- Projekte unabhängiger Forschung, die auf breiter Grundlage der weiteren Abklärung der Risiken nachgehen, sind dringend erforderlich.

Wenn Dr. Anne Dehos in einer Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz vom 13. 11. 2007 mitteilt, Untersuchungen an Rindern hätten im Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm „keine ausreichende Priorität“ gefunden, so ist das weder umwelt- noch wirtschaftspolitisch nachvollziehbar. Denn nach dem Stand der Erkenntnis droht auch ein unabsehbarer *volkswirtschaftlicher* Schaden, wenn die Verantwortlichen fortfahren wie bisher.

Literaturverzeichnis

- Altmann, G., Warnke, U. Der Stoffwechsel von Bienen (*Apis mellifica* L.) im 50 Hz-Hochspannungsfeld; Zeitschrift für angewandte Entomologie 80 1976 (3), 267-71.
- Balmori, A. Aves y telefonía móvil. Resultados preliminares de los efectos de las ondas electromagnéticas sobre la fauna urbana. *El Ecologista* 2003; 36: 40-42.
- Balmori, A. Possible effects of electromagnetic fields from phone masts on a population of white stork (*Ciconia ciconia*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 2005; 24: 109-119.
- Balmori, A., Hallberg, Ö. The House Sparrow (*Passer domesticus*): A Possible Link with Electromagnetic Radiation. *Electromagnetic Biology and Medicine* 2007; 26,2: 141–151.
- Balode, S. Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in bovine peripheral erythrocytes. *Sci. Total. Environm.* 1996; 180: 81-85.
- Barteri, M., Pala, A., Rotella, S. Structural and kinetic effects of mobile phone microwave on acetylcholinesterase activity. *Biophysical Chemistry* 2005; 113: 245-253.
- Bayrisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (BSTMLU): Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. StMLU, Munich 2001.
- Beason, R.C., Semm, P. Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. *Neuroscience Letters* 2002; 33: 175-178.
- Camlitepe, Y, Aksoy, V, Uren, N, Yilmaz, A, Becenen, I. An experimental analysis on the magnetic field sensitivity of the black-meadow ant *Formica pratensis* Retzius (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Biol Hung.* 2005;56(3-4):215-24.
- Carpenter, R.L., Livstone, E.M. Evidence for nonthermal effects of microwave radiation: Abnormal development of irradiated insect pupae. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.* 1971; 19 (2): 173 - 178
- Daniells, C., Duce, I., Thomas, D., Sewell, P., Tattersall, J., de Pomerai, D. Transgenic nematodes as biomonitors of microwave-induced stress. *Mutat. Res.*1998; 399: 55-64.
- Dasdag, S., Ketani, M.A., Akdag, Z., Ersay, A.R., Sar, I., Demirtas, Ö.C., Celik, M.S. Whole body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urological Research* 1999; 27: 219-223.
- Everaert J, Bauwens D. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding House Sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 2007; 26: 63-72.
- Fesenko, E.E. Stimulation of production of tumor necrosis factor by murine macrophages when exposed in vivo and in vitro to weak electromagnetic waves in the centimeter range. *Biofizika* 1998; 43: 1132-1133.
- Garaj-Vrhovac, V., Horvat, D., Koren, Z. The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation. *Mutat. Res.* 1991; 263: 143-149.
- Harst, W., Kuhn, J., Stever, H.: Can Electromagnetic Exposure Cause a Change in Behavior? Studying Possible Non-Thermal Influences on Honey Bees. An Approach within the Framework of Educational Informatics. *ACTA SYSTEMICA – International Journal*, Vol. VI, 2006, No. 1: 1-6.
- Hartenstein, V. Bericht des Abgeordneten des Bayr. Landtags und Report des Münchener Fachredakteurs Karl Schweinberger, "Leben auf dem Land", Nr. 1/2001, Seite 20-21.
- Hill, M. Bat Deaths in NY, Vt. Baffle Experts, 1.02.2008.
- Holland, RA, Kirschvink, JL, Doak, TG, Wikelski, M.: Bats Use Magnetite to Detect the Earth's Magnetic Field. *PLoS ONE* 2008; Feb 27;3(2):e1676.
- Holland, RA, Thorup, K, Vonhof, MJ, Cochran, WW, Wikelski, M. Navigation: bat orientation using Earth's magnetic field. *Nature* 2006; Dec 7; 444(7120):702.
- Irwin, WP, Lohmann, KJ.: Disruption of magnetic orientation in hatchling loggerhead sea turtles by pulsed magnetic fields. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol* 2005; Mar 12.
- Lai, H., Singh, NP. Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics* 1995; 16: 207-210.
- Leininger, M, Matthes, R. Untersuchung zu den Verhaltensauffälligkeiten und Gesundheitsschäden bei einer Rinderherde in Schnaitsee. Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.), Materialien 137, Umwelt & Entwicklung, 1998.
- Löscher W, Käs G. Auffällige Verhaltensstörungen bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen. *Der praktische Tierarzt* 1998;79:437-444.

- Löscher, W. Biologische Effekte elektromagnetischer Felder („Elektrosmog“) . Eine potentielle Gefahr für Mensch und Tier?, Tierärztliche Umschau 1999; 8, 458
- Löscher, W. Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Mobilfunksendeanlagen auf Leistung, Gesundheit und Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere: Eine Bestandsaufnahme. Praktischer Tierarzt 2003; 84: 11.
- Ma, T.H., Chu, K.C. Effect of the extremely low frequency (ELF) electromagnetic field (EMF) on developing embryos of the fruit fly (*Drosophila melanogaster* L.). Mutat. Res. 1993; 303 (1): 35-39.
- Magras, I.N., Xenos, T.D. Radiation-induced changes in the prenatal development of mice. Bioelectromagnetics 1997; 18: 455-461.
- Novoselova, E.T., Fesenko, E.E. Stimulation of production of tumor necrosis factor by murine macrophages when exposed in vivo and in vitro to weak electromagnetic waves in the centimeter range. Biofizika 1998; 43: 1132-1133.
- Pan, H., Liu, X. Apparent biological effect of strong magnetic field on mosquito egg hatching. Bioelectromagnetics 2004; 25 (2): 84-91.
- Panagopoulos, D.J., Karabarbounis, A. y Margaritis, L.H. Effect of GSM 900 MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster*. Electromagnetic Biology and Medicine 2004; 23: 29-43.
- Panagopoulos, D.J., Margaritis, L.H.. Effects of different kinds of emfs on the offspring production of insects. 2nd International Workshop on Biological effects of EMFS. Rhodes (Greece) 2002: 348-452.
- Pattazhy, S. Kerala Environmental Reseachers 2009; www.dnaindia.com
- Prolic, Z., Jovanovic, R., Konjevic, G., Janac, B. Behavioral differences of the insect *Morimus funereus* (Coleoptera, Cerambycidae) exposed to an extremely low frequency magnetic field Electromagnetic Biology and Medicine 2003; 22 (1): 63-73.
- Ramirez, E., Monteagudo, J.L., Garcia-Gracia, M., Delgado, J.M. Oviposition and development of *Drosophila* modified by magnetic fields. Bioelectromagnetics 1983; 4 (4): 315-326.
- Ritz, T., Thalau, P., Phillips, J.B., Wiltschko, R., Wiltschko, W. Resonance effects indicate radical pair mechanism for avian magnetic compass. Nature 2004; 13 May: 429.
- Schweinberger, K. Ist der Mobilfunk die Ursache? Bayer. Landwirtsch. Wochenblatt 1998; 188, 40-41.
- Velizarov, S., Raskmark, P., Kwee, S. The effects of radiofrequency fields on cell proliferation are non-thermal. Bioelectrochem. Bioenerg. 1999; 48: 177-180 Novoselova,
- Wang, Y, Pan, Y, Parsons, S, Walker, M, Zhang, S. Bats respond to polarity of a magnetic field. Proc Biol Sci. 2007; Nov 22;274(1627):2901-5.
- Warnke, U. Physikalisch-physiologische Grundlagen zur luftelektrisch bedingten „Wetterfühligkeit“ der Honigbiene (*Apis mellifica*). Diss. Saarbrücken 1973.
- Warnke, U. Die Wirkung von Hochspannungswechselfeldern auf das Verhalten von Bienensozietäten; Mitteilungen der dt. Entomologischen Ges. 1976; 35: 105-107.
- Warnke, U. Information Transmission by Means of Electrical Biofields Electromagnetic Bio-Information, F.A. Popp, U. Warnke, H. König, W. Peschka (eds.), 2nd edition. Urban & Schwarzenberg, München, Wien Baltimore 1989; 74-101.
- Warnke, U. Bienen, Vögel und Menschen. Die Zerstörung der Natur durch ‚Elektrosmog‘. Wirkungen des Mobil- und Kommunikationsfunks. Schriftenreihe der Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie. Hrsg. Hecht K., Kern M., Richter K., Scheiner H.C. Dezember 2007; Heft 1.
- Weisbrot, D., Lin, H., Ye, L., Blank, M., Goodman, R. Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster*. J. Cell. Biochem. 2003; 89: 48-55.
- Wenzel, C, Wöhr, A-C, Unselm, J. Das Verhalten von Milchrindern unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder. Praktischer Tierarzt 2002; 83(3):260-267.
- Wiltschko, W, Munro, U, Ford, H, Wiltschko, R. Bird navigation: what type of information does the magnetite-based receptor provide? Proc Biol Sci. 2006; Nov 22; 273(1603): 2815-2820.
- Wiltschko, W, Stapput, K, Thalau, P, Wiltschko, R. Avian magnetic compass: fast adjustment to intensities outside the normal functional window. Naturwissenschaften 2006; Jun;93(6):300-4.
- Wiltschko, W, Wiltschko, R. Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol. 2005; Aug; 191(8): 675-693.