Reduzierte Fruchtbarkeit und vermehrte Missbildungen durch Mobilfunkstrahlungen

Dokumentation aus einem landwirtschaftlichen Nutzbetrieb

Klaus Buchner, Horst Eger und Josef Hopper

Ende April 2009 wurde im niederbayerischen Landkreis Passau in circa 300m Entfernung zu einem Schweinezuchtbetrieb eine Mobilfunkbasisstation installiert. Die dadurch entstandene Hochfrequenzbelastung stieg von 1 Mikrowatt pro Quadratmeter (µW/m²) auf bis zu 1.200 µW/m² und betrug damit maximal 1,6 % des deutschen Grenzwerts.

Zur Untersuchung der Fruchtbarkeit wurden die betriebswirtschaftlich erhobenen Daten in zwei Zeiträumen miteinander verglichen: sieben Jahre vor und drei Jahre nach Senderinstallation.

Nach Sendebeginn nahm die Fruchtbarkeit der Sauen ab. Die langjährige durchschnittliche Ferkelzahl sank von 2.908 auf 2.576 Ferkel pro Jahr, obwohl die Zahl der Muttersauen im Mittel von 133 auf 140 erhöht wurde.

Dabei verringerte sich sowohl die Anzahl der Würfe von 2,17 auf 2,09 Würfe pro Sau und Jahr, als auch die durchschnittliche Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Wurf von 10,8 auf 9,8.

In der Folge verminderte sich die Zahl der Ferkel pro Sau und Jahr von 23,5 auf 20,6 im Vergleich der Perioden vor und nach Sendebeginn. Diese Unterschiede sind hoch signifikant (einseitige Vertrauensintervalle durch Bestimmung der Rangzahlen).

Schon wenige Monate nach Sendebeginn kam es auf dem untersuchten Hof bei den neugeborenen Ferkeln zu einer Zunahme von Zwittern und Missbildungen im Kopf-, Bauch- und Beinbereich. Auch das Geschlechterverhältnis von männlichen zu weiblichen Tieren änderte sich bei den neugeborenen Ferkeln hoch signifikant (modifizierter Vierfeldertest nach Yates).

Weitere Abklärungen sind dringend erforderlich, da die erhobenen Befunde auch von erheblicher Relevanz für die menschliche Fortpflanzung sind.

Schlüsselwörter: Mobilfunk, Basisstation, reduzierte Fruchtbarkeit, Missbildung

Abstract

Cell Phone Base Stations – Reduced Fertility and Increased Number of Birth Defects
A Documentation from a Pig Farm

At the end of April 2009, a mobile phone base station was installed at a distance of about 300 meters from a pig farm in the Lower Bavarian county of Passau. Thereby the flux density of the total radio frequency radiation rose from 1 µW/m² to values up to 1,200 µW/m², which is about 1.6 % of the maximum permissible value in Germany.
In the present study, the data of two periods are compared: seven years before and three years after installation of the transmitter. After the beginning of the transmission, the fertility of the pigs decreased from 2,908 farrows per year in the first period to 2,576 in the second, although the average number of sows was raised from 133 to 140.
At the same time, the number of litters decreased from 2.17 to 2.09 per sow and year, and the average number of farrows born alive was reduced from 10.8 to 9.8 per litter. As a result, the number of farrows per sow and year decreased from 23.5 to 20.6 comparing the time periods before and after beginning of the transmission. These differences are highly significant, too (one-sided confidence intervals by determining rank numbers).
Only a few months after the beginning of the transmission, the number of hermaphrodites increased by a factor >12. In addition, congenital abnormalities in the areas of head, abdomen and legs occurred, which were never seen before in this farm. Also the gender ratio of male to female animals decreased significantly among the new-born farrows (modified fourfold test by Yates).
The results ascertained here are immediately relevant for human reproduction. Therefore further research is urgently needed.

Key words: cell phone base stations, reduced fertility, birth defects

Fachausdrücke:

Abferkeln	Geburt der Ferkel
Absetzen	Trennung der Ferkel eines Wurfes von der Muttersau
Belegung	Decken einer Sau
Deutsche Landrasse (DL)	Die Deutsche Landrasse ist die verbreitetste Rasse in ganz Deutschland. Sie ist aus dem deutschen veredelten Landschwein hervorgegangen. Zwischenzeitliche Fundamentschwäche, Konstitutions- und Stressanfälligkeit sind durch Selektion fast gänzlich verschwunden.
Güstzeit	Zeitabschnitt in den Leistungsabschnitten der Sau, in der die Sau keine Ferkel bei sich trägt. Er beinhaltet das Intervall zwischen Absetzen und Brunst und berücksichtigt die Umrauschrate und etwaige Unfruchtbarkeiten der Sau.
Pietrain (Pi)	Tiere der Vaterrassen und Tiere aus Kreuzungen dieser Schweinerasse haben eine gute Mastleistung und eine hervorragende Fleischqualität bei ausgeprägten Muskelpartien.
Remontierung	Bestandsergänzung. Ersatz der abgehenden Altsauen durch zugekaufte bzw. selbsterzeugte Jungsauen.
Umrauschen	Wenn eine Sau trotz geglückter Samenaufnahme noch einmal vor dem Abferkeln in die Brunst kommt, oder bei der Trächtigkeitsuntersuchung als nicht tragend auffällt, dann bezeichnet man dies als Umrauschen.

Einleitung

Physikalisch unstrittig ist, dass es sich bei den Frequenzen des Mobilfunks um Mikrowellen handelt, die mit Materie in Wechselwirkung treten (BROCKHAUS 1972: 970 f.).
Dabei treten an Eiweißmolekülen Wirkungen auf, die mit der den aktuellen Grenzwerten (ICNIRP 1998) zugrundeliegenden Wärmewirkung allein nicht erklärbar sind (BARTERI 2005, BOHR & BOHR 2000).

Auch unterhalb der gesetzlichen Werte sind Störungen der Erbgutverteilung während der Zellteilung nachgewiesen. Folglich besitzt die technisch verwendete Mikrowellenenergie mutagenes Potential (HARTE 1950, 1972, SCHMID & SCHRADER 2007, SCHRADER et al. 2008).

Im Jahr 2011 werden von der IARC in Lyon hochfrequente Felder von 30 Kilohertz (kHz) bis 300 Gigahertz (GHz) als „möglicherweise krebserzeugend" eingestuft (BAAN et al. 2011, IARC 2011).

Zu der Frage, ob unter lebensnahen Bedingungen auch für Säugetiere erbgutschädliche Einflüsse vorhanden sind, fehlen bislang aussagekräftige Studien an Nutztieren. Dabei bieten gerade Zuchtbetriebe mit hoher Reproduktionsrate ideale Bedingungen, um äußere erbgutschädliche Einflüsse im realen Leben zu überprüfen, zumal im Rahmen der heute üblichen Besamungstechnik die Spermienqualität standardmäßig überprüft wird (LITTMANN et al. 2006).

Material und Methoden - Studienaufbau

Hochfrequenzbelastung

Im niederbayerischen Landkreis Passau wurde 2009 eine Mobilfunkbasisstation mit drei GSM-900 Sendern in circa 300m Entfernung zu einem Schweinezuchtbetrieb[1] errichtet, die Ende April / Anfang Mai 2009 den Betrieb aufgenommen hat (BUNDESNETZAGENTUR 2008).

Während vor der GSM-Senderinstallation das Telefonieren mit dem Mobiltelefon im Bereich des Landwirtschaftsbetriebes nur außerhalb geschlossener Gebäude möglich war, ist jetzt auch in Kellerräumen der Empfang möglich.
Nach Messberichten der EM-Institut GmbH kommt es nach Senderinbetriebnahme auf dem Gelände in Hofnähe zu einem Anstieg der Leistungsflussdichte von 1 µW/m² auf 1.200 µW/m² (WUSCHEK 2009), entsprechend von 0,054 auf bis 1,6 % des Grenzwerts, der als Mittelwert der Feldstärke über eine Periode von 1/217 sec definiert ist. Außerdem wurden von 2009 bis 2012 regelmäßige Verlaufskontrollen der Funkbelastung mit einem Gerät HF35-C der Firma Gigahertz Solutions (Messfehler ±6 dB) bzw. HF59B (Messfehler ±3 dB) durchgeführt (Gigahertz Solutions).

Die tatsächliche Belastung war jedoch meist deutlich geringer. Die Spitzenwerte betrugen in den Ställen gewöhnlich weniger als 700 µW/m². Die Beiträge anderer Funkanwendungen und vom 50 Hz-Netz (in den Ställen maximal 9 NanoTesla (nT) und 4 Volt pro Meter im Frequenzbereich 15 Hz – 100 kHz) waren unbedeutend. Vor allem während des Betriebs der Futtermischmaschine enthielt der Hausstrom einen starken Oberwellenanteil, der aber offensichtlich im Stall keine nennenswerten elektrischen oder magnetischen Felder verursachte.

Darstellung des Zuchtbetriebes

Bei dem untersuchten Betrieb handelt es sich um einen sogenannten Kombi-Betrieb, d.h. die von den betriebseigenen im Schnitt 140 Zuchtsauen geborenen Ferkel werden nach der Aufzucht dann im eigenen Mastbereich bis zur Schlachtreife gemästet. Die Tiere sind in modernen Stallabteilen und seit 2001 in Gruppenhaltung untergebracht, die auch den in den kommenden Jahren geforderten Kriterien für Schweinehaltungen entsprechen. Die Stallungen befinden sich in massiv gebauten mit Ziegelmauern errichteten Gebäuden.

Mit Ausnahme von Zuchtebern werden keine Schweine aus anderen Beständen zugekauft. Zur Remontierung (Bestandsergänzung) der eigenen Jungsauen Deutsche Landrasse (DL) werden die Sauen mit „Top Genetik"-Sperma von DL-Ebern der Besamungsstation Grub-Landshut besamt. Die zur Mast bestimmten Ferkel sind Kreuzungen DL x Pietrain, wobei der Grund für die Kreuzung von Muttersauen der Deutschen Landrasse mit den Pietrain-Ebern im höheren Magerfleisch-Anteil der Kreuzungstiere und dem damit verbundenen höheren Marktwert liegt. Deren Väter sind zu 90 % die meist zwei im Bestand gehaltenen Pietrain-Eber. Neue Eber werden erst an Kleingruppen zu zehn Sauen getestet, bevor sie in die Zucht eingehen. Nur zu 10 % wird Fremdsamen zugekauft, z. B. dann, wenn der Bestandseber am Phantom nicht springt. Die Lebensleistung eines einzigen Pietrain-Ebers liegt um 3.000 bis 4.000 Ferkel.

Im Betrieb wird in Folgeabständen von circa drei Wochen je eine Gruppe von im Schnitt 20 Sauen in seit Jahren unveränderter Technik in Eigenleistung besamt. Der günstigste Zeitpunkt (Rausche) liegt am fünften Tag nach Absetzen der Ferkel. Daran schließt sich eine Tragzeit von 112-118 Tagen an. Bei 90 % der Tiere verläuft das Abferkeln, das sich in der Regel über mehrere Stunden erstreckt, komplikationslos ab. Ist die Besamung nicht erfolgreich, spricht man von Umrauschen.

Die im Stall gehaltenen 7 Gruppen umfassen jeweils etwa 20 Sauen und werden seit 2001 über eine Futterstation tierspezifisch ernährt. Alle Zucht- und Mastschweine werden mit überwiegend auf eigenen Feldern in konventioneller Landwirtschaft erzeugtem Weizen, Gerste und Körnermais gefüttert. Im integrierten Pflanzenbau werden Spritzmittel sparsam eingesetzt. Die verwendeten zwei Herbizide, zwei Fungizide und ein Insektizid sind seit Jahren kaum Änderungen unterworfen. Lediglich Mineralfutter, Weizenschälkleie und Sojaextraktionsschrot müssen vom Landhandel zugekauft werden.

Die Sauen des Bestandes werden seit Jahren regelmäßig gegen Porcine Parvovirose, Rotlauf, Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) sowie gegen Influenza geimpft. Die Saugferkel erhalten eine Schutzimpfung gegen die Circovirose und Mycoplasmeninfektionen der Atemwege. Zur Endoparasitenbekämpfung werden die Schweine mit oralen Medikamenten entwurmt. Im Winter werden die Sauen mit einem Antiparasitikum parenteral behandelt.

Im Rahmen der Behandlung des Metritis-Mastitis-Agalaktie-Syndroms (MMA) müssen die Sauen teilweise mit antibiotisch und antiphlogistisch wirkenden Injektionsmedikamenten behandelt werden, um Neugeborenenverluste infolge Milchmangels weitestgehend zu vermeiden. Etwaige Probleme mit Darmentzündungen bzw. Atemwegsinfektionen werden im Ferkel- und Läuferbereich mit Injektionsmedikamenten bzw. mit oral verabreichten Medikamenten behandelt.

Aufgrund der Betriebsstruktur ist die Aufsicht über den Betrieb rund um die Uhr gewährleistet, so dass Störungen in der Klimaführung auszuschließen sind und Unregelmäßigkeiten im Betriebsablauf sofort erkannt werden können.

Auswertung

Im Herdenbetreuungsprogramm und in den Betriebsaufzeichnungen stehen genaue Daten der letzten 10 Jahre zu Verfügung. [2]

1)Schweinezuchtbetrieb Hopper

2) Seit 1990 wird im Betrieb das EDV-Programm „Agrar-Office Stallbuch Sau" (aktuelle Version 4.9.0) der Firma Land-Data Eurosoft verwendet.

Da die Sendeanlage Ende April/Anfang Mai 2009 in Betrieb ging, wurden die Jahres-Zeiträume der Studie immer vom 1. Mai eines Jahres bis zum 30. April des Nachfolgejahres gesetzt; das Jahr 2009 umfasst in dieser Arbeit somit den Zeitraum vom 01.05.2009 bis 30.04.2010.

Für die statistische Auswertung werden also zwei Untersuchungszeiträume verglichen:
Zeitraum I vor Senderinstallation von Mai 2002 bis April 2009 und Zeitraum II nach Senderinstallation von Mai 2009 bis April 2012.

Für die Berechnung der „Anzahl der Ferkel pro Sau und Jahr" und „Würfe pro Sau und Jahr" wird zunächst die gesamte Zeit zwischen der ersten erfolgreichen Belegung und dem letzten Absetzen einer Sau ermittelt. Ist die erste Belegung nicht erfolgreich, ergibt sich demnach eine etwas zu kurze Einsatzzeit der Sau.
Danach wird derjenige Teil der Einsatzzeit bestimmt, der im betrachteten Zeitintervall (1.5.2002 – 30.4.2009 bzw. 1.5.2009 – 30.4.2012) liegt. Es werden also die Zwischenwurfzeiten berücksichtigt, nicht aber die Zeit nach dem letzten Absetzen bis zum Abtransport aus dem Betrieb, d.h. die Leertage nach einer Aufzuchtphase bis zum Verkauf des Muttertiers.

Die Verteilung der Ferkel je Sau und Jahr weicht stark von einer Normalverteilung ab. Deshalb wurden die Vertrauensintervalle für die Mediane im einseitigen Test durch Bestimmung der Rangzahlen angegeben (BOSCH 2005). Das gilt auch für die Mediane der Würfe je Sau und Jahr. Alle übrigen Aussagen wurden nach dem modifizierten Vierfelder-Test nach Yates überprüft (BRÜNING & TRENKLER 1994: 228).

Die aufgetretenen Anomalien wurden ab 2009 zusätzlich fotodokumentiert (HOPPER 2012).

Ergebnisse

Bestandsentwicklung, Leistungszahlen

Die Anzahl der Muttersauen liegt im Zeitraum I (0l.05.2002-30.04.2009) bei durchschnittlich 133 Tieren, in Periode II (01.05.2009-30.04.2012) bei 140 Sauen, wobei keine Unterschiede im Alter der Sauen bestehen (Abb. 1).

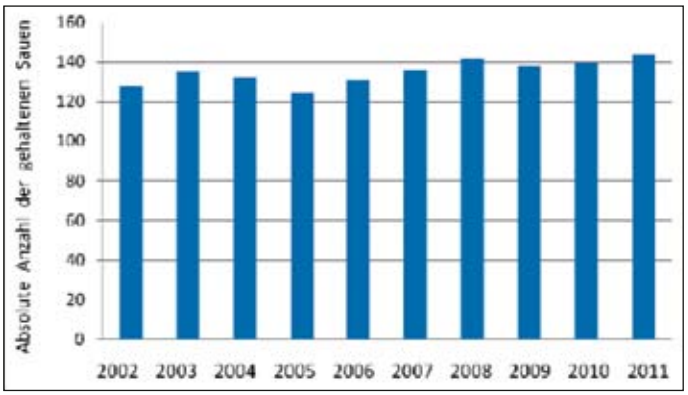

Abb. 1: Anzahl der gehaltenen Zuchtsauen nach Jahren

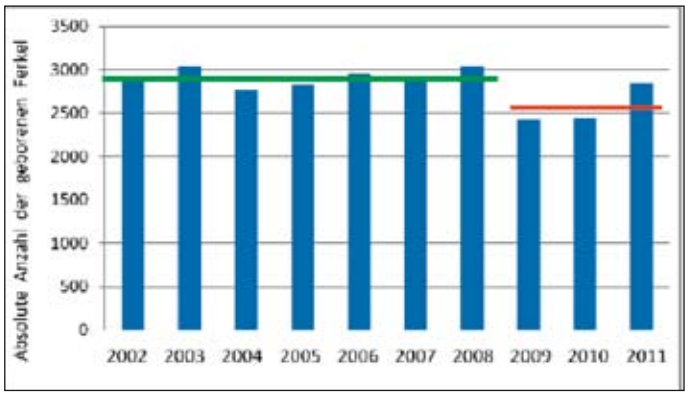

Abb. 2: Absolute Anzahl der pro Jahr geborenen Ferkel.
Das langjährige Mittel (2002-2008) von 2.908 Ferkeln wird nach Senderinstallation nicht mehr erreicht. Der Durchschnitt sinkt in den Jahren 2009-2011 auf 2.576 Ferkel pro Jahr ab. In den drei Jahren nach Senderaufbau werden trotz erhöhter Sauenzahl insgesamt 996 Ferkel weniger geboren.

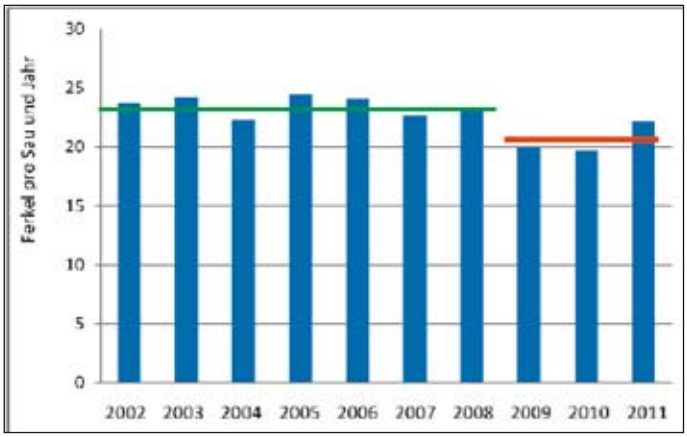

Abb. 3: Entwicklung der pro Jahr und Sau geborenen Ferkel von 2002 bis 2011.
Während vor Senderinstallation der langjährige Durchschnitt (2002-2008) bei 23,5 Ferkeln pro Sau und Jahr liegt, sinkt er von 2009-2011 auf 20,6 ab. Der hohe Wert für das Jahr 2011 tritt nicht auf, wenn die Einsatzzeiten der Sauen nach dem Programm „Agrar-Office Stallbuch Sau" berechnet werden. Der Grund für diese Diskrepanz ist wohl die große Zahl der Umrauscher (Abb. 4), die bei den Umrauschern in der Erstbelegung nach unserer oben beschriebenen Berechnungsweise kürzere Einsatzzeiten ergibt.

Trotz höherer Gesamtzahl der Sauen sinkt im zweiten Abschnitt dennoch die durchschnittliche Zahl der lebend geborenen Ferkel pro Jahr von 2.908 auf 2.576 ab (Abb. 2).

Grund für die geringere Ferkelzahl ist das Absinken der Anzahl der Würfe von 2,17 auf 2,09 pro Sau und Jahr (berechnet als Quotient der Würfe insgesamt und der Einsatzzeiten aller Sauen in der entsprechenden Periode). Betrachtet man diesen Quotienten für jede Sau getrennt, so erhält man für dessen Verteilung einen Median von 2,20 bzw. 2,07. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von =0,05 ist ersterer >2,17 bzw. letzterer <2,15. Das Absinken der Würfe je Sau und Jahr ist also signifikant.

Der Grund dafür ist ein vermehrtes Umrauschen (17,6 % gegen 25,7 %; die Wahrscheinlichkeit, dass es sich hier um lediglich eine statistische Schwankung handelt, ist nach dem modifizierten Vierfeldertest nach Yates kleiner 0,001).

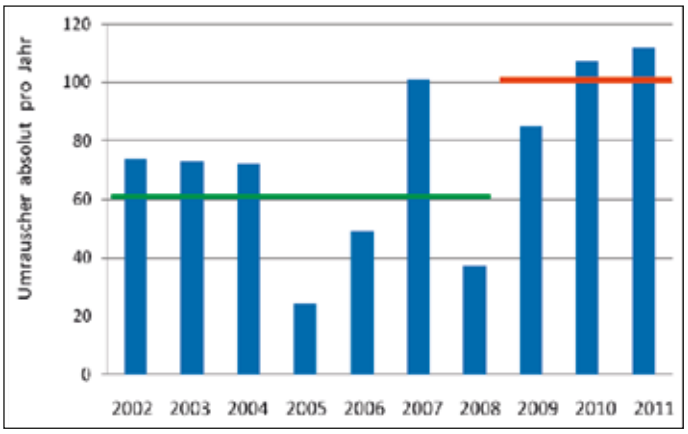

Abb. 4: Anzahl der Umrauscher pro Jahr.
Die langjährige Anzahl der ersten und zweiten Umrauscher pro Jahr lag von 2002-2008 bei durchschnittlich 61 und steigt nach der Senderinstallation für den Zeitraum 2009-2011 auf 101 Umrauscher pro Jahr an.

Zeitraum	I	II
	01.05.2002 - 30.04.2009	01.05.2009 - 30.04.2012
Sauenbestand *	133	140
Lebend geborene Ferkel gesamt	20359	7728
Lebend geborene Ferkel pro Jahr	2908	2576
Ferkel je Wurf	10,8	9,8
Würfe je Sau und Jahr	2,17	2,09
Ferkel je Sau und Jahr	23,5	20,6
Umrauscher pro Jahr in % **	17,6	25,7
Alter der Sauen nach Würfen***	4,1	4,3

Tab. 1: Übersicht zu Sauenbestand: Anzahl der lebend geborenen Ferkel, Anzahl der Ferkel je Wurf, Anzahl der Würfe je Sau und Jahr, Anzahl der Ferkel pro Sau und Jahr und Umrauschverhalten.
* Sauenbestand als durchschnittliche Anzahl der Muttersauen pro Jahr,
** Ist eine Besamung nicht erfolgreich, spricht man von Umrauschen,
*** Das Alter der Sauen wird hier nicht nach Jahren, sondern nach Würfen, also der Wurfleistung gezählt.

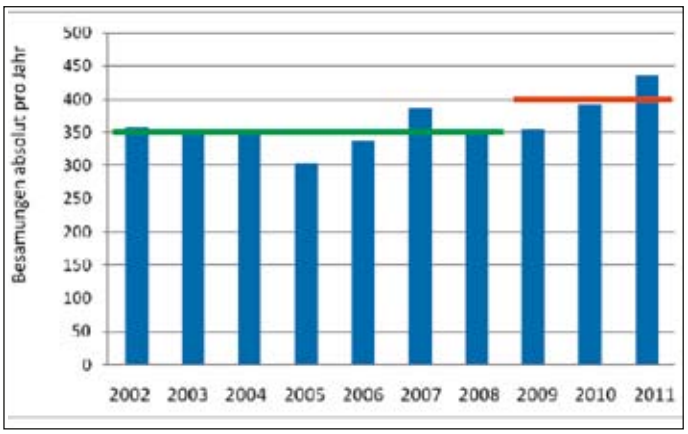

Abb. 5: Anzahl der Besamungen pro Jahr.
Die langjährige Anzahl der Besamungen pro Jahr (2002-2008) von 349 steigt nach der Senderinstallation für den Zeitraum 2009-2011 auf 394, was einer Zunahme 13,4 % entspricht.

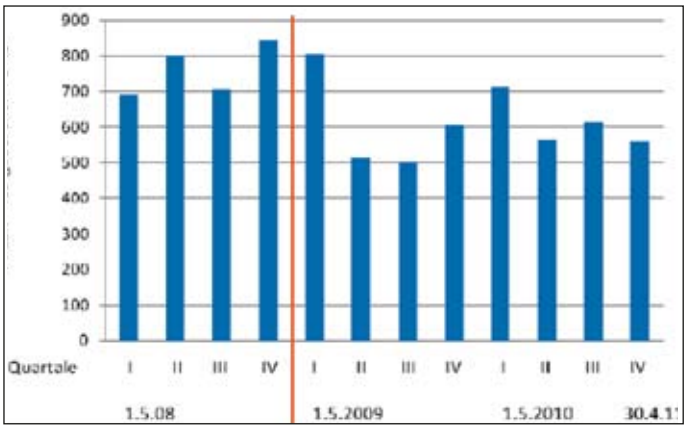

Abb. 6: Darstellung der Ferkelzahlen in Dreimonatsabschnitten.
Die eingefügte Linie gibt den Zeitpunkt der Senderinbetriebnahme Mai 2009 an. Die Ferkelzahl bricht ein Quartal später deutlich ein. Die Tragzeit bei Schweinen beträgt 112 bis 118 Tage.

Gleichzeitig werden pro Wurf auch noch weniger Ferkel geboren; die durchschnittliche Zahl der Ferkel pro Wurf sinkt im Vergleich der Zeiträume vor und nach Sendereinschaltung von 10,8 auf 9,8. Somit nimmt die Zahl der Ferkel pro Sau und Jahr von 23,5 auf 20,6 ab (berechnet als Quotient der Ferkel insgesamt und der gesamten Einsatzzeiten der Sauen in der entsprechenden Periode). Betrachtet man diese Quotienten wieder für jede Sau getrennt, erhält man die entsprechenden Mediane von 23,2 bzw. 20,4. Bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 0,001 ist ersterer ≥22,2, bzw. letzterer <21,7. Der Unterschied ist demnach hoch signifikant (Abb. 3).

Die Ergebnisse des Vergleichs der Zeiträume vor und nach Sendereinschaltung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Betriebstechnisch wurde versucht der sinkenden Ferkelzahl entgegenzuwirken: Die Anzahl der Muttersauen wurde auf zuletzt 142 gesteigert. Da die Zahl der umrauschenden Sauen anstieg, wurden vermehrt Besamungen erforderlich (Abb. 4 und 5).

Um festzulegen, ab wann die Geburten der Ferkel abfallen, wird der Zeitraum von Mai 2008 bis April 2011 in Dreimonatsabschnitten betrachtet. Die Tragzeit bei Schweinen beträgt 112 bis 118 Tage. (Merkregel für die Dauer der Tragzeit: 3 Monate, 3 Wochen und 3 Tage)
Wie in Abbildung 6 dargestellt, findet der Leistungseinbruch für absolute Ferkelzahlen ab August 2009, also nach der ersten „bestrahlten" Trächtigkeitsperiode, statt.

Anomalien

Die Missbildungsformen Binneneber (Kryptorchismus), Hodensackbruch *(Hernia inguinalis)*, Nabelbruch *(Hernia umbilicalis)* und Grätscher blieben während des gesamten betrachteten Zeitraums, also in Zeiten mit und ohne Bestrahlung, im Rahmen

Zeitraum	01.05.2002 bis 30.04.2009			0l.05.2009 bis 30.04.2012		
Anomalie	**Gefundene Anzahl**	**Erwartete Anzahl***	**Gefundene Anomalien in Promille**	**Gefundene Anzahl**	**Erwartete Anzahl***	**Gefundene Anomalien in Promille**
Afterlosigkeit*	2	1,3	0,10	7	0,5	0,91
Zwitter*	5	8,1	0,24	36	3,1	4,66
Sonstige Missbildungen						
Haut		0		3	3	0,39
Kopf*	0	15,2		4	5,8	0,52
Beine		0		18		2,33
Bauch		0		2		0,26
Summe	**7**		**0,34**	**70**		**9,06**

Tab. 2: Anzahl gefundener Anomalien und deren Anteil an den Gesamtferkeln in Promille für die Untersuchungszeiträume 2002-2008 und 2009-2012.
*Die Erwartungswerte beruhen auf Angaben nach Dodenhoff (DODENHOFF 2010).

der langjährigen Beobachtungen und auch im Bereich der in der Literatur beschriebenen Prozentzahlen (BEISSNER 2003, DODENHOFF 2010). Seit Ende Mai 2009 treten jedoch gehäuft Anomalienformen auf, die bisher nicht oder nur selten beobachtet worden sind. Davon sind auch vier Ferkel betroffen, deren Mütter schon vor dem Einschalten der Sender belegt worden sind. Das deutet auf eine teratogene Schädigung hin.

Tabelle 2 zeigt, dass nach eher unterdurchschnittlichen Raten für sonstige Anomalien bis 2009 die Werte für Afterlosigkeit und Zwitter nach Senderinstallation weit über den Erwartungswerten liegen.

Abgesehen von Kryptorchismus und Hernia inguinalis/umbilicalis werden gemäß Stallbuch von 01.05.2009 bis 30.04.2012 weitere 70 Ferkel mit bereits äußerlich sichtbaren Anomalien geboren. An Stelle von drei zu erwartenden werden 36 Tiere mit äußerlich sichtbaren Anomalien der Genitalorgane geboren, die als Hermaphroditismus (Zwitter) bezeichnet werden. Auch die Rate für Afterlosigkeit, zum Teil mit fehlendem Schwanz ist zu hoch; statt der erwarteten 0,5 Exemplare finden sich in 7 Fällen Anomalien. Weitere 18 Ferkel werden mit Missbildungen an den Gliedmaßen wie verkürzten Beinen, geschwulstartigen Zubildungen oder fehlenden oder verkrümmten Gliedmaßenanteilen geboren.

Bei den fünf anderen Anomalien handelt es sich um Tiere mit fehlenden Hautarealen sowie Tieren mit offenem Nabelfeld unter Austritt von inneren Organen. Veränderungen am Kopf mit Blindheit oder Anomalien der Ohrmuscheln treten in vier Fällen auf.
Aus Abbildung 7 wird der Verlauf der Anomalienentwicklung in Quartalsschritten für den Zeitraum von Mai 2008 bis April 2011 deutlich.

Auf den nachfolgenden Abbildungen (Seite 188) werden gesunde Ferkel (Abb. 8ab) und verschiedene Miss- und Zwitterbildungen (Abb. 9-16) dargestellt.

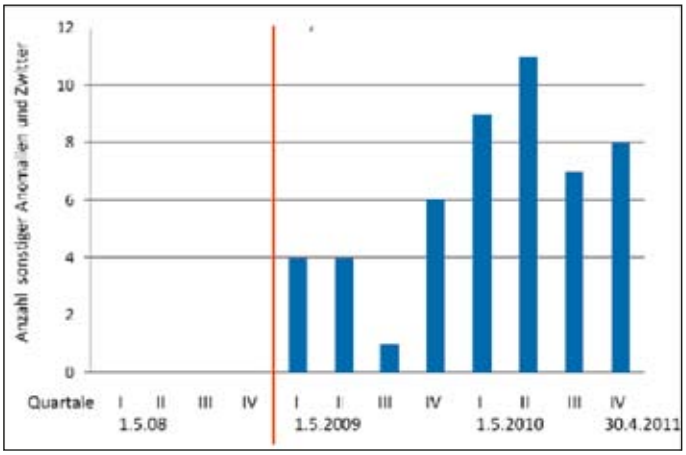

Abb. 7: Darstellung der Anomalienentwicklung für sonstige Missbildungen, Afterlosigkeit und Zwitter in Dreimonatsabschnitten für den Zeitraum von Mai 2008 bis April 2011. Die eingefügte Linie gibt den Zeitpunkt der Senderinbetriebnahme Mai 2009 an.

Geschlechterverhältnis

Im unbelasteten Zeitraum vor Mai 2009 wurden etwas mehr männliche als weibliche Ferkel geboren; das Verhältnis „männlich zu weiblich" betrug im Schnitt 1,071 (Tab. 3). In der Zeit vom 1. Mai 2009 bis zum 30. April 2012, also unter dem Einfluss der Bestrahlung, fiel das Verhältnis auf 0,945 ab. Die Zahl der weiblichen Ferkel nahm also im Vergleich zu den männlichen zu. Dieser Unterschied ist zwar klein, aber hoch signifikant; die statistische Irrtumswahrscheinlichkeit ist deutlich kleiner als 0,001 (modifizierter Vierfeldertest nach Yates).

Zeitraum	1.5.2002 – 30.4.2009	1.5.2009 – 30.4.2012
männlich	10.527	3.755
weiblich	9.832	3.973
Verhältnis m/w	1,071	0,945

Tab. 3: Zahl der männlichen und weiblichen Ferkel bei der Geburt.

Abb. 8a: Gesundes männliches Ferkel (HOPPER 2012).

Abb. 8b: Gesundes weibliches Ferkel (HOPPER 2012).

Abb. 9: After- und schwanzloses Ferkel (HOPPER 2012).

Abb. 10: Zwitter mit außenliegenden Hoden und deformiertem Geschlechtsteil (HOPPER 2012).

Abb. 11: Zwitter mit sowohl männlich als auch weiblich ausgebildeten Geschlechtsteilen (HOPPER 2012).

Abb. 12: Ferkel mit missgebildetem linken Hinterbein (HOPPER 2012).

Abb. 13: Ferkel mit missgebildeten Vorderbeinen (HOPPER 2012).

Abb. 14: Ferkel mit angeborener Hautveränderung am linken Vorderbein (HOPPER 2012).

Abb. 15: Ferkel mit angeborener Kopf- und Ohrdeformität (HOPPER 2012).

Abb. 16: Ferkel mit Bauchdeckendefekt und Austritt innerer Organe (HOPPER 2012).

Diskussion

Tiergesundheit und Herdenfruchtbarkeit

Fruchtbarkeitseinbußen und Anomalien können Zeichen von Erkrankungen sein.
Bei der langjährigen Betrachtung der Fruchtbarkeitsparameter im untersuchten Betrieb sind in den Jahren 2002 bis 2008 einerseits und 2009/2010/2011 andererseits zwei Phasen mit deutlich unterdurchschnittlichen Werten bezüglich der geborenen Ferkel erkennbar. Der erkennbare Fruchtbarkeitseinbruch 2004 ist größtenteils als Auswirkung von Infektionen der Tiere mit dem Circovirus anzusehen (Abb. 3). Für das Absinken der Werte im Zeitraum 2009-2011 sind aus hoftierärztlicher Sicht keine derartig schwerwiegenden infektiösen Ursachen im Zuchtsauenbereich bekannt. Im Mastbereich müssen meist nur Einzeltiere per Injektion behandelt werden. Lediglich gegen Dysenterie musste im Jahr 2010 mehrmals im Mastbereich eine orale Therapie durchgeführt werden.
Die Impfungen der Muttersauen gegen Porcine Parvovirose, Rotlauf, Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) sowie gegen Influenza und der Saugferkel gegen Circovirose und Mycoplasmeninfektionen der Atemwege werden seit Jahren regelmäßig und unverändert durchgeführt.

Die Futterzusammensetzung ist im Eigenanbau und Zukauf über die letzten Jahre hinweg konstant. Die Futterqualität ist ebenfalls kontrolliert. Bei einer Untersuchung des Futters im Juli 2009 durch die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen konnten keine erhöhten Mykotoxinwerte festgestellt werden.

Im Bestand traten in den letzten Jahren sowohl im Zucht- als auch im Mastbereich keine abnormen Verluste auf. Die Zahl der Aborte war eher gering. Allerdings entwickelten sich bezüglich der Fruchtbarkeit der Sauen und des Auftretens von Anomalien in den letzten drei Jahren deutlich negative Tendenzen.

Die Wurfleistung pro Sau und Jahr sinkt von durchschnittlich 23,5 im Zeitraum I (1.5.2002- 30.4.2008) auf 20,6 Ferkel/Sau/Jahr ab Mai 2009 ab. Parallel zu der geringeren Zahl an geborenen Ferkeln fällt auf, dass die Sauen durchschnittlich recht lange Güstzeiten (Zeiten bis zur erfolgreichen Besamung) im Vergleich zum Durchschnitt der vergangenen Jahre aufweisen. Entsprechend steigt der Anteil der Umrauscher von 17,6 % auf 25,7 % nach Senderinstallation. Dies führt in der Folge dazu, dass die durchschnittliche Zahl der Würfe pro Sau und Jahr von 2,17 im Zeitraum I auf 2,09 im Zeitraum II absackt.
Wegen dieser deutlichen Fruchtbarkeitsminderung in 2009-2011 wurden im Betrieb etwa 1000 Ferkel weniger geboren und die Wirtschaftlichkeit der Zuchtsauenhaltung stark gemindert.

Völlig neu für die Landwirtschaftsfamilie sind auch zwei Tumortodesfälle bei Muttersauen in den Jahren 2009 bis 2011.

Anomalien

Seit Mai 2009 traten im Bestand gehäuft Anomalien auf, die bisher nicht oder nur selten beobachtet worden waren. Und dies, obwohl der Bestandseber Nr. 24 vom 29.10.2007 bis zum 28.7.2010 durchgehend im Einsatz war. Bis zum 29.5.2009 konnten bei dessen Nachkommen außer Binnenebern und Bruchferkeln keine Anomalien, wie oben beschrieben, beobachtet werden. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass die vier Ferkel mit seltenen Anomalien, die zwischen dem 1. Mai und Mitte Juli 2009 geboren worden sind (nicht abgebildet: 29.5.2009: Loch in der Bauchdecke, 16.6.2009 und 25.6.2009: verstümmelte Vorderbeine, 11.7.2009: Zwitter), teratogen geschädigt wurden. Das widerspricht nicht der Vermutung, dass möglicherweise andere Missbildungen durch Mutationen entstanden sind. Eine genauere Untersuchung dieser These war nicht möglich, weil Sauen mit missgebildeten Nachkommen auch aus wirtschaftlichen Gründen schnell aus dem Betrieb entfernt wurden.

Von besonderer Bedeutung ist auch, dass bei Fremdsperma fast nur „Top Genetic-Samen" von auf Anomalien geprüften Ebern zum Einsatz kam. Trotz Eberwechsel und Fremdbesamung kommt es nicht zum Sistieren der neu aufgetretenen Anomalieformen.

Die innerbetriebliche Einschätzung der Anomaliensituation muss in Relation zu anderen vergleichbaren Beständen gesetzt werden. Dabei können z.B. die Ergebnisse der Anomalienprüfung für bayerische Pietrain-Eber der drei bayerischen Besamungsstationen Bayern-Genetik, Besamungsverein in Neustadt/Aisch und Besamungsstation Bergheim herangezogen werden (DODENHOFF 2010). In der Anomalienprüfung geht man von einem Wert von 2,2 % aller geborenen Ferkel aus, welche von einer Anomalie betroffen sind.
Bei den 7.728 seit 2009 geborenen Ferkeln sind demnach 170 Anomalien jeder Art als Binneneber, Bruchferkel, Grätscher, Zitterferkel, Zwitter und sonstiger Missbildungen zu erwarten. Da für die Anomalie „Zwitter" genaue Daten vorliegen, kann diese für einen Vergleich mit anderen Betrieben verwendet werden. Da die relative Häufigkeit von Zwittern in der oben erwähnten Anomalienprüfung im Schnitt 1,8 % aller Anomalien beträgt, wären also 3 Ferkel mit Hermaphroditismus ab 2009 zu erwarten. Mit gefundenen 36 ist diese Anomalie zwölfmal öfter aufgetreten als zu erwarten gewesen wäre (BEISSNER 2003).

Wissenschaftliche Evidenz negativer Wirkung von Mikrowellen auf Lebewesen

Genotoxizität wird in der Medizin als Ursache karzinogener Entartung und als Ursache für Mutationen mit der Folge von Missbildungen an neugeborenen Lebewesen diskutiert. In einem Industriepatent zur Verringerung der Strahlenbelastung wird die mögliche Genotoxizität technisch verwendeter Mikrowellenstrahlung explizit genannt (SWISS-COM AG 2004).

Ein gängiger Versuch, sich dem Ziel der Risikoabschätzung anzunähern, sind Zellstudien. Hier liegen begutachtete Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), Braunschweig mit Beobachtungen vor, dass sich an der teilenden Zelle unterhalb gültiger Grenzwerte die Mutationsrate erhöht, wenn die Zellkulturen mikrowellenexponiert sind (SCHMID & SCHRADER 2007, SCHRADER et al. 2008).

Auch liegen Erkenntnisse an der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* vor, dass bereits im „nicht-thermischen Bereich" weit unterhalb der gültigen Grenzwerte Mutationen ausgelöst werden (PANAGOPOULOS et al. 2004, SCHLIEPHAKE 1960). Gleich zwei Arbeiten berichten 2010 über erhöhte Missbildungsraten an Fröschen unter dem Einfluss technischer Mikrowellen (BALMORI 2010, SIDOREK & YAKYMENKO 2010).

Yakymenko belegt 2013 anhand von Untersuchungen an Wachteleiern, dass die durch Mikrowellen induzierte Bildung von freien Radikalen und von reaktiven oxidativen Spezies (ROS) zu oxidativen Schäden an der DNA führen. Dabei lag die Intensität der verwendeten Signale im GSM- Bereich von 900 MHz bei 2.500 µW/m^2 weit unterhalb der gültigen Grenzwerte (BURLAKA et al. 2013).

Löscher beschreibt im Praktischen Tierarzt die Ergebnisse der Bayerischen Rinderstudie. Da alle Messwerte innerhalb gültiger Grenzwerte liegen, wurden unterschiedliche Belastungsgruppen miteinander verglichen. In den belasteten Ställen findet sich eine verdoppelte Missgeburtenrate und Verhaltensauffälligkeiten bei den untersuchten Rindern. Auch boten die mobilfunkbelasteteren Rinder signifikant häufiger als Kontrollrinder zwei Mikrokerne pro Erythrozyt; ein Befund, der als besorgniserregend beschrieben wird.

Bereits 2003 berichtet Löscher auch über gut dokumentierte Fallberichte von Zuchtsauenbetrieben, in denen es nach Installation von MF-Sendeanlagen zu Fertilitätsproblemen und einer dramatischen Zunahme von Missgeburten kam, ohne dass Infektionskrankheiten eine Rolle spielten. Dezidiert genannt werden Betriebe in Westoverledingen in Ostfriesland und Rainbach in Österreich. Erwähnenswert ist auch ein Bericht über eine Gänseherde in Goch, Niederrhein, bei der die Befruchtungsrate nach Senderinstallation von 85 % auf 5 % sank (LÖSCHER 2003).
Eine daraufhin geplante epidemiologische Studie der Tierärztlichen Hochschule Hannover wurde bis zum Jahr 2013 wegen fehlender Finanzierung nicht durchgeführt (FEDROWITZ 2014).

Hässig schlussfolgert 2009 anhand von Augenuntersuchungen von 253 zufällig ausgewählten Schlachtkälbern, dass die Ergebnisse einen Zusammenhang zwischen der Exposition der Kälber durch Moblilfunksendestationen und Katarakten nahelegen (HÄSSIG et al. 2009).
Als pathophysiologische Grundlage konnte Ni 2013 an Augenlinsenzellen oxidativen Stress durch die Bestrahlung mit 1,8 GHz Feldern nachweisen (NI et al. 2013).
Vorausgegangen waren die Beobachtungen des Schweizer Landwirts Sturzenegger, der nach der freiwilligen Installation einer MF-Antenne auf dem eigenen Hof Kälber mit bisher nicht aufgetretenem Katarakt und weitere Störungen beobachtet hatte (HÄSSIG et al. 2012).
Erst nach dem daraufhin von ihm betriebenen Abbau der Sendestation normalisierte sich die Situation, ohne dass mit dem Betreiber Einigung über eine wissenschaftliche Abklärung erzielt werden konnte (STURZENEGGER 2014).

Folgerungen und Forderungen

Die gefundenen Missbildungserhöhungen und Fruchtbarkeitsstörungen besitzen nicht nur veterinär-, sondern auch humanmedizinische Relevanz. Ein Anstieg der Missbildungsraten von Zwittern um das mehr als zehnfache lässt auf mögliche Probleme auch am Menschen schließen, da das Schwein dem Menschen so ähnlich ist, dass es in der Pharmaindustrie verstärkt in Laborversuchen eingesetzt wird.

In dem noch bis 1989 gültigen DDR-Standard TGL37816 wird explizit darauf hingewiesen, dass sich Zuchtvieh im Gegensatz zu Weidevieh nicht im bau- und nutzungsbeschränkten Bereich um Sendeanlagen aufhalten darf (MINISTERIUM FÜR POST- UND FERNMELDEWESEN 1983: 4).

Bei einer „Geburtenrate" von fast 3.000 Ferkeln pro Jahr liegt ein so großes Kollektiv vor, dass auch seltener auftretende Probleme erkannt werden können. Die erhobenen Befunde sind damit dringend abklärungsbedürftig.

Die einfachste und sicherste Maßnahme ist die Entfernung der vermuteten Noxe, im vorliegenden Fall also die Stilllegung der neu installierten Sendestation.

Erklärung:
Die Datenerhebung, die Messungen, die statistische Auswertung und die Ausführung der vorliegenden Arbeit erfolgten ohne Fremdmittel. Die Unterstützung zur Datenaufbereitung durch Herrn Dr. Tüller verdient unseren besonderen Dank.

Mitteilung der Redaktion

Der obige Beitrag ist als **Wissenschaftlicher Originalbeitrag** gekennzeichnet und unterlag einem speziellem Peer-Review-Verfahren unter Beteiligung des Wissenschaftlichen Beirats.

Die Redaktion

Kontakt:

Professor Dr. rer. nat. Dr. habil. Klaus Buchner
Straßbergerstraße 16
80809 München

Dr. med. Horst Eger (Korrespondenzanschrift)
Ärztlicher Qualitätszirkel
„Elektromagnetische Felder in der Medizin - Diagnostik, Therapie, Umwelt",
(Code-Nr. 65143 KV Bayern)
Marktplatz 16
95119 Naila
E-Mail: horst.eger@arcormail.de

Landwirtschaftsmeister Josef Hopper
Niederreith 1
94099 Ruhstorf

Nachweise

BAAN, R., GROSSE, Y., LAUBY-SECRETAN, B. et al. (2011): Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields, Lancet Oncol, 12: 624–626.

BALMORI, A. (2010): Mobile Phone Mast Effects on Common Frog (Rana temporaria) Tadpoles: The City Turned into a Laboratory, Electromagnetic Biology and Medicine, 29: 31–35.

BARTERI, M. (2005): Structural and kinetic effects of mobile phone microwaves on acetylcholinesterase activity, Biophysical Chemistry 113: 245-253.

BOHR, H., BOHR, J. (2000): Microwave-enhanced folding and denaturation of globular proteins, Physical Review E 61: 4310 – 4314.

BOSCH, K. (2005): Elementare Einführung in die angewandte Statistik, vieweg studium, Wiesbaden.

BEISSNER, B. (2003): Genetische Analyse von angeborenen Anomalien bei den Nachkommen von Besamungsebern, Dissertation, Hannover.

BROCKHAUS (1972): abc physik, Band 2, Brockhaus Verlag, Leipzig.

BRÜNING, H., TRENKLER, G. (1994): Nichtparametrische statistische Methoden, de Gruyter, Berlin.

BUNDESNETZAGENTUR (2008): Standortbescheinigung Nr. 69010067, 30.06.2008, Angaben zu 3 Sendeanlagen GSM 930 MHz, horizontaler Sicherheitsabstand: 6.97m, vertikaler Sicherheitsabstand 1,67m.

BURLAKA, A., TSYBULIN, O., SIDORIK, E. et al. (2013): Overproduction of free radical species in embryonal cells exposed to low intensity radiofrequency radiation, Exp Oncol 35(3): 219-225.

DODENHOFF, J. (2010): Ergebnisse der Anomalienprüfung für bayerische Pietrain-Eber, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht, Poing [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/itz/dateien/bazischwein_aktuelles_anomalienpruefung.pdf, Zugriff: 1.7.2014].

FEDROWITZ, M. (2014): pers. Mitteilung, Anfang 2014.

HÄSSIG, M., JUD, F., KUPPER, J., SPIESS, B. M. (2009): Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile phone telephone antenna base stations, Schweiz. Arch. Tierheilk. 151(10): 471-478.

HÄSSIG, M., JUD, F., SPIESS, B. (2012): Vermehrtes Auftreten von nukleärer Katarakt beim Kalb nach Erstellung einer Mobilfunkbasisstation, Schweiz. Arch. Tierheilk. 154(2): 82-86.

HARTE, C. (1950): Mutationsauslösung durch Ultrakurzwellen, Chromosoma 3: 440-447.

HARTE, C. (1972): Auslösung von Chromosomenmutationen durch Meterwellen in Pollenmutterzellen von Oenothera, Chromosoma 36: 329-337.

HOPPER, J. (2012): Fotodokumentation der Anomalien, 01.05.2009 bis 30.04.2012, unveröff., Ruhstorf.

IARC – INTERNATIONAL AGENCY ON THE RESEARCH OF CANCER (2011):
Non-ionizing radiation, Part II: Radiofrequency electromagnetic fields, IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 102 [http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf, Zugriff 1.3.2014].

ICNIRP - INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (1998): ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHZ), ICNIRP Publication, [http://www.icnirp.de/PubEMF.htm, Zugriff 1.12.2013].

LITTMANN,E., GÖTZ, K.-U., DODENHOFF, J. (2006): Schweinezucht und Schweineproduktion, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Unterrichts- und Beratungshilfe, ISSN 1611-4159.

LÖSCHER, W. (2003): Die Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Mobilfunksendeanlagen auf Leistung, Gesundheit und Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere: eine Bestandsaufnahme, Praktischer Tierarzt 84(11): 850-863.

MINISTERIUM FÜR POST- UND FERNMELDEWESEN (1983): DDR-Standard, TGL37816, Landeskultur und Umweltschutz, Schutz vor elektromagnetischen Feldern von 60 kHz bis 300 GHz.

NI, S., YU, Y., ZHANG, Y. et al. (2013): Study of Oxidative Stress in Epithelial Cells Exposed to 1.8 GHz Radiofrequency Fields, PLOS ONE 8(8): e72370.

PANAGOPOULOS, D.J., KARABARBOUNIS, A., MARGARITIS, L.H. (2004): Effect of GSM 900 Mhz mobile phone radiation on the reproductive capacity of Drosophila melanogaster, Electromagn Biol Med 23(1): 29-43.

SCHLIEPHAKE, E. (1960): Kurzwellentherapie, Fischer Verlag, Stuttgart.

SCHMID, E., SCHRADER, T. (2007): Different biological effectiveness of ionizing and non-ionizing radiations in mammalian cells, Adv. Radio Sci. 5: 1-4.

SCHRADER, T., SCHMID, E., MÜNTER, K., KLEINE-OSTMANN, T. (2008): Spindle Disturbances in Human-Hamster Hybrid (AL) Cells Induced by Mobile Communication Frequency Range Signals, Bioelectromagnetics 29: 626-639.

SIDOREK, E., YAKYMENKO, I. (2010): Safety limits for electromagnetic radiation of modern mobile telephone advices and potential risk for human health, Experimental Oncology 32: 1-108.

STURZENEGGER, H. (2014): pers. Mitteilungen.

SWISS-COM AG (2004): Reduction of Electrosmog in Wireless Local Networks, International application published under the patent cooperation treaty (PCT), International Publication Number WO 2004/075583 A1, Application Number PCT/CH2003/000138, International Publication Date 02.09.2004, World Intellectual Property Organization, International Bureau.

WUSCHEK, M. (2009): Elektromagnetische Immissionen durch Mobilfunksendeanlagen, Bericht über durchgeführte Feldstärkemessungen und Prognoseberechnungen, Projektnummer: 09/016, EM-Institut GmbH, Regensburg, Vorhermessung: 22. April 2009, Nachhermessung: 7. Mai 2010.