
Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Pflanzen

Beobachtungen und Studien aus 80 Jahren

Dr. med. Cornelia Waldmann-Selsam

Internet-Publikation der Kompetenzinitiative e.V.

Vorbemerkung

Der hier von der Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e.V. publizierte Forschungsbericht ist anlässlich der Mitwirkung unserer Initiative an Position 46 des BUND – Für zukunftsfähige Funktechnologien. Begründungen und Forderungen zur Begrenzung der Gefahren und Risiken durch hochfrequente elektromagnetische Felder (Oktober 2008) - entstanden. Eine Erweiterung und Aktualisierung, die Dr. med. Cornelia Waldmann-Selsam und Dr. rer. nat. Volker Schorpp gemeinsam verfassen, ist in Arbeit, wird aber noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Da wir angesichts jüngster Diskussionen schon jetzt laufend nach Erkenntnissen auf diesem Gebiet gefragt werden, machen wir zwischenzeitlich auch den Text von 2008 zugänglich, bevor er durch den jüngeren und wesentlich umfangreicher gewordenen Forschungsbericht abgelöst werden kann.

Der Vorstand der Kompetenzinitiative e. V.

Anfänge der Forschung

Die Frage nach der Wirkung elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf Pflanzen wird gern als ebenso neu wie spekulativ abgetan. In Wahrheit hat sie eine fast ein Jahrhundert umfassende Geschichte.

Dr. Bortels, Institut für Bakteriologie und Serologie der biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig-Gliesmarode, machte schon ab 1930 eine Vielzahl mikrobiologischer Reihenversuche, die eine Vermehrung der Mikroorganismen bei Witterungsumschwung von Tiefdruck- zum Hochdruckwetter nachwies. Der Erreger des bakteriellen Pflanzenkrebses (*Pseudomonas tumefaciens*) bildete deutlichere Bakteriensterne, ein für den Kartoffelanbau gefährlicher Pilz (*Phytophthora infestans*) ließ mehr infektionstüchtige Zoosporen ausschwärmen. Da die Versuchsbedingungen Einflüsse wie Feuchte, Wärme, Licht, Luft und Luftdruck ausgeschlossen hatten, vermutete Bortels atmosphärische Strahlung als Ursache der beobachteten Wirkungen. Er erkannte auch wetterabhängige Veränderungen des Zustandes des Agargels und verschiedener Fällungsreaktionen im Reagenzglas. Und er vermutete bereits, dass die wechselnde atmosphärische Strahlung „vielleicht einen bisher übersehenen Motor des Lebens darstellt“ (10).

Ludwig und von Ries, Laboratorium Engeriedspital Bern, beobachteten 1932 eine hochgradige Hemmung im Keimen und Wachsen von Bohnen durch Hochfrequenzbestrahlung im bipolaren Feld (4).

Erst um die Mitte des Jahrhunderts konnte jedoch messtechnisch nachgewiesen werden, dass es neben dem Licht auch Ultrakurzwellen geringer Intensität als natürliche Strahlung gibt, welche die Erde durch ein 2. Fenster in der Atmosphäre erreichen.

Als die künstlich erzeugte UKW-Strahlung durch Verwendung in Technik und Rundfunk zunahm und nach Zeit und Ort in wechselnder Stärke in der Umgebung der Lebewesen vorhanden war, untersuchten Botaniker der Universität Freiburg 1949 die biologische Wirkung von Meterwellen (Wellenlänge 1,5 m) auf das Teilungswachstum und auf die Meiosis von Pflanzen.

Die Untersuchungen des Teilungswachstums der Pferdebohne von Brauer und Kiepenheuer zeigten, dass extrem schwache Feldstärken die Teilungsfrequenz signifikant erhöhen und begünstigen, höhere Feldstärken sie umgekehrt senken und hemmen. Eine Erwärmung lag dabei nicht vor, so dass eine *athermische* zellphysiologische Wirkung bei schwächsten Strahlungsintensitäten gefunden worden war (7,8).

Hartes Untersuchungen der Wirkung auf die Meiosis ergaben, dass die Meterwellen $\lambda = 1,5 \text{ m}$ ($f = 200 \text{ MHz}$) bereits bei der geringen Feldstärke von 1,5 Volt /m und einer kurzen Bestrahlungsdauer von 15 Minuten einen starken mutationsauslösenden Impuls setzen. (Bei 200 MHz beträgt der ICNIRP-Grenzwert für Dauerexposition 27,5 V/m). Harte gibt an: "Im Ganzen wurden in 220 analysierbaren Zellen 29 sichere Chromosomenmutationen gefunden." Zusammenfassend folgert sie:

Die Feststellung der mutagenen Wirkung von UKW ist für die Mutationsforschung von besonderer theoretischer Bedeutung, weil sie eine Strahlung darstellen, deren Wirkung wegen ihrer geringen Quantenenergie nur schwer durch die Trefferereignisse erklärt werden kann. Der mutagenen Wirkung der UKW kommt weiterhin eine erhebliche Bedeutung dadurch zu, dass diese Strahlung in der Natur zeitweise in Stärken vorkommt, bei denen die Auslösung von Mutationen erwartet werden muss.

Die praktische Bedeutung der Untersuchungen liegt darin, dass bei der stark erweiterten Anwendung von UKW für Rundfunk- und Fernsehsendungen damit zu rechnen ist, dass in der Umgebung der Sendeanlagen die Pflanzen starken Schädigungen ausgesetzt sind, für deren tatsächliches Vorkommen bereits Beobachtungen über die sogenannten UKW-Schneisen in Wäldern in der Nähe von Richtstrahlantennen und über das Eingehen der Pflanzen in der Nähe von Fernsehsendern vorliegen (9).

In der Folgezeit spielt die Erforschung elektrophysiologischer Vorgänge in Pflanzen eine immer größere Rolle. Der Begründer der Elektrophysiologie Osterhout konnte nachweisen, dass der Verlust der selektiven Permeabilität von Zellmembranen zu einer erhöhten elektrischen Leitfähigkeit des pflanzlichen Gewebes führt. Damit konnte über elektrophysiologische Messungen auf den Gesundheitszustand von Pflanzen geschlossen werden (2).

Wilhelmi, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, erkannte 1962 einen höheren Radialzuwachs an Gewittertagen. Die Veröffentlichung fasst zusammen: „An Hand von Messungen, die mit einem Mikrodendrometer an Douglasien 1962 durchgeführt wurden, konnte festgestellt werden, dass der Wachstumsrhythmus durch Gewitter beeinflusst wird“ (13, 15).

Dr. H. Brezowsky, Medizin-Meteorologische Beratungsstelle des Deutschen Wetterdienstes in Bad Tölz, fand in drei großen Versuchsreihen (1961, 1962, 1963) mit Samenkeimung verschiedener Oenotheren einen Zusammenhang der Keimprozente mit den Wetterphasen und ihren spezifischen luftelektrischen Einflüssen (17).

In den 70iger Jahren wurde eine Beeinflussung des Baumwachstums durch Hochfrequenz-Immissionen in Canada beobachtet (19).

Beunruhigende Beobachtungen und beginnende Verharmlosung

Als 1981 innerhalb kurzer Zeit schwere Waldschäden, vor allem in Kammlagen, oft weit entfernt von Schadstoffquellen auftraten und Tanne, Fichte, Kiefer und Buche gleichzeitig betroffen waren, suchten neben Forstbotanikern auch Ingenieure mit Erfahrungen und Kenntnissen in Elektro- und Nachrichtentechnik, Elektrophysiologie und Ferromagnetismus nach der Ursache.

Dipl.-Ing. H. Hommel, Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal, veröffentlichte 1986 Feldstärken-Messungen in Höhenlagen (Hagenschieß bei Pforzheim, Mautzenberg/Bernstein bei Raststatt) und führte darüber hinaus Messungen der Leitfähigkeit an Tannennadeln durch. Aus den festgestellten Veränderungen der Leitfähigkeit in Abhängigkeit von Frequenz, Feldstärke und Jahreszeit zog er Rückschlüsse auf das elektrische Geschehen an den Membranen.

Auf dem Symposium des Umweltbundesamtes *Neue Ursachen-Hypothesen* 1985 forderte er eindringlich Messungen der Feldstärkeverteilung in Schadgebieten, Untersuchung des Jahresgangs der Leitfähigkeit an Nadelbäumen und die Erforschung der Auswirkungen der Hochfrequenzimmissionen auf den Pflanzenstoffwechsel. Aus vorliegenden Forschungen und eigenen Beobachtungen folgerte er:

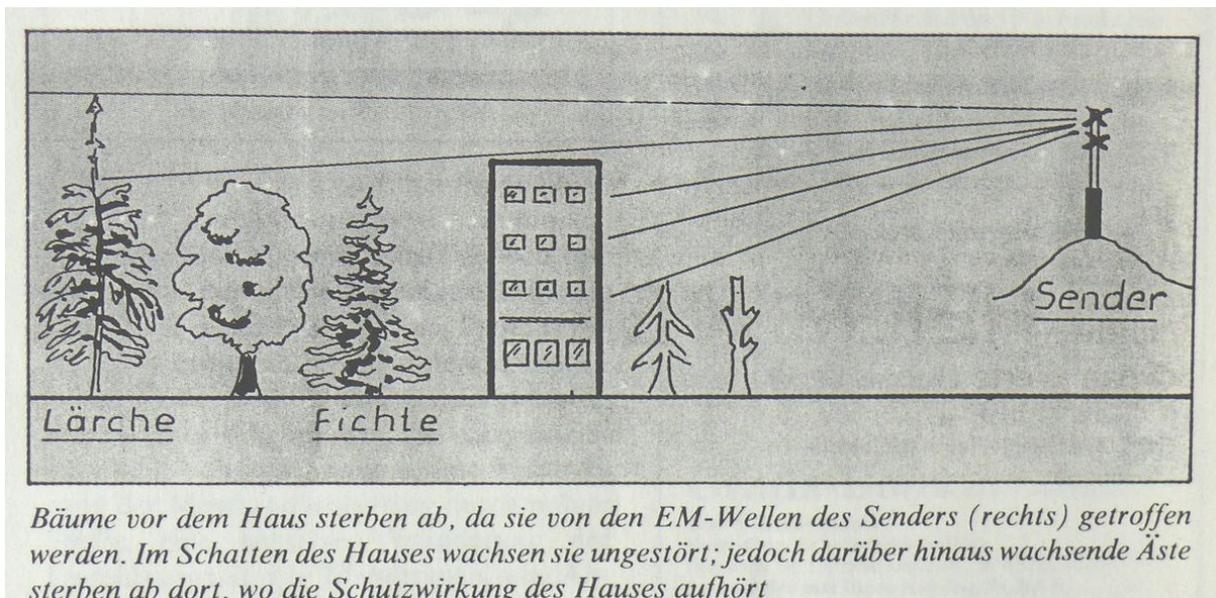
Im Rätselwettstreit um den oder die dominierenden Stressfaktoren, die für das Waldsterben verantwortlich zu machen sind, blieb bisher der Einfluss elektromagnetischer Wellen auf die Pflanze weitgehend unbeachtet. Dabei ist eine

Beeinflussung elektronischer Geräte (Mess- und Steuergeräte, Rechner etc.) durch elektromagnetische Strahlung lange bekannt und wird im Zusammenhang mit der Gefährdung von Menschen im Nahbereich von Sendern (Rundfunksender, Radaranlagen und dgl.) schon seit dem Zweiten Weltkrieg untersucht und diskutiert unter dem Schlagwort „EMV“: Elektromagnetische Verträglichkeit. Nur die Einwirkungsmöglichkeiten auf Pflanzen wurden bisher fast völlig ignoriert (25-28).

Dipl.-Forstwirt Claus E.E. Schulte-Uebbing, München, veröffentlichte anlässlich des obigen Symposiums des Umweltbundesamtes seine pathophysiologischen Arbeitshypothesen zum Waldsterben: *Stress- und Resistenzmangel-Syndrom durch technische Mikrowellen?* (20).

Im Mai 1984 hatte er geschädigte Fichten am Wendelstein mit einem engmaschigen Drahtgeflecht abgeschirmt. Innerhalb von 6 bis 8 Wochen setzte eine Erholung bei 11 der 15 Fichten ein. Er berichtete über ähnliche Beobachtungen und analoge Versuche auch aus dem Raum Bayreuth. Er empfahl die einfachen Versuche mit Faraday'schem Käfig auf größeren Versuchsflächen zu wiederholen, um die Indizien der Schädigung weiter abzuklären (24).

Dipl. hort. Dr. phil. nat. Aloys Bernatzky, Landschaftsarchitekt, Fachmann für Baum- und Naturschutz, Pionier der Stadtökologie, beobachtete und dokumentierte senderseitig auftretende Kronenschäden, Störungen des Wuchses von Nadelbäumen oberhalb des Dachfirstes und das Nebeneinander von hochfrequenzexponierten geschädigten und abgeschirmten gesunden Bäumen. Er veröffentlichte 1986 die folgende Graphik (23, 29):



Prof. Dr. W. Koch, Lehrstuhlinhaber für Forstbotanik an der LMU München, führte auf der Suche nach den Ursachen des Waldsterbens von 1985-1988 ein Langzeitexperiment durch. In der Zusammenfassung seiner Veröffentlichung *Der Reinluft/Standortluft-Vergleich an Fichte* (1989) stellte er fest:

Es wird über die Arbeit und erste Ergebnisse an der Versuchsstation „Aschenbrennermarter“ im Vorderen Bayerischen Wald berichtet. Dort ist die Frage zu prüfen, ob gasförmige Luftschadstoffe in der Lage sind, das Laub von Waldbäumen unmittelbar zu schädigen. Zu diesem Zweck werden nun im dritten

Jahr ununterbrochen je ein Zweig einer erwachsenen 36 m hohen Fichte mit Reinluft bzw. der unveränderten Standortluft begast und eine Reihe wichtiger Größen des Gasstoffwechsels und der Zuwachsleistung neben den Umweltparametern fortlaufend erfasst.

Die bisherigen Ergebnisse weisen darauf hin, dass mit Ausnahme der Wintermonate in der Vegetationszeit keinerlei Beeinträchtigungen auftreten. Die Verluste im Winter sind so gering, dass sie im Gesamthaushalt des Baumes nicht ins Gewicht fallen (36).

Aus seinen Beobachtungen schloss er, dass andere Mechanismen der Schädigung im Spiel sein müssten. Eine mögliche Ursache für Schäden an Nadelhölzern sah sein Forscherteam in der EMF-bedingten Fehlsteuerung der Spaltöffnung an den Nadeln, über die Nadelbäume ihren Wasserhaushalt steuern (37).

Der Bundespostminister bat mit Schreiben vom 30.03.87 um Forschungsarbeiten zum Thema: „Wie beeinflussen Leistung, Frequenz, Modulationsart und Pulsrate modulierter Mikrowellenfelder bestrahltes Gewebe und pflanzliche Zellen?“.

Dr.-Ing. W. Volkrodt, Elektrotechniker, Physiker und vielseitiger Erfinder, erforschte und dokumentierte die Waldschäden an vielen Standorten von Richtfunk-, Radar-, Rundfunk- und Fernsehsendern. Sein Poster auf dem *Internationalen Kongress Waldschadensforschung* 1989 in Friedrichshafen zeigte die verheerenden Folgen an Ochsenkopf und Schneeberg (Fichtelgebirge), Würtemberg (Harz) und Wasserkuppe (Rhön) und das dichte Netz der Richtfunkstrecken in Bayern. Erfahrungen in der Anwendung ferromagnetischer Werkstoffe und die Leitung von Elektronik- und Funkentstörlabors führten ihn zur Beschäftigung mit der Hochfrequenztechnik. Er vermutete, dass die Mitwirkung von Eisenmolekülen im Chlorophyll die Wandlung von Hochfrequenzenergie in chemische Energie ermöglicht: „Die Elektronenspins von Eisenmolekülen besitzen die außergewöhnliche Fähigkeit zur Absorption von Hochfrequenzenergie durch Ferroresonanz aus der radiofrequenten Strahlung des Universums im Wellenbereich von etwa 3 bis 30 cm.“ Volkrodt beschäftigte sich auch bereits mit den Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf das Wassermolekül (30, 33, 41).

K. Ermer und Dipl.-Ing. F. Mayerhofer dokumentierten im Raum Bayreuth Waldschäden auf Richtfunkstrecken und an den Sendern Ochsenkopf, Oschenberg und Tannfeld. Sie führten zahlreiche Experimente mit geschädigten Bäumen durch. In Zusammenarbeit mit dem Gymnasium Bayreuth hat Ermer 1989 eine Videodokumentation erstellt, in welcher u. a. die Gesundung von Bäumen durch Abschirmung bzw. Erdung vorgestellt wird (22, 34).

Am 19.07.93 führte Dipl.-Ing. F. Mayerhofer mit der Selbsthilfegruppe Elektrosmog, Bayreuth, eine Informationsfahrt mit dem Thema *Neuartige Waldschadensursachen durch elektromagnetische Wellen?* durch. In einer Pressemitteilung heißt es:

Der zuständige Fachingenieur der Telekom, Bayreuth, G. Knobloch, hat in einer Presseinformation vom 03.12.91 ein Forschungsprojekt vorgeschlagen, um die elektromagnetische Beeinflussung von Bäumen festzustellen. Am besten geeignet wären langjährige Vergleichsversuche belasteter und unbelasteter Baumgruppen bei verschiedenen Feldstärken.

Die Bestandsaufnahme der Immissionen im Bereich von Baum- und Waldschäden, und zwar in der aktuellen Belastungshöhe (Mindestvergleichshöhe 9

m) ist längst überfällig, auch wenn die Wirkungsmechanismen der Schädigung noch nicht im einzelnen bekannt sind.

Unverständlicherweise wurde bisher das bereits 1990 konzipierte Forschungsvorhaben des Bundesamts für Strahlenschutz in Salzgitter nicht angegangen. Es sollte sich mit der Energieabsorption biologischer Systeme im Frequenzbereich von 10 MHz bis 3 GHz, mit Zellmembraneffekten und Änderungen des Zellwachstums befassen (44, 45).

Doch die Unterrichtsblätter für Funktechniker von 1989 würdigen die Interaktion von Bäumen und Strahlen nur als Störfaktor: Durch vereinzelt Bäume wie ganze Wälder würden unerwünschte Dämpfungen der Richtfunksignale hervorgerufen, die durch Erhöhungen der Leistung ausgeglichen werden müssten. Und die Strahlenschutzkommission dementiert in einer Stellungnahme vom 27.09.1990 überhaupt bestehende Zusammenhänge - ohne die dokumentierten Waldschäden an Senderstandorten untersucht zu haben: „Richtfunk- und Radarwellen rufen keine Waldschäden hervor.“ (38)

Ab 1992 wird das Mobilfunk- und Richtfunknetz weiter ausgebaut.

Jüngere Forschungen

Doch eine Vielzahl jüngerer Beobachtungen und Forschungen zeigt, wie schlecht begründet und fahrlässig alle Entwarnungen und die bewussten Verzichte auf weitere Forschungen waren.

Ab 1990 untersucht Muraji (Japan) die Wachstumsrate der ersten Wurzeln bei Zea mays-Sämlingen in gepulsten Magnetfeldern (1 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 20 Hz, 40 Hz, bis zu 320 Hz). Bis 160 Hz wird ein Anstieg der Wachstumsrate mit einem Maximum bei 10 Hz (ratio = 1,28) festgestellt. In Magnetfeldern, die im Bereich zwischen 240 Hz und 320 Hz gepulst sind, wird eine Reduktion (bis 0,8) der Wachstumsrate gemessen (52).

Dr. H. Röhle, Lehrstuhl Waldwachstumskunde der LMU München in Freising, kann während einer experimentellen Langzeitbehandlung mit saurer Beregnung (Höglwaldprojekt) von 1983 bis 1992 keinen negativen Einfluss auf den Zuwachs bei Fichten feststellen. „Entgegen gängiger Lehrbuchmeinung führte die saure Beregnung nicht zu einer Minderung der Wuchsleistung.“ Auch konnten keine Schäden, wie sie dem "sauren Regen" angelastet wurden, erzeugt werden (46).

Im Jahr 1996 weisen Balodis et al. nach, dass das Wachstum der Kiefern seit der Inbetriebnahme des Skruna-Senders im Jahr 1970 gehemmt ist: An 29 Stellen wird das Wachstum der Bäume retrospektiv für den Zeitraum von 1959 bis 1988 anhand der Jahresringe analysiert. Es wird eine statistisch signifikante ($p < 0.01$) negative Korrelation zwischen dem jährlichen Wachstum und der Intensität des gemessenen elektrischen Feldes gefunden. An allen exponierten Stellen ist das Wachstum der Kiefern vermindert. Diese Wachstumsverminderung beginnt nach 1970 - fällt also mit dem Betriebsbeginn der Skruna Radar-Station zusammen - und wird während der ganzen nachfolgenden Studienperiode beobachtet. Zahlreiche andere Umweltfaktoren und anthropogene Einflüsse werden berücksichtigt, aber keine signifikanten Effekte auf das Baumwachstum beobachtet (48, 50). Selga et al. finden um den Skruna Radarsender strahlungsbedingte Zellfunktionsstörungen und unspezifische Stressreaktionen, die u. a. zu beschleunigter Harz-Produktion und beschleunigter Alterung der Kiefern bäume führen (49).

Schmutz et al. untersuchen 4-jährige Fichten und 3-jährige Buchen während eines Zeitraumes von 3,5 Jahren bei einer Exposition mit $f = 2450$ MHz (ungepulst) und einer Leistungsflussdichte zwischen $0,007$ W/m² und 300 W/m². Sie erkennen in diesem Zeitraum keine sichtbaren Schäden, keine Auswirkung auf die Kronentransparenz und keine Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Photosynthese-Apparates - trotz teilweise signifikant unterschiedlicher Chlorophyllkonzentration. Doch die Konzentration von Calcium und Schwefel in den Buchen ist in den ersten beiden Jahren mit zunehmender Leistungsflussdichte signifikant erniedrigt:

“However, the foliar concentrations of calcium and sulfur in beech were significantly reduced with the increasing PFD (Power Flux Density) in years 1 and 2 (Fig. 4). In the group with the highest PFD (group 1; 100-300 W/m²) the mean calcium concentration were reduced by 23% (year 1) and 33% (year 2) relative to group 4 (0,007 W/m²).”

Im dritten Jahr ist die Calcium-Konzentration im Vergleich der Expositions-Gruppen zwar nicht signifikant verschieden, hat aber absolut gegenüber den Vorjahren weiter abgenommen. Die Schwefelkonzentration hat in allen drei Jahren mit zunehmender Leistungsflussdichte abgenommen. Schmutz folgerte aus den Ergebnissen, dass eine Risikobewertung erst nach weiteren Forschungen möglich sei:

„Further studies of MW (microwave) and RW (radiofrequency electromagnetic fields) effects on calcium metabolism in plants are therefore required....A comprehensive risk assessment for MW and RW on the vegetation has to wait until further basic research has been done on the biological effects of these waves on plants” (51).

In Michigan (USA) wird bei einer Untersuchung herausgefunden, dass bestimmte Frequenzen das Wachstum (Länge oder Dicke) einzelner Arten forcieren können. Bei Dauereexpositionen werden bei Buchen Elektrolytverschiebungen festgestellt (47).

Lerchl et al. (Universitäten Wuppertal und Karlsruhe) untersuchen insgesamt 451 einjährige Keimlinge dreier Koniferen-Arten. Im Zeitraum von Oktober 1999 bis Mai 2000 (222 Tage) werden die Pflanzen mit $f = 383$ MHz (gepulst) befeldet (entsprechend dem TETRA-Signal). Dabei werden bei *Pinus pumila* Wachstumsbeschleunigungen, aber auch Erniedrigungen des Chlorophyll-Anteils (Chl a/b) beobachtet. Bei allen drei Koniferen-Arten ist die Anzahl toter Pflanzen unter den exponierten Gruppen signifikant erhöht: „The numbers of dead plants at the end of the experiment was increased in all three species.“

Tabelle 3: Anteile toter Pflanzen nach 222-tägiger Exposition. °, $p < 0.05$

Species	Control	Exposed
<i>Pinus pumila</i>	6,0 %	20,4 %
<i>Abies alba</i>	17,9 %	38,4 %
<i>Abies grandis</i>	6,7 %	16,3 %

Die Ergebnisse der mit öffentlichen Mitteln geförderten Studie sind bis heute nicht publiziert worden. Nur ein Abstract ist auf dem Weg beharrlicher Recherchen zugänglich geworden (57).

WHO, ICNIRP und BfS veranstalten am 4./5. Oktober 1999 ein Internationales Seminar in Ismaning zum Thema *Effects of Electromagnetic Fields on our Living Environment*. Repacholi (WHO, EMF-Project) äußert sich: “Given that any adverse impacts on the environment will ultimately affect human

life, it is difficult to understand why more work has not been done. There are many questions that need to be raised.” Das sagt hier noch derjenige, der später die Verantwortung für vielfältige Verharmlosungen trägt! Im Tagungsband wird u.a. eine Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse veröffentlicht, die negative Auswirkungen auf Bäume, Vögel, Kühe und Menschen am Skruna-Sender nachweisen (56).

Im Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung vom 8. Juli 2003 (Drucksache 15/1403) zum Thema *Gesundheitliche und ökologische Aspekte bei mobiler Telekommunikation und Sendeanlagen – wissenschaftlicher Diskurs, regulatorische Erfordernisse und öffentliche Debatte* wird die WHO aus dem Jahr 1999 zitiert. Einflüsse hochfrequenter Felder auf Pflanzen und Tiere hätten bislang ein unzureichendes Forschungsinteresse gefunden. Ihre Untersuchung sei jedoch von großer Bedeutung sowohl „für die Sicherung der Erhaltung des Gleichgewichts in natürlichen Land- und Meeresökosystemen, da diese auf das menschliche Leben einwirken“, als auch „für die Erhaltung der menschlichen Ernährungsgrundlagen durch Vermeidung schädigender Einflüsse auf Fischerei sowie Nutztiere und Kulturpflanzen“ (62).

Der spanische Biologe Balmori beobachtet 2003 in den Hauptstrahlrichtungen der Sektorantennen von Mobilfunksendern geschädigte Baumspitzen (60).

In mehreren Gymnasien untersuchen Schüler und Lehrer die Veränderung des Kressewachstums neben DECT-Basisstationen. In Abhängigkeit von Feldstärke und Zeitdauer variieren die Auswirkungen: kein Wachstum, verstärktes Wachstum, vermindertes Wachstum oder Absterben (61).

Im Jahr 2004 und 2005 werden in der Zeitschrift *Bioelectromagnetics* mehrere Arbeiten zur Beeinflussung des Pflanzenwachstums veröffentlicht (63. 64).

Sandu untersucht 2005 in einer Vorstudie quantitativ die Chlorophylle der Blätter von Robinien Sämlingen (*Robinia pseudoacacia* L.) nach Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (400 MHz). Nach dreiwöchiger täglicher Exposition (1, 2, 3 und 8 Stunden) wird die Menge des Chlorophylls gemessen. Dabei ist die Menge an Chlorophyll (a) als auch die an Chlorophyll (b) gesunken, außer bei einer Expositionszeit von zwei Stunden, bei der eine beträchtliche Steigerung zu verzeichnen war (65).

Die Untersuchungen zwischen 1990 und 2005 bestätigen, was die Botaniker der Freiburger Universität schon 1950 gefunden hatten.

Das Bundesamt für Strahlenschutz gibt die Unterlassung notwendiger Forschungen zur Wirkung elektromagnetischer Felder auf die ganze Natur in den *Leitlinien zum Strahlenschutz* vom 1. Juni 2005 ausdrücklich zu:

Die Frage der Auswirkungen elektromagnetischer Emissionen auf die belebte Umwelt sind bislang nicht nur national, sondern auch international stark vernachlässigt worden. Der Versuch einer systematischen Erfassung des bisherigen Kenntnisstandes wurde bisher nur in einem vom BfS in Zusammenarbeit mit der WHO und ICNIRP durchgeführten internationalen Seminar im Oktober 1999 unternommen. Die wissenschaftlichen Grundlagen zu einer belastbaren Bewertung der möglichen Schädigung von Flora und Fauna sind allerdings bislang nicht systematisch erarbeitet.

Doch unternommen wird nichts.

Ab etwa 2004 wird in ganz Europa eine rasante Verbreitung von unerklärlichen Baumschäden fast aller Arten gemeldet: Verlichtung der Kronen, Braunverfärbung der Blätter, vorzeitiger Blattfall, Vorwölbungen am Stamm (bulbs, resin pockests), zu rasches Dickenwachstum, Aufreißen und Abplatzen der Rinde, Verfärbung der Rinde, starke Ausbreitung von Pilzen, Flechten und Moosen, Veränderung des Obstes, geringe Haltbarkeit. Gärtner und andere beginnen die geschädigten Bäume mit den nahe gelegenen Mobilfunksendeanlagen zu kartieren. Beispielhafte Schadensbilder zeigt u. a. die Seite www.boomaantastingen.nl aus Holland (72).

Van Lammeren, Laboratory of Plant Cell Biology of Wageningen University, und van Kuik, Crop Protection of Wageningen, untersuchen 2007 in Holland die innerhalb weniger Jahre überwiegend in Städten aufgetretenen Vorwölbungen an Baumstämmen. Das Manuskript zur Veröffentlichung liegt vor: *Phloem nodes deface trees and shrubs in urban environments* (76).

Der Artikel *Bäume unter Hochfrequenz. Neue Belege für einen Zusammenhang zwischen Mobilfunk und Pflanzensterben* berichtet 2007 über die Beobachtungen und Dokumentationen von Rolf Grimm, Herlikofen, und Dr.-Ing. V. Schorpp, Bietigheim.

Grimm fasst zusammen:

Wenn man genau hinsieht, sind die Belege erdrückend. Viele wollen aber nicht genau hinsehen, weil sie sonst erkennen würden, dass sie auf dem falschen Weg sind. Dabei ist für mich derjenige ein Weiser, der einen falschen Weg verfolgt hat und diesen verlässt, um den richtigen zu wählen (75).

Roux, Vian, Girard, Bonnet, Pladian, Davies und Ledoigt können wiederholt bei hochfrequenzexponierten (900 MHz, 5 V/m, 10 min) Tomatenpflanzen einen 5 bis 6-fachen Anstieg von calmoduline-N6, chloroplast mRNA-binding protein (cmbp) und proteinase inhibitor (pin 2) nachweisen (66, 77).

Seit mehreren Jahren hält der Physiker Dr. V. Schorpp die Baumschäden im Wandel der Jahreszeiten in Fotoreihen fest und setzt sie zu der gemessenen Hochfrequenzverteilung in Beziehung. Er verschränkt dabei empirische Beobachtung und theoretische Begründung in einer Stringenz, die den Status von Nachweisen beansprucht. In seinen aktuellen Präsentationen weist Schorpp deutlich darauf hin, dass die Feldstärke (bzw. Leistungsdichte) nicht grundsätzlich die Größe ist, anhand derer die beobachteten Baumschäden festgemacht werden können. Häufig findet er genau dort die stärksten Baumschäden, wo durch Überlagerung verschiedener HF-Signale, Reflexions- und/oder Beugungseffekte Bereiche "turbulenter HF-Felder" entstehen. In diesen Bereichen zeigen sich die Baumschäden auch bei sehr geringer Gesamtfeldstärke. Die Baumstudie ist in Form einer Computerpräsentation samt einem ausführlichen Vortrag auf DVD veröffentlicht (73).

Eine Schutzbehörde blockiert die Erforschung der Risiken

Doch nach der Präsentation (73) seiner Ergebnisse im Bundesamt für Strahlenschutz (2006) bleibt die Behörde bei ihrer Einschätzung: „Zu möglichen Auswirkungen hochfrequenter Felder auf Pflanzen gibt es von wissenschaftlicher Seite bisher keine klaren Hinweise. Daher messe ich dieser Frage ebenfalls keine Priorität bei.“ (Schreiben Dr. A. Dehos vom 13.11.2007).

Und so wiederholt es sich noch öfter. Am 23. Januar 2008 antwortet Dr. C. Baldermann, Bundesamt für Strahlenschutz, einer stark betroffenen Anwohnerin einer Mobilfunkbasisstation, deren Bäume im Garten nach Inbetriebnahme von UMTS schwere Schäden zeigen:

Mithin ergeben sich derzeit aus publizierten wissenschaftlichen Studien keine Hinweise auf Zusammenhänge von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und beobachteten Schadensbildern an Bäumen. Statt dessen liegen international weitgehend akzeptierte Analysen über die Ursachen von Baumschäden vor, auf denen auch die Maßnahmenkataloge der Bundesregierung basieren.

Am 5. Februar 2007 wird Dipl.-Ing. R. Matthes, Bundesamt für Strahlenschutz, um Beantwortung folgender Fragen (u.a.) gebeten: „Wurden mögliche Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere bei der Festlegung [der Grenzwerte] mitberücksichtigt? Wenn ja, welche Studien bildeten hierfür die Grundlage?“ Trotz mehrfacher Rückfragen bleiben die Fragen unbeantwortet. Und bei der Festlegung der Grenzwerte für elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 10 Megahertz bis 300.000 Megahertz bleiben mögliche Auswirkungen auf Pflanzen unberücksichtigt.

Die Haltung des BfS widerspricht nicht nur den Forderungen der WHO von 1999, sondern auch den eigenen Leitlinien und dem gesetzlichen Auftrag, mit dem die Behörde eingerichtet wurde.

Zusammenfassung und Folgerungen

Die Erforschung elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Wirkungen auf die Pflanzenwelt wird seit fast drei Jahrzehnten durch eine auffällig zirkuläre Struktur der Argumentation blockiert: Ernst zu nehmende Projekt-Ergebnisse liegen angeblich nicht vor; die Förderung weiterer Forschungen habe deshalb auch keinerlei Priorität. Eine für den Schutz von Gesundheit und Umwelt zuständige – und vom Volk für ihre Schutzaufgabe bezahlte - Behörde mit über 600 Angestellten sorgt dafür, dass Forschungen, die beunruhigende Erkenntnisse weiter bestätigen könnten, vorsorglich nicht erst unternommen werden!

Damit sich dieser circulus vitiosus, der Risiken verschleiert und Aufklärung unterbindet, nicht beliebig fortschreibt, sind auch für die Pflanzenwelt verlässliche Untersuchungen der biologischen Wirkungen dringend erforderlich – und zwar durch wirklich *unabhängige* Wissenschaftler: Denn was bislang beobachtet und wissenschaftlich begründet werden konnte, macht das zum Gebot einer verantwortbaren Zukunftspolitik.

Dank

Ich danke den Menschen, die mich darauf aufmerksam gemacht hatten, dass nach Inbetriebnahme von Mobilfunksendeanlagen nicht nur sie selbst, sondern auch Pflanzen in Haus und Garten erkrankt sind: in Herlikofen, Icking, Geretsried, Bamberg, Haibach, München, Oberammergau, Völklingen, Düsseldorf, Bad Staffelstein, Egloffstein, Erlangen, Forchheim, Nürnberg, Würzburg, Helmstadt, Aschaffenburg, Regensburg, Plattling, Haarbach, Bad Birnbach, Pfarrkirchen, Bad Wildbad, Hochdorf, Waiblingen, Stuttgart, Offenburg, Freiburg, Fulda, Schöneck, Reichenbach, Scheibenberg, Bautzen, Dresden und weiteren Orten. Und ich danke allen, die mich bei der Literatur-Recherche unterstützt haben: Dr. H. Eger, Dipl.-Ing. F. Mayerhofer, Dr. F. Ruzicka, Dr.-Ing. V. Schorpp, Dipl. Met. W. Sönning, Niek van Wout, G. Zeh. Wenn Menschen *und* Bäume in zeitlichem und örtlichem Zusammenhang mit Inbetriebnahmen von Hochfrequenzsendern *gleichzeitig* erkranken, kann die Krankheitsursache nicht in der Psyche des Menschen liegen. Auch das motiviert unser Bemühen, das verdrängte Wissen von der Auswirkung elektromagnetischer Felder auf Pflanzen in diesem Forschungsbericht zugänglich zu machen.

Wissenschaftliche Literatur

Viele neuere Studien werden auch im EMF-Portal aufgeführt und kurz erläutert: <http://www.emf-portal.de/>

- 1 Stone, G.E., Monahan, N.F. (1905): The influence of electrical potential on the growth of plants, 17th Ann. Rept. Hatch Exp. Stn. Mass. Agric. Coll., 14-31, 1905
- 2 Osterhout, W.J.V. (1922): Injury, Recovery and Death in Relation to conductivity and Permeability, J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1922
- 3 Coustet E., Weiss E-H. (1924): La T.S.F. pratique, Telegraphie, Telephonie, Librairie Hachette
- 4 Ludwig F., von Ries J., Laboratorium Engeriedspital Bern (1934): Wachstumsvorgänge und Hochfrequenz (Versuche an Pflanzen und Tieren); Zeitschrift für Krebsforschung 1934, Band 40, S. 117-121
- 5 Krajevovij, S. J., (1936): Der Einfluss der Ultrakurzwellen auf Pflanzenchromosomen, Comt. rend. de l'acad. d. sciences de l'URSS 2, 149
- 6 Köhler, H. (1944): Untersuchungen über den Einfluss von Kurzwellen auf Keimfähigkeit und Wachstum von Pflanzen, Inaugural-Dissertation, Ernst Moritz Arndt-Universität Greifswald
- 7 Kiepenheuer, K.O., Brauer I., Harte C., Botanisches Institut, Universität Freiburg (1949): Über die Wirkung von Meterwellen auf das Teilungswachstum der Pflanzen, Naturwiss. 36 (1949) 27
- 8 Brauer, I. (1950): Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung von Meterwellen verschiedener Feldstärke auf das Teilungswachstum der Pflanzen, Chromosoma, 1950, Volume 3, Number 1. Abstract unter <http://www.springerlink.com/content/kqn177g8g5114787/>
- 9 Harte, C., Botanisches Institut, Universität Freiburg (1950): Mutationsauslösung durch Ultrakurzwellen; Zeitschrift Chromosoma, 1950, Band 3, S.140- 147 <http://www.springerlink.com/content/qg787352k124v625/>
- 10 Bortels, H., Institut für Bakteriologie und Serologie der biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig-Gliesmarode (1951): Beziehungen zwischen Witterungsablauf, physikalisch-chemischen Reaktionen, biologischem Geschehen und Sonnenaktivität - Unter besonderer Berücksichtigung eigener mikrobiologischer Versuchsergebnisse, Die Naturwissenschaften, Heft 8, 1951, 165- 176
- 11 König, Herbert, Krempel-Lamprecht, L., Elektrophysikalisches Institut der Technischen Hochschule München (1959): Über die Einwirkung niederfrequenter elektrischer Felder auf das Wachstum pflanzlicher Organismen. Arch. Mikrobiol. 34, 204, 1959

- 12 Reiter, R., Physikalisch-Bioklimatische Forschungsstelle München (1960): Meteorobiologie und Elektrizität der Atmosphäre, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G.
- 13 Wilhelmi, Th. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (1962): Der Einfluß von Gewittern auf das Radialwachstum unserer Waldbäume. Umschau Wiss. Techn. 62, H. 22, 705-706
- 14 König, Herbert L., Elektrophysikalisches Institut der Technischen Hochschule München (1962): Über den Einfluss besonders niederfrequenter elektrischer Vorgänge in der Atmosphäre auf die Umwelt, Ztschr. angew. Bäder- Klimaheilk. 5, 481-501
- 15 Wilhelmi, Th., Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (1963): Lösen Gewitter Wachstumsreaktionen bei den Waldbäumen aus?, Wetter und Leben, Jahrg. 15, Heft 5-6, 93-97
- 16 Pittman, U. J. (1963): Magnetism and plant growth, Can. J. Plant Sci. 43, 513- 518, 1963
- 17 Brezowsky, H., Medizin-Meteorologische Beratungsstelle des Deutschen Wetterdienstes, Bad Tölz (1964): Über die Beeinflussung der Samenkeimung durch atmosphärische Vorgänge, Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Band 13, 4. Heft, 1964, Springer- Verlag
- 18 Harte C. (1972): Auslösung von Chromosomenmutationen durch Meterwellen in Pollen-mutterzellen von Oenothera, Chromosoma (Berl.) 36, 329-337 (1972)
<http://www.springerlink.com/content/x32049jnm4u7858/>
- 19 Tanner, J.A. & Romero-Sierra, C. (1974): Beneficial and harmful growth induced by the action of nonionizing radiation. Annals of the New York Academy of Sciences, 238: 171-175.
- 20 Bigu-del-Blanco, J., Bristow, J.M., Romero-Sierra, C. (1977): Effects of low-level microwave radiation on germination and growth rate in corn seeds, Proc. IEEE, 65 (7): 1082-1089
- 21 König, Herbert L., Dr.-Ing. (1985): Unsichtbare Umwelt - der Mensch im Spielfeld elektromagnetischer Kräfte, Eigenverlag Herbert L. König, München, 5. Auflage
- 22 lt. Zeitungsbericht in der Frankenpost vom 4./5. Mai 1985: „Waldsterben durch Mikrowellen“
- 23 Bernatzky, A. (1985): Garten und Landschaft 7/85
- 24 Schulte-Uebbing, C. (1985): Pathophysiologische Arbeitshypothesen zum Waldsterben: Stress- und Resistenzmangelsyndrom durch technische Mikrowellen? Vorgelegt zum wissenschaftlichen Symposium „Neue Ursachen-Hypothesen“ des Umweltbundesamt Berlin, 16./17.12.1985 im Berliner Reichstag.
Download unter:
ca.11 MB: <http://www.puls-schlag.org/download/SchulteUebbing1985-low.pdf>
ca 24 MB: <http://www.puls-schlag.org/download/SchulteUebbing1985-high.pdf>
- 25 Hommel, H., Käs, G. ,Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal, Bundeswehrhochschule, Neubiberg (1985): Elektromagnetische Verträglichkeit des Biosystems Pflanze, Allgemeine Forst Zeitschrift, 8, 1985
- 26 Hommel, H., Fraunhofer Institut ICT, Pfinztal (1985): EMV von Biosystemen Mensch, Tier, Pflanze, umwelt & technik, 1985
- 27 Hommel, H. (1986): Schaden die elektromagnetischen Wellen?, umwelt & technik, 1986
- 28 Hommel, H. (1986): Schadfaktor und Stress? – Elektromagn. Smog, umwelt & technik, 1986
- 29 Bernatzky, A. (1986): Elektromagnetischer Smog – Feind des Lebens, Der Naturarzt, 11/86, 22-25
- 30 Volkrodt, W., (1987): Wer ist am Waldsterben schuld? Mikrowellensmog der Funk- und Nachrichtensysteme, raum & zeit, 26, S. 53-62, 1987
- 31 Hüttermann, A. (1987): On the question of a possible contribution to new types of forest damage by electromagnetic radiation. Zur Frage einer möglichen Beteiligung von elektromagnetischen Strahlen an der neuartigen Schädigung des Waldes; Literaturstudie, Der Forst- und Holzwirt, 23.11.1987
- 32 Joos, K., Masumy, S. Schweingruber, F.H., Staeger, C. (1988): Untersuchung über mögliche Einflüsse hochfrequenter elektrischer Wellen auf den Wald, Technische Mitteilungen, PTT 1/1988
- 33 Volkrodt, W. (1988): Electromagnetic pollution of the environment. In Robert Krieps (Ed.): Environment and health: a holistic approach, Luxembourg Ministries of Environment and Health, the Commission of the European Communities and the World Health Organization

- 34 Ermer, K. (1989): "Waldsterben durch Elektromog", Video-Dokumentation Gymnasium Bayreuth, Film Nr. 36, <http://www.bayreuth.org/video-ag/filme.html>
Kopie liegt PULS-SCHLAG vor, www.puls-schlag.org
- 35 Rao, Y.V.S., Cnakravarthy, N. V. K. (1989): Effect of microwave irradiation on germination and initial growth of mustard seed, Indian journal of agronomy, 1989, 34: 376-379
- 36 Koch, W., Lehrstuhl für Forstbotanik der LMU München, (1989): Der Reinluft/ Standortluft-Vergleich an Fichte, Forstw. Cbl. 108, 1989
- 37 lt. Zeitungsbericht im NK vom 05.07.1990: "Und ewig forschen die Professoren – Jahrelange Untersuchung zum Waldsterben trotz Millionenaufwand ergebnislos"
- 38 Unterrichtsblätter F für Funktechniker (1989): Das Richtfunk-Funkfeld, Jg. 42/1989 Nr. 3, S. 91
- 39 Hertel, K.(1991): Der Wald stirbt und Politiker sehen zu, raum&zeit, 52/ 91, 3-12
<http://www.puls-schlag.org/download/Hertel1991.pdf>
- 40 Strahlenschutzkommission: Richtfunk- und Radarwellen rufen keine Waldschäden hervor, Stellungnahme vom 27.09.1990, Hrg. BfS, Schutz vor elektromagnetischen Feldern, SSK, 6-93/EMF,
<http://www.ssk.de/werke/volltext/1990/ssk9004.pdf>
- 41 Volkrodt, W. (1991): Droht den Mikrowellen ein ähnliches Fiasko wie der Atomenergie? Wetter- Boden-Mensch, 4/1991
- 42 Petrov, J.Y., Moiseeva, T.V., Marozoba, E.V. (1991): Possibility of correction of vital processes in plant cell with microwave radiation, Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic compatibility, pp. 234-235, December 1991
- 43 Reed, D.D., Jones, E.A., Mroz, G.D., Liechty, H.O., Cattelino, P.J., Jürgensen, M.F. (1993) : Effects of 76 Hz electromagnetic fields on forest ecosystems in northern Michigan: tree growth. Int. J. Biometeorol. 37:229-234, 1993
- 44 Dipl.-Ing. F. Mayerhofer (1993) : „Neuartige Waldschadensursachen durch elektro-magnetische Wellen?“ Bericht anlässlich der Elektromog-Informationsfahrt am 19.07.1993 im Fichtelgebirge zwischen Bayreuth und Ochsenkopf
- 45 Dipl.-Ing. F. Mayerhofer (1994): Petition zur Abschaltung des Mittelwellensenders Thurnau-Tannfeld DLF (549 kHz) mit Hinweisen auf Baumschäden und Gesundheitsschäden
- 46 Röhle, H., Lehrstuhl Waldwachstumkunde der LMU München in Freising (1994): Einfluss der experimentellen Behandlung auf den Zuwachs von 1983 bis 1992, AFZ, 14/1994
<http://www.wwk.forst.tu-muenchen.de/info/publications/OnlinePublications/379.pdf>
- 47 Kiernan, V. (1995): Forest grows tall on radio waves, New Scientist, 14 January 1995, p 5
- 48 Balodis, V., Brumelis, G., Kalvickis, K., Nikodemus, O., Tjarve, D., Znotina, V. (1996): Does the Skrunda Radio Location Station diminish the radial growth of pine trees?, The Science of the Total Environment 180 (1996) 57-64
Abstract: [http://dx.doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04918-5](http://dx.doi.org/10.1016/0048-9697(95)04918-5)
siehe auch: <http://www.hese-project.org/de/emf/Studien/StudienPflanzen/index.php?lang=de&target=StudienPflanzen>
- 49 Selga, T., Selga, M. (1996): Response of pinus sylvestris L. needles to electromagnetic fields. Cytological and ultrastructural aspects, The Science of the Total Environment 180 (1996) 65-73
- 50 Kalnins, T., Krizbergs, R., Romancuks, A. (1996): Measurement of the intensity of electromagnetic radiation from the Skrunda radio location station, Latvia, The Science of the Total Environment 180 (1996) 51-56
- 51 Schmutz, P., Siegenthaler, J., Staeger, C. Tarjan, D., Bucher, JB. (1996): Long-term exposure of young spruce and beech trees to 2450-MHz microwave radiation. Sci. Total Environ., 180: 43 – 48. Deutsche Veröffentlichung: Einfluss von Mikrowellen auf Fichten und Buchen Schweiz. Z. Forstwes., 145 (1994) 3: 213-227
- 52 Muraji, M. et al. (1998) : Primary root growth rate of *Zea mays* seedlings grown in an alternating magnetic field of different frequencies, Bioelectrochemistry and Bioenergetics 44, 271-273, 1998
- 53 Pavel, A. et al. (1998): Cytogenetic changes induced by low-intensity microwaves in the species *Triticum aestivum*, Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi., 102:89-92

- 54 Berg, H. (1999): Problems of weak electromagnetic field effects in cell biology, Bioelectro-chemistry and Bioenergetics, vol. 48, no. 2, pp. 355-360
- 55 Repacholi, M.H., Foster (2000): Environmental Impacts of Electromagnetic Fields From Major Electrical Technologies, WHO
- 56 Matthes, R., Bernhardt, J.H., Repacholi, M.H. (2000): Effects of electromagnetic fields on the living environment, Proceedings International Seminar on Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment – Ismaning, Germany, October 4 and 5, 1999, ICNIRP 10/2000
- 57 Lerchl, D., Lerchl, A., Hantsch, P., Bitz, A., Streckert, J., Hansen, V. (2000): Studies on the Effects of Radio-Frequency Fields on Conifers, Kurzmittleilung auf der Tagung der Bioelectromagnetics Society in München. Zusammenfassung von 2007: http://www.puls-schlag.org/download/Lerchl_2007.pdf
Die Studie ist bisher nicht vollständig veröffentlicht.
- 58 Gethyn, J. A. et al. (2001) : A defined range of guard cell calcium oscillation parameters encodes stomatal movements, Nature, Vol. 411, 28 June 2001
- 59 Belyavskaya, N.A. (2001): Ultrastructure and calcium balance in meristem cells of pea roots exposed to extremely low magnetic fields. Adv. Space Res. 28: 645-650
- 60 Balmori, A. (2003): The effects of microwaves on the trees and other plants.
<http://www.hese-project.org/de/emf/Studien/StudienPflanzen/index.php?lang=de&target=StudienPflanzen>
- 61 http://www.hese-project.org/de/emf/JugendForscht/Germany/GymSpaichingen/20050407_Pflanzenwachstum.pdf
- 62 Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (2003): Gesundheitliche und ökologische Aspekte bei mobiler Telekommunikation und Sendeanlagen – wissenschaftlicher Diskurs, regulatorische Erfordernisse und öffentliche Debatte, Deutscher Bundestag, Drucksache 15/1403, 15. Wahlperiode
- 63 Tafforeau, M. et al. (2004): Plant sensitivity to low intensity 105 GHz electromagnetic radiation, Bioelectromagnetics 2004, 25 (6): 403-407
Erläuterungen im EMF-Portal: www.emf-portal.de
- 64 Tkalec, M., Malaric, K., Pevalak-Kozlina, B. (2005): Influence of 400, 900 and 1900 MHz electro-magnetic fields on lemna minor growth and peroxidase activity, Bioelectromagnetics 26 (3): 185-193
- 65 Sandu, D.D. et al. (2005) : A preliminary study on ultra high frequency electromagnetic fields effect on black locust chlorophylls, Acta Biol. Hung., 56 (1-2): 109-117, 2005
- 66 Roux, D. et al. (2006): Electromagnetic fields (900 MHz) evoke consistent molecular responses in tomato plants, Physiologia Plantarum, 128: 283-288, 2006
- 67 Vian, A. et al. (2006): Microwave Irradiation Affects Gene Expression in Plants, Plant Signaling&Behavior 1:2, 67-69, March/April 2006
- 68 Goldsworthy, A. (2006): Effects of electrical and electromagnetic fields on plants and related topics. In: Volkov, A.G. (ed.) Plant electrophysiology – theory and methods, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2006, S. 247-267
- 69 Berg, A., Berg, H. (2006): Influence of ELF sinusoidal electromagnetic fields on proliferation and metabolite yield of fungi, Electromagnetic Biology and Medicine, vol. 25, no.1, pp.71-77
- 70 Apasheva, L.M., Lobanov, A.V., Kamissarov, G.G. (2006): Effect of alternating electromagnetic field on early stages of plant development, Doklady Biochemistry and Biophysics, 406 (1), Feb. 06
- 71 Bitonti, M.B., Mazzuca, S., Ting, T., Innocenti, A.M. (2006): Magnetic field affects meristem activity and cell differentiation in Zea mays roots, Plant Biosystems, vol. 140, no.1, pp.87-93
- 72 Municipality Alphen aan den Rijn (2006): Unknown tree damage: bulbs, burst, coloring, leaf reduction, www.boomaantastingen.nl
- 73 Schorpp, V. (2006): Kasuistiken von Vorortuntersuchungen als Methode zur Ableitung kausaler Zusammenhänge, Fachgespräch beim Bundesamt für Strahlenschutz Oberschleißheim, „Gesundheitliche Auswirkungen der elektromagnetischen Felder des Mobilfunks – Befundberichte“ Originalvortrag (2,7 MB): <http://www.puls-schlag.org/download/Schorpp-BfS-02-08-2006.pdf> .Protokoll: www.emf-forschungsprogramm.de/veranstaltungen/protokoll_fallbeispiele_111206.html

- 74 Beaubois, E., Girard, S., Lallechere, S., Davies, E., Paladian, F., Bonnet, P., Ledoigt, G., Vian, A. (2007): Intercellular communication in plants: evidence for two rapidly transmitted systemic signals generated in response to electromagnetic field stimulation in tomato, *Plant Cell Environ*, Jul, 30 (7):834-44, 2007
- 75 Fischer, A. (2007): Bäume unter Hochfrequenz – Neue Belege für einen Zusammenhang zwischen Mobilfunk und Pflanzensterben, *raum & zeit*, 24, 2007
<http://www.puls-schlag.org/download/Baeume-unter-Hochfrequenz.pdf>
- 76 Van Lammeren, A., van Kuik, F., Laboratory of Plant Cell Biology of Wageningen University, and Crop Protection of Wageningen (2007): Phloem nodes deface trees and shrubs in urban environments (Manuscript for *Arborist news*, see www.boomaantastingen.nl)
- 77 Roux, D., Vian, A., Girard, S., Bonnet, P., Paladian, F., Davies, E., Ledoigt, G. (2008): High frequency (900 MHz) low amplitude (5 V m⁻¹) electromagnetic field: a genuine environmental stimulus that affects transcription, translation, calcium and energy charge in tomato, *Planta*, Mar, 227 (4):883-91, 2008
- 78 Sharma, V.P., Singh, H.P., Kohli, R.K., Batish, D.R. (2009): Mobile phone radiation inhibits *Vigna radiata* (mung bean) root growth by inducing oxidative stress, *The science of the total Environment*, 407 (21): 5543-5547
- 79 Tkalec, M. et al. (2009): Effects of radiofrequency electromagnetic fields on seed germination and root meristematic cells of *Allium cepa* L., *Mutation Research*, 672 (2):76-81,
- 80 Van Mantgem, P.J., Stephenson, N.L., Byrne, J.C. et al. (2009): Widespread increase of tree mortality rates in the Western United States, *Science*, vol. 323, no. 5013, pp. 521-524
- 81 Huemer, J. (2009): Mobilfunk - Eingriff in die Steuerung des Lebens, *Naturschutzbund*, 1/2009, 6-7
- 82 Municipality Alphen aan den Rijn (2009): Tree damage of unknown origin, www.boomaantastingen.nl
- 83 Sharma, V.P., Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2010): Cell phone radiations affect early growth of *Vigna radiata* (mung bean) through biochemical alterations, *Zeitschrift für Naturforschung C*, 2010, 65 (1-2): 66-72
- 84 Jinapang, P., Prakob, P., Wongwattananard, P., Islam, N.E., Kirawanich, P. (2010): Growth characteristics of mung beans and water convulvulus exposed to 425 MHz electromagnetic fields, *Bioelectromagnetics*
- 85 Haggerty, K. (2010): Adverse Influence of Radio Frequency Background on Trembling Aspen Seedlings: Preliminary Observations, *Int. Journal of Forestry Research*, Vol. 2010, Article ID 836278, 7 pages