

Baumschäden durch Mobilfunkstrahlung

Ein Beobachtungsleitfaden

von Helmut Breunig

Fotos und Messwerte von Cornelia Waldmann-Selsam,

weitere Fotos von Alfonso Balmori, Helmut Breunig, Örjan Hallberg,

Volker Schorpp, Monika Schuberth-Brehm

März 2017



Wofür ein Leitfaden?

Seit Einführung des GSM-Mobilfunks in den 1990er Jahren wird in wissenschaftlichen Veröffentlichungen bemängelt, dass keine ausreichenden Untersuchungen zu Wirkungen von Hochfrequenzstrahlung (Mikrowellen) auf die Lebensumwelt vorliegen. Bei der Festlegung der Grenzwerte für Mobilfunksender wurden Auswirkungen auf Pflanzen nicht berücksichtigt. Dies stellt in Anbetracht der rasanten Ausbreitung von funkgestützter Technik vielfältigster Art in die gesamte Umwelt und nahezu alle Lebensbereiche ein ungedecktes Risiko dar. Bereits vorliegende Untersuchungen und Dokumentationen zur Beeinflussung und Schädigung von Pflanzen durch Funkstrahlung verdienen daher besonderes Augenmerk. In ihnen sind wichtige Hinweise enthalten, die die dringende Forderung zu weiteren gründlichen Untersuchungen rechtfertigen. Dennoch kommt eine wissenschaftliche Befassung mit der Problematik von Seiten der etablierten Wissenschaft und des amtlichen Strahlenschutzes bisher nicht in Gang.

Der hier vorgestellte Leitfaden möchte daher zu eigenständiger Beobachtung der Umgebung auf Baumschäden durch Mobilfunkstrahlung und deren Dokumentation anregen. Er knüpft an die Arbeiten von BERNATZKY, BALMORI, SCHORPP, HALLBERG, WALDMANN-SELSAM u.a. und die dort grundgelegten Erkenntnisse an.

Vor dem Hintergrund der vermehrt offenkundig werdenden Folgen des Klimawandels erscheint diese Fortführung als weitere dringende Aufforderung zu eigenständiger Urteilsbildung gerechtfertigt. Dies umso mehr, als es einer nachdrücklichen Hinwirkung bedarf, damit den hier behandelten Beobachtungen gerade unter dem mächtigen Eindruck der klimatischen Veränderungen eine gebührende wissenschaftliche Würdigung durch die etablierte Forschung nicht versagt bleibt.

Bestärkt wird diese Aufforderung durch den begründeten Verdacht eines Zusammenhangs zwischen gesundheitlichen Beschwerden von Anwohnern und geschädigten Bäumen an Orten in der Sichtweite von Mobilfunksendern, worauf EGER und WALDMANN-SELSAM hingewiesen haben.

Warum Bäume beobachten?

Als ortsfeste und ausdauernde Lebewesen eignen sich Bäume gut für Untersuchungen zu der Frage, ob die Abstrahlung von Mobilfunkantennen

Schäden an Pflanzen verursachen kann. Der Leitfaden soll Beobachtern ermöglichen, die sichtbaren Schäden an Kronen frei stehender Bäume im Einstrahlungsbereich von Mobilfunkantennen zu erkennen. Mit Hilfe der Betrachtung von Fotodokumenten soll der Blick für die Kennzeichen typischer Schadbilder geschärft werden. Sowohl Wissenschaftler als auch Laien können auf dieser Grundlage systematische Beobachtungen an Bäumen in ihrer Alltagsumgebung wie auch unterwegs auf Reisen anstellen.

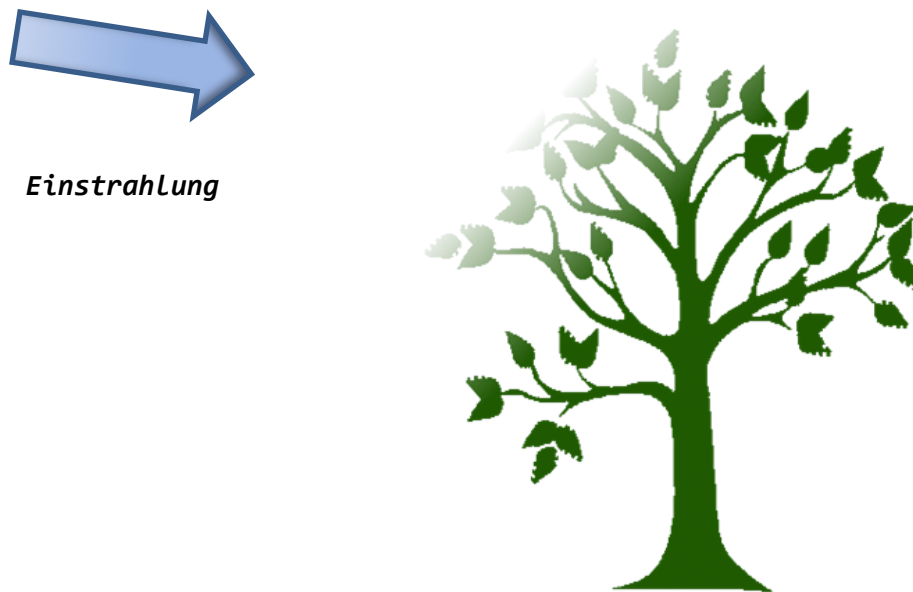
In Siedlungsbereichen stehen Bäume nicht selten im Strahlungsfeld von Mobilfunkantennen aus mehreren Richtungen. An Kronen freistehender Bäume („Solitäre“), die nur von einer Seite der Abstrahlung von Sendern ausgesetzt sind, lassen sich am einfachsten die Kennzeichen aufzeigen, die auf eine mögliche Schadwirkung durch Mobilfunkstrahlung hinweisen. Kronen mit fortgeschrittener Schadentwicklung sind für die Beschreibung der typischen Merkmale am besten geeignet. Daher wurden die Beobachtungsbeispiele hiernach ausgewählt. Die überwiegende Mehrzahl davon sind Laubbäume.

Anhand der Analyse einseitiger ausgeprägter Schadbilder und deren Entwicklung lassen sich allgemeine Merkmale für Kronenschäden im Einstrahlungsbereich von Hochfrequenzsendern ableiten, die auch das Erkennen von Schäden geringeren Ausmaßes und bei mehrseitigen Beeinträchtigungen ermöglichen.

Beobachtung der Gestalt einseitiger Kronenschädigung an Bäumen mit Sichtverbindung zu Mobilfunksendern

Visuell feststellbar sind irreguläre Färbungen der Blätter, Blattwelke, Blattverlust, zeitliche und räumliche Unregelmäßigkeit der herbstlichen Laubverfärbung und des Laubfalles, weniger Triebe, stark gestreckte Triebe mit Belaubung an der Spitze und kahlen Bereichen abwärts, Abweichungen in der Verzweigung, abgestorbene Zweige und Äste. Die Schäden sind am Rand einer Seite der Krone am stärksten ausgeprägt. Dieser Bereich wird als Schadpol bezeichnet. Von dort erstreckt sich die Schädigung an Deutlichkeit abnehmend in den gegenüberliegenden, nicht oder weniger beeinträchtigten Kronenbereich. Das Volumen der Krone, das in dieser geometrischen Erscheinungsform von Schäden betroffen ist, wird als Schadsphäre

bezeichnet. Sie entwickelt sich im Verlauf mehrerer Vegetationsperioden weiter.



Die Geometrie der Schädigung der Kronen weist auf einen abiotischen, atmosphärischen, expositionsabhängigen Einflussfaktor hin.

Besteht bei einem freistehenden Baum in Richtung des Schadpols eine Sichtverbindung zu einem Sender, begründet dies den Verdacht, dass ein solches Schadbild durch die Einstrahlung des Senders verursacht sein kann.

Die im Folgenden an einigen Bildern angegebenen Messwerte der örtlichen Mobilfunkeinstrahlung wurden von WALDMANN-SELSAM unter Verwendung des Messgerätes HF 59B (27-3300 MHz) und der Breitbandantenne UBB27_G3 (Gigahertz Solutions) teils mit Hilfe einer 6m-Teleskopstange erhoben. Dabei bestand nicht der Anspruch einer umfänglichen Darstellung der Expositionsverhältnisse an den Standorten. Die angewandte Messmethode reicht aus um zu zeigen, dass eine Einseitigkeit des Strahlungseinfalls auf die Kronen besteht, der Schaden an der stärker belasteten Seite mit Sicht zum Sender ansetzt und die Schäden an den hier beschriebenen Bäumen bei Strahlungsstärken weit unter den geltenden Grenzwerten auftraten.

Die Darstellung der Übereinstimmung von Messergebnissen mit den visuellen Beobachtungen verdeutlicht bestehende Zusammenhänge und zeigt dadurch auf, dass die hier beschriebene Beobachtungsmethode geeignet ist, auch ohne die Messung der Strahlung aussagekräftige Dokumentationen zu erbringen.

Unter Einwirkung von Hitze, Frost, Trockenheit, Zusammensetzung des Bodens, Verdichtung und Versiegelung, Salzstreuung, Luft- und Bodenschadstoffen sowie Schadorganismen können unterschiedliche Kronenschäden auftreten. Durch die Betrachtung der Beeinträchtigung des Blattwerks, der räumlichen Ausrichtung und der zeitlichen Entwicklung der hier dargestellten Kronenschadbilder werden spezifische Merkmale für die Einwirkung von Mobilfunkstrahlung erkenntlich.



*Linde, Juli 2015
Gut entwickelte Baumkrone in der Stadt
ohne Sichtverbindung zu einem Sender*



*Spitzahorn, August 2012
Baumkrone mit starker Schädigung auf der
Seite mit Sichtverbindung zum Sender*

An beiden Standorten ist Bodenversiegelung ein begleitender ungünstiger Faktor. Die Unterschiede im Kronenbild dürften demnach nicht durch Versiegelung bedingt sein.

Am Standort der hier abgebildeten Roteiche ist kein Einfluss bisher bekannter Schadfaktoren ersichtlich. Dennoch ist die Krone in einer Weise geschädigt, die dem oben dargestellten Muster (Grafik) entspricht. Es besteht Sichtverbindung zu einem nahen Mobilfunksender.

Einstrahlung ->



Roteiche, August 2013

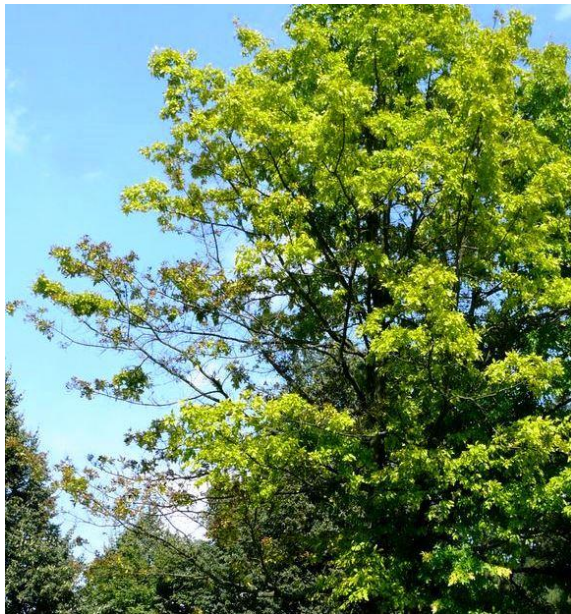
Die Richtung der Einstrahlung und die Lage des Schadpols auf der dem Sender zugewandten Seite der Baumkrone stimmen überein.



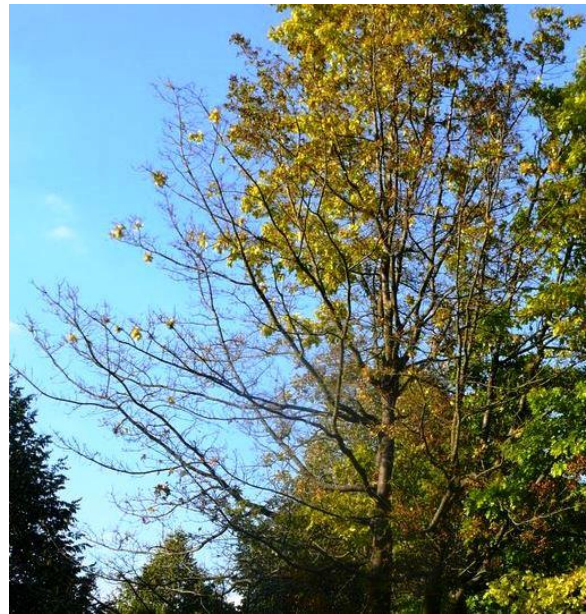
Roteiche, August 2013



Roteiche, August 2015



Ausschnitt Roteiche, August 2013



Ausschnitt Roteiche, August 2015

Die Schadsphäre breitet sich im Laufe der Jahre zunehmend über die Krone aus. Das Bild ähnelt an den einzelnen Zweigen dem bei Trockenschäden. Die räumliche und zeitliche Entwicklung der Schadsphäre als Ganzes ist jedoch nicht typisch für Trockenschäden, die infolge mangelnder Wasserversorgung der Wurzeln auftreten.

Verlust und Verfärbung der Blätter sind zum Sender hin am stärksten ausgeprägt. Die Ausbreitung der Schadsphäre erfolgt räumlich unabhängig von der Architektur des Astwerks.

Die Lage des Schadpols ist unabhängig von der natürlichen Umgebung und der Himmelsrichtung.

Es liegen bereits umfangreiche Dokumentationen von Schäden in Sichtweite von Hochfrequenz-Sendeantennen vor. In diesen sind vielfältige Ausprägungsformen und Entwicklungsstadien von Schadbildern abgebildet. (s. unter Dokumentationen).

Die hier angeführten Beispielbilder stellen die Eigenart des Schadbildes bei Einstrahlung von einer Seite in den Blick.

Ein Teil der Fotos vermittelt einen Eindruck der Position der Baumkrone zum zugehörigen Sender in Sichtweite. Wo der Sender nicht mit abgebildet wurde, ist die Entfernung zu diesem angegeben.

Beispiele verschiedener Fichten zeigen, dass ähnliche Schädigungsmuster in unterschiedlicher Ausprägung auch an Nadelbäumen erkennbar sind.

Einstrahlung von rechts, 260 m



Fichte, Oktober 2010

Einstrahlung von rechts, 190 m



Fichte, März 2012

Einstrahlung von links, 200 m



Fichte, Juni 2013

Einstrahlung von links, 310 m



Fichte, Oktober 2008

Die Abnahme der Schadwirkung (Schadgefälle) in Richtung zu der vom Sender abgewandten Seite der Krone kann mit der Dämpfung der Einstrahlung durch das Blattwerk erklärt werden. In deren Folge nimmt die Leistungsflussdichte (hier verwendete Messeinheit: Mikrowatt pro Quadratmeter = $\mu\text{W}/\text{m}^2$) aufgrund der Absorption und Streuung der Strahlung durch die Blätter auf dem Weg in die Krone ab. Dies lässt sich anhand von Vergleichsmessungen der Einstrahlung an der geschädigten und der gegenüberliegenden Kronenseite bestätigen.

Einstrahlung von
schräg links oben ->



Spitzahorn, Juni 2015

Messung: 14.07.2015

Senderseite: $2100 \mu\text{W}/\text{m}^2$

Gegenseite: $290 \mu\text{W}/\text{m}^2$

Die Übereinstimmung der räumlichen Ausrichtung des Schadgefälles mit dem Gefälle der Messwerte legen die Vermutung nahe, dass der Schaden mit der Exposition gegenüber dem Sender zusammenhängt.

Die Grenzwerte für Mobilfunkbasisstationen betragen in Deutschland nach der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung je nach Mobilfunknetz zwischen $4.500.000$ und $10.000.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$.



Mai 2013



Juli 2016

Die Schäden werden Jahr für Jahr stärker und schreiten aus Richtung des Senders über die Krone fort. Eine Regeneration ist nicht erkennbar. Dies spricht für eine fortdauernde Einwirkung des Schadfaktors. Die Einstrahlung des Mobilfunksenders in Sichtweite setzte zwischen 2006 und 2008 ein.

Eine längerfristige Beobachtung der Schadensentwicklung ergibt Aufschlüsse über die Eigenart der Schädigung.

Mai 2013



Der Standort befindet sich auf einem in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Grünstreifen. Der Wurzelraum ist im Osten (Vordergrund) durch eine Verkehrsfläche versiegelt. Die Schadsphäre weist nach Süden zum Sender hin. Die Nordseite hat trotz ihrer standortklimatisch weniger günstigen Bedingungen eine weitere Kronenausladung entwickelt.

Juni 2014



Die Verlichtung am Rand der Krone hat ihre stärkste Ausprägung links oben, wo die Strahlung auf die Krone trifft.

Die jährliche Zunahme fehlender Blätter dürfte auf eine Beeinträchtigung der Knospen schon im jeweiligen Vorjahr zurückzuführen sein. Infolge des dadurch verminderten Blatt- und Zweigaustriebs löst sich die Abrundung der Krone von dort her über etwa $\frac{1}{4}$ des Umrisses auf.

Juni 2015



Mit fortschreitender Ausdünnung der Belaubung vermindert sich vom Kronenrand her die Eigendämpfung des Laubwerks

Natürlicherweise sind im Inneren der

Juli 2016



Krone wegen der Eigenbeschattung weniger Blätter vorhanden. Deswegen kann die Strahlung nach Auflösung des dichter belaubten Kronenrandes über die Mitte hinweg leichter in die gegenüberliegende Kronenpartie vordringen. Infolge der steigenden Belastung verliert die Krone auch hier weiteres Laub und somit Eigendämpfung. Dadurch breitet sich die Schadzone von innen nach außen zum senderabgewandten Kronenrand hin aus.

April 2015
in Blüte



Je stärker der Schutz der Zweige und Knospen durch die Eigendämpfung im Kronenbereich ausgeprägt ist, desto höher ist die Dichte der Blütentriebe.

Da die Krone durch die Verkahlung auf der Senderseite weiter nach innen belichtet war, haben sich hier mehr kurze, mit Knospen besetzte Triebe an Ästen in Stammnähe gebildet als rechts.

Februar 2017
nach
Rückschnitt



Durch die dichtere Belaubung auf der rechten Seite war dort der Kroneninnenraum bisher beschattet. Die Triebe zeigen hier deswegen eine längere Streckung zum belichteten Rand und eine geringere Feinverzweigung. Nach dem Rückschnitt verfügt die Krone auf dieser Seite über weniger Knospen zur Erneuerung.

Die Regeneration zurückgeschnittener Kronen unter Mobilfunkeinstrahlung sollte in Beobachtungen einbezogen werden.

An Bäumen, die in einer Reihe stehen, wird durch Schädigung auf der gleichen Seite erkenntlich, dass Einstrahlung für Beeinträchtigungen von Baumkronen verantwortlich sein kann.



Juni 2006

<-Einstrahlung von
schräg rechts
Entfernung 730 m



Juli 2008



Monat unbekannt 2010

Bergahorn

Schadpol und Schadgefälle entsprechen der Immissionsrichtung. Die Schädigung schreitet von Jahr zu Jahr fort.

Bei Einstrahlung von oben sind Schäden besonders an Wipfeln ausgeprägt.

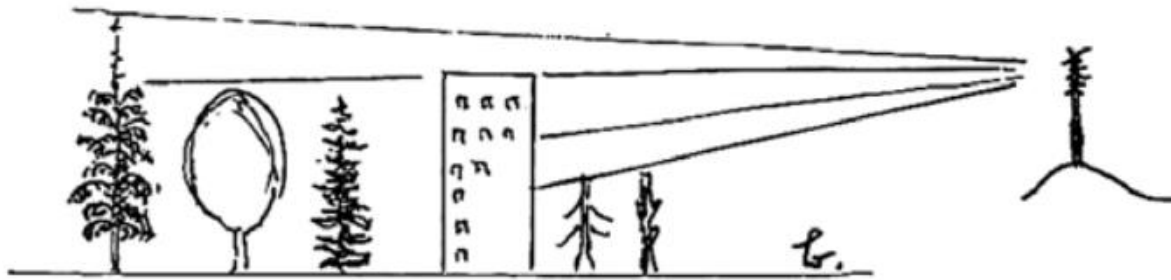
*Gleditschie,
September 2011*



Buchen, Juni 2009



Kronen, die in Richtung Sender vor Gebäuden stehen und Wipfel von dahinter stehenden Bäumen, die über Gebäude hinaus ragen, können Schäden aufweisen.



(Grafik aus BERNATZKY 1994)

Das folgende Beispiel zeigt eine Situation wie beim Baum der obigen Grafik ganz links.

Einstrahlung von rechts über das Dach



Kirschbaum, September 2012

Entfernung mehrerer Sender 150-500 m



Juni 2015

Bei Einstrahlung eines Senders auf Straßenbepflanzungen mit Bäumen derselben Art bieten sich gute Vergleichsmöglichkeiten. Exemplare im Funkschatten von Gebäuden zeigen eine andere Erscheinung als solche unter Funkbelastung.

Strahlungseinfall ->

Allee
Baumhasel, Juni 2008



Allee
Baumhasel, August 2013



Die Haseln links stehen größtenteils im Funkschatten von Gebäuden. Die Baumreihe auf der rechten Straßenseite wird mehr bestrahlt; sowohl direkt als auch indirekt (Reflexion an Gebäuden). An den verkahlten Trieben und abgestorbenen Triebspitzen der schütterten Kronen auf der rechten Straßenseite zeigt sich der Einfluss des Stresses durch die Strahlung.

Die abschirmende Wirkung von Gebäuden kann durch Messung der Einstrahlungsstärke festgestellt werden. Im Funkschatten findet sich eine geringere Beeinträchtigung der Kronen.

Entfernung zum Sender 130 m
Einstrahlung in Blickrichtung

Ahorn

Hainbuche



Blick von Süden

Oktober 2009

Einstrahlung entgegen der Blickrichtung
Hainbuche

Ahorn



Blick von Norden (Rückseite)



Im Frühjahr wurden abgestorbene Äste entfernt.

Juli 2012



Messung Mai 2012

8000

200

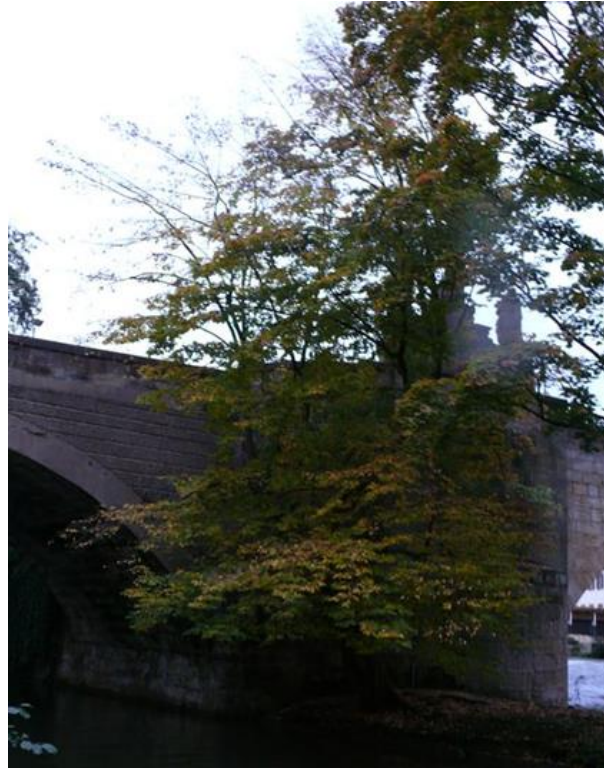
30

$\mu\text{W}/\text{m}^2$



Ahorn Hainbuche

Oktober 2014



Hainbuche Ahorn

Einstrahlung in Blickrichtung

Einstrahlung entgegen der Blickrichtung

Die oberen, über die Brücke ragenden Kronenteile stehen im Einstrahlungsbereich eines Senders. Trotz dort guter Lichtverhältnisse und guter Wasserversorgung des Standorts treten Blattverluste zu Tage. Das untere, dichte, intakte Laubwerk, ist durch die Brücke abgeschirmt.



Mikrowelleneinstrahlung
eines Verkehrsradars
<-

Schneeballhecke auf einem
Grünstreifen

Die Schadsphäre im Blattwerk der Hecke zeichnet den Einwirkungsbereich der scharf begrenzten Einstrahlung des Radars nach.

Auffallend kann eine zeitlich ungleiche Ausprägung der Herbstfärbung innerhalb der Krone sein. Die einseitig einsetzende Verfärbung des Laubwerks weist zur Senderseite hin.

Einstrahlung von Links oben
->

Entfernung des Senders 60 m



Hainbuche, Oktober 2010

In der Randzone zum Sender hin einsetzender Blattverlust und die Farbunterschiede innerhalb der Krone kennzeichnen das Schadgefälle vom Schadpol in die Schadsphäre.

Eschen werfen das Laub natürlicherweise ohne stärkere vorhergehende Umfärbung ab. Ungleichzeitigkeiten beim herbstlichen Blattfall in derselben Krone können Folge einseitiger Exposition sein. Dieses Merkmal bedarf über mehrere Jahre der Beobachtung, ob es sich wiederholt. So kann es auch von möglichen Folgen einer aktuellen, einseitigen Einwirkung von Frost unterschieden werden.



Esche, Oktober 2016



Standort am Hang

*<- Einstrahlung von rechts
von Sender auf gleicher
Höhe, Entfernung 500 m*

An winterkahlen Kronen lassen sich Seitenunterschiede erkennen, die auf die Schadwirkung von Mobilfunkeinstrahlung hinweisen.

*Einstrahlung von links
aus 320 m Entfernung*

->



Bergahorn, Februar 2017



*Die Verzweigung ist sehr ungleich ausgeprägt.
Zur Senderseite hin bilden Äste und Triebe weniger Verzweigungen.
Der Kronenschluss löst sich von links und oben her auf.*



Auf der Senderseite sind Einbrüche in den Kronenschluss und Zonen der Verkahlung infolge geringerer Verzweigung zu erkennen.



Auf der senderabgewandten Seite der Krone sind die Verzweigungen deutlich dichter ausgebildet. Der Kronenrand wirkt geschlossener.

Merkmale der Schadensentwicklung der Belaubung frei stehender Bäume bei einseitiger Mobilfunkeinstrahlung über längere Zeit:

- *Die Reduzierung der Belaubung setzt am Kronenrand an (Schadpol).*
- *Der Schwund der Belaubung entwickelt sich von dort in folgenden Vegetationsperioden über die Krone voran (Schadsphäre).*
- *Die allmähliche Ausbreitung der Schadzone folgt räumlich der Entwicklung der Abnahme der Eigendämpfung des Laubwerks.*
- *An sämtlichen Standorten besteht eine Sichtverbindung zwischen Baumkrone und einer Sendeantenne.*
- *Die Schäden treten an Standorten mit unterschiedlich günstigen Wachstumsbedingungen auf.*

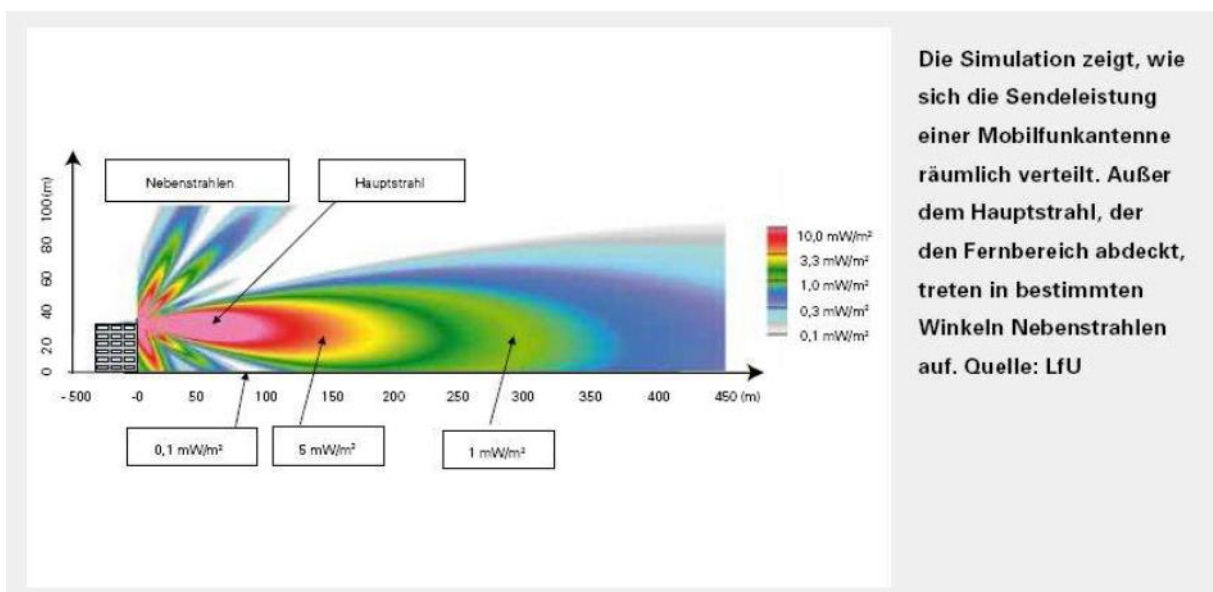
Die hier dargestellten Erscheinungsbilder der vermuteten schädlichen Einwirkung von Mobilfunkstrahlung bedürfen der Beobachtung über mehrere

Jahre hinweg. So kann durch die charakteristische Art der zeitlichen und räumlichen Entwicklung der Schadsphäre die Unterscheidung von Schädigung durch andere Faktoren gesichert werden.

Die Schärfung des Blicks, um die typischen Schäden zu erkennen, lässt sich auch durch längerfristige Beobachtungen an Bäumen erüben, bei denen Antennen in Sichtverbindung neu errichtet wurden oder die an solchen Orten neu gepflanzt wurden. Werden ältere Bäume gefällt oder beschnitten, kann die Prüfung des Standorts auf Sichtverbindung zu Sendern aufschlussreich sein.

Bewertung von Beobachtungen

Herkömmliche Mobilfunkantennen senden rundum in alle Richtungen (Rundstrahler) oder gerichtet in Haupt- und Nebenstrahlen, vertikal und horizontal gebündelt (Sektorantennen). In der Regel deckt eine Sektorantenne einen horizontalen Bereich von 120° ab.



(Grafik: Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Die Hochfrequenzabstrahlung wird an Gebäuden und am Gelände reflektiert, gestreut und gebeugt. Die räumliche Ausbreitung und Stärke des Strahlungsfeldes ist daher inhomogen. Hierdurch kann die Belastung verschiedener Bäume mit Sichtverbindung zu Sendern örtlich sehr

unterschiedlich sein. Auch der Bereich der Krone, der am stärksten von Einstrahlung getroffen wird, kann in verschiedener Höhe liegen. Dies wird z. B. am Aufbrechen der Kronenabrundung der Roteiche (S.5-6) auf mittlerer Kronenhöhe deutlich.

Allgemein ebenso wie in der Nähe zu Mobilfunksendern können an unterschiedlichen Standorten Schäden an Baumkronen infolge verschiedener Ursachen auftreten.

Sind im Sichtbereich von Sendeantennen neben Bäumen mit deutlich ausgeprägtem Schaden auch solche mit geringer oder anscheinend ohne Beeinträchtigung zu beobachten, ist in Orientierung an guter epidemiologischer Praxis (BRADFORD-HILL) die Schlussfolgerung nicht gerechtfertigt, dass die vorhandenen Schäden nicht von der Einstrahlung des Senders verursacht sein könnten, solange nähere Untersuchungen am Objekt dies nicht bestätigten.

Die Exposition gegenüber Mobilfunkeinstrahlung sollte daher von den Gartenämtern bei der Prüfung geschädigter Bäume stets mit einbezogen werden.



Typische Stadtansicht mit Bäumen in der Nähe von Sendeanlagen
Juli 2015

Die Linden am Standort links im toten Winkel nahe den Antennen (Markierung) im Nahbereichsschatten scheinen unbeeinträchtigt. Weitere Kronen im

Hintergrund entlang der Straße und die Neupflanzung im Vordergrund stehen in Sichtverbindung zu den Sendern. Hier werden Störungen der Gestalt der Wipfel und der Belaubung erkennbar.

Aufgrund der unzureichenden Forschungslage kann bisher nicht ausgeschlossen werden, dass Unterschiede zwischen Bäumen mit Sichtverbindung zu einem Sender auch auf Eigenschaften der Baumarten und Herkünfte zurückzuführen sein könnten. Die Erwartung gleichartiger Reaktionen der Bäume im Einstrahlungsbereich von Mobilfunksendern ist daher ohne eingehende Untersuchungen nicht zu begründen.

Darüber hinaus können Kronenschäden durch Überlagerung unterschiedlicher Schadfaktoren auftreten. In Laborversuchen wurde nachgewiesen, dass Hochfrequenzstrahlung in der Lage ist, bei Pflanzen physiologische Stressreaktionen auszulösen. Dies legt nahe, die Beobachtung darauf zu richten, ob die Schadwirkung eines möglicherweise gegebenen weiteren Stressors auf derjenigen Kronenseite, die Mobilfunkstrahlung ausgesetzt ist, verstärkt hervortritt. So kann darauf geachtet werden, ob der räumliche Ansatz zur Ausbreitung und die Intensität von biotischen Schäden wie z. B. Pilzen, Viren, Würmern und Insekten einen Seitenbezug in Richtung eines Senders in Sicht aufweisen.

Dasselbe Augenmerk ist grundsätzlich auch auf geläufige weitere natürliche und technische Faktoren anwendbar, die einseitig einwirken können, wie Windrichtung, Sonneneinstrahlung, Verkehrsabgase, Streusalz, Wurzel- und Stammschäden.

Anfängliche Entwicklungsstadien von Schäden durch Hitze, Trockenheit bei Bodenwassermangel, Wurzelschäden, Schädigung der Wasserleitungsbahnen des Baumes sowie Schäden durch Frost geringen Umfangs können auf den ersten Blick ähnlich erscheinen wie eine Beeinträchtigung der Krone durch Mobilfunkeinstrahlung.

Im weiteren Fortschreiten einer Kronenschädigung, wie sie in Folge einer chronischen Belastung durch Mobilfunk über mehrere Vegetationszeiten beobachtet werden kann, bilden sich die kennzeichnenden Unterschiede deutlich heraus. „Die Schädigung frisst sich in Strahlungsrichtung“ (vgl. Dokumentation SCHORPP, 2007).

Ein Schadbild wie das hier gekennzeichnete an Standorten ohne Einstrahlung aufzufinden, dürfte sehr wenig wahrscheinlich sein.



Ahorn, September 2006

SCHORPP weist darauf hin, dass inhomogene Abstrahlung der Antennen sowie Effekte durch Reflexion, Beugung und Streuung an Gebäuden zu scharf abgegrenzten, kleinräumigen Unterschieden der Strahlungsstärke führen können.

Solche Formen der Verkahlung von Kronen sind neuartig und treten nur in bebauten Lagen auf.

Eine Erklärung mit Verweis auf bisher bekannte Schadfaktoren greift hier nicht.

Die vorgestellte Betrachtung von senderseitigen Kronenschäden mit den beschriebenen Merkmalen ihrer zeitlichen und räumlichen Erscheinung in Form und Farbe unter Berücksichtigung verschiedener Standortfaktoren belegt, dass bisher kein Schadfaktor bekannt ist, der regelmäßig die hier beschriebene Ausprägung von Kronenschäden an freistehenden Bäumen hervorbringen könnte.

In diesem Leitfaden wurde aus didaktischen Gesichtspunkten die Auswahl auf Schadbilder der dargestellten Art beschränkt. Es treten vielfältige weitere Formen und Entwicklungsgrade von sichtbaren Kronenschäden durch Mobilfunkstrahlung auf (s. Dokumentationen). Umfassende Erhebungen zur Gefahrenabschätzung fehlen bisher. Das Ausbleiben systematischer Erforschung der Schäden damit zu begründen, dass bisher eine geringe Zahl von Beobachtungen vorläge, birgt das Risiko, eine neuartige Gefahr für Umwelt und Mensch zu verkennen.

In welchem Ausmaß werden in Zeiten des Klimawandels die Bemühungen, die ausgleichende Wirkung von Stadtbäumen zu erhalten, in Frage gestellt, wenn die Folgen einer chronischen Strahlenbelastung nicht berücksichtigt werden?



*Kronen auf einem Grünstreifen unter Mobilfunkeinstrahlung in Auflösung
Juli 2008*



*Ungestörte Baumkronen in einer städtischen Grünanlage im Funkschatten
August 2015*

Wissenschaftliche Anwendung der Beobachtungsmethode

Aufgrund der Neuartigkeit und Alleinstellung der Schadbilder erscheint eine gründliche Untersuchung angezeigt und erweist sich als mit verhältnismäßig geringem Aufwand durchführbar. Hierfür kann die vorgestellte Beobachtungsmethode als Orientierung zum Auffinden und Bewerten von Schäden an Kronen dienen. Die Anwendung der Kenntnis der Entwicklungsmerkmale des hier dargestellten Schädigungstypus ermöglicht es, auch weniger weit fortgeschrittene Schäden einzubeziehen.

Für die Studie *“Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations”* („Hochfrequenz-Felder schädigen Bäume im Umkreis von Mobilfunk-Basisstationen“; s. Lit.) wurden in Bamberg und Hallstadt 60 Baumkronen mit Schäden der beschriebenen Art aufgesucht, von denen ein Teil über mehrere Jahre dokumentiert worden war.

Die Sichtung an den Standorten ergab, dass ausschließlich an der geschädigten Kronenseite jeweils Sichtverbindung zu einem Sender bestand. Die Messung der Einstrahlung ergab an den geschädigten Seiten im Mittel rund $2.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$, an den gegenüberliegenden Seiten rund $200 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Eine zweite Gruppe von 30 Bäumen wurde zufällig ausgewählt. 13 dieser Bäume hatten einen Schaden an der Krone. Die Standortsichtung ergab an 6 dieser Kronen einen einseitigen Schaden jeweils in Richtung der Sicht zu einem Sender; an 5 Bäumen gab es Schäden an mehr als einer Seite, ebenfalls jeweils auf den Senderseiten. Sichtverbindung mit einem Sender bestand zudem bei einem Baum (Fichte), bei dem das Wachstum der Kronenspitze beeinträchtigt war, sowie bei einem weiteren, an dem abgestorbene Kronenteile entfernt worden waren. Bei den Bäumen dieser Gruppe lagen die Werte im Mittel auf der Senderseite, bei $\sim 1600 \mu\text{W}/\text{m}^2$, auf der gegenüberliegenden Seite bei $\sim 600 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Die Kronenschäden traten unabhängig von unterschiedlichen Bodeneigenschaften der Standorte wie Versiegelung, Grünstreifen, Gärten, Parks, Nähe zu Gewässern etc. auf.

Bei den 17 ungeschädigten Exemplaren ohne Sichtverbindung aus der Gruppe der zufällig ausgewählten Bäume lagen die Werte auf der Seite des Messwertmaximums wie auch auf der Gegenseite im Bereich $8\text{-}50 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Ergänzend wurde eine dritte Gruppe von 30 Bäumen aufgesucht, die in niedrig belasteten Bereichen standen. Hier ergab sich eine Spanne für sämtliche Messwerte von 3-40 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Die Unterschiede der Messwerte auf den jeweils gegenüberliegenden Seiten der Messungen waren mit max. 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ vernachlässigbar gering. An diesen 30 Kronen waren keine Schäden festzustellen.

Visuell erkennbare Beeinträchtigungen der beschriebenen Art wurden bei sämtlichen 47 Baumkronen an den Orten mit fehlender Sicht zu Sendern und niedriger Belastung nicht aufgefunden.

Die Annahme, dass die hier beschriebene Art von Schäden an Baumkronen durch Mobilfunkstrahlung verursacht werden, erweist sich als begründet, weil solche

- **an belasteten Standorten im Sichtfeld von Mobilfunksendern vorkommen,**
- **jedoch in Abwesenheit von Funkbelastungen außerhalb des Sichtbereichs von Sendern nicht auftreten.**

Dokumentationen (Auswahl)

- SCHORPP, V., 2007: Baumschäden durch chronische Hochfrequenzbelastungen?
<http://www.puls-schlag.org/dr-volker-schorpp.htm>
- WALDMANN-SELSAM, C., 2016: Bäume in Bamberg
<http://kompetenzinitiative.net/KIT/KIT/baeume-in-bamberg/>

Literatur (mit weiteren Quellenangaben)

- BRADFORD-HILL, A., 1965: The Environment and Disease: Association or Causation? <https://www.edwardtufte.com/tufte/hill>,
- BERNATZKY, A., 1994: Baumkunde und Baumpflege
- BALMORI, A., 2004: ¿Pueden afectar Las microondas pulsadas emitidas por Las antenas de telefonía a Los árboles y otros vegetales?
<http://tinyurl.com/j89d24w>

- EGER, H., WALDMANN-SELSAM, C., 2013: Baumschäden im Umkreis von Mobilfunksendern
http://www.mobilfunkstudien.org/assets/umq_baumschaeden_20133_waldmann_eger.pdf
- Waldmann-Selsam, C., Balmori-de La Puente, A., Breunig, H., Balmori, A., 2016: Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations
https://www.researchgate.net/publication/306435017_Radiofrequency_radiation_injures_trees_around_mobile_phone_base_stations

Kontakt:

Dieses Privatmanuskript wurde verfasst von Diplom-Forstwirt Helmut Breunig.

Download des Beobachtungsleitfadens unter:

Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie e.V.

<http://kompetenzinitiative.net/KIT/KIT/beobachtungsleitfaden-baumschaeden-durch-mobilfunkstrahlung/>

Englische Fassung:

<http://kompetenzinitiative.net/KIT/KIT/new-observation-guide-tree-damage/>

Zitierungen bitte mit der Angabe des Autors und der Downloadadresse versehen.

Falls Sie mit dem Autor Kontakt mit Bezug auf den Inhalt des Leitfadens aufnehmen möchten, senden Sie bitte eine E-Mail an folgende Adresse:

Baeume.beobachten@gmail.com

Hinweise und Anregungen nehme ich gerne entgegen. Falls Sie Fotos zusenden möchten, bitte ich um eine Kontaktanfrage vor der Übermittlung.