

# Zeitschrift für Geobiologie

Forschungskreis für Geobiologie Dr. Hartmann e. V.

9 neue Geobiologische Berater/innen 2018

*Dipl.-Ing. Joachim Götz:*  
Elektromobilität und neuer Elektromog?

*Daniel Herbold:*  
Gesündere IT und Technik im Haus und Büro – oft nur Mausclicks entfernt

*Ursula Gieringer:*  
Leben mit den Rhythmen der Natur

*Norbert Harthun:*  
Handsensibilität widerspricht physikalischen Gesetzen

*Norbert Harthun:*  
Erfahrung mit archimedischen Spiralspulen (Tesla-Flachspulen)

Leserbrief



mit Bericht Frühjahrstagung 2018



# Gesündere IT und Technik in Haus und Büro – oft nur Mausklicks entfernt

## Einleitung

In den 1990er Jahren war die Message klar – man proklamierte das kommende 21. Jahrhundert zum Zeitalter der kabellosen Technik. Jetzt befinden wir uns mittendrin. Früher wurden alle Daten über Kupferkabel übertragen. Davon gingen keine biologisch relevanten Strahlungen aus. Doch seit Langem findet der überwiegende Datenaustausch per Funksignale statt.

Hier eine beispielhafte Auflistung gängiger Dienste und Geräte, die bisher über Kabelverbindung funktionierten und jetzt meistens Funkübertragung nutzen:

- Anbindung der PCs und Notebooks an ein Netzwerk bzw. an das Internet per WLAN (s. Glossar)
- Drucker mit WLAN- oder Bluetooth-Funktion (s. Glossar)
- Austausch von Daten zwischen PC und Smartphone oder Handy per WLAN
- Navigationssysteme mit Bluetooth-Verbindung zum Smartphone und von dort via mobile Datenverbindung ins Mobilfunknetz, um die aktuellen Verkehrsdaten übermittelt zu bekommen
- Auto-Freisprechanlagen: Die Verbindung zum Handy funktioniert nur noch mit Bluetooth
- Schnurlose DECT-Telefone oder IP-Telefone mit WLAN
- Kabellose Headsets zum Telefonieren mit Bluetooth
- Stereo-Anlagen: Lautsprecher und Zentraleinheiten sind nicht mehr mit Kabel für Audioverbindungen untereinander verbunden. Sie können in unterschiedlichen Zimmern per WLAN Musik übertragen. Und die Musik kommt kabellos über das Internet. Es gibt

auch das IEEE 802.11ad-Verfahren, das mit 60 GHz arbeitet. Die Reichweite ist auf ein Zimmer begrenzt

- Haus-Alarmanlagen
- Musik-Kopfhörer: Es gibt Optionen mit Bluetooth oder WLAN-Verbindung
- Smart Home: Lichtschalter und Thermostate tauschen ihre Informationen mit den Steuereinheiten und den Lampen per Funk aus.

Die Liste kann mit Geräten des modernen Alltags erweitert werden, die speziell für eine ausschließlich kabellose Verbindung entwickelt wurden. Man denke hier an Tablets und eBook-Reader.

Das sind alles Dienste und Geräte der IT (s. Glossar). Wenn wir uns die 6 weltweit wertvollsten Marken im Jahr 2017 [1] anschauen, werden wir feststellen, dass diese alle IT- oder Telekommunikations-Unternehmen sind: Google, Apple, Microsoft, Amazon, Facebook und AT&T. 2014 war noch Exxon dabei. Die schiere Markt- und Machtpräsenz dieser Firmen drängt sich in immer mehr Bereiche unseres Lebens. So werden neue Häuser gerne mit Smart Home-Technologie ausgestattet. Wir werden in Zukunft gezwungen sein, uns mit dieser Technik auseinanderzusetzen. Auch mit den damit verbundenen krankmachenden Nachteilen.

## Stressoren in der Umweltmedizin

Umweltmediziner teilen die den Menschen belastenden Stressoren, je nach Herkunft in physikalische, chemische, biologische oder psychosoziale Bereiche ein. Im Nachfolgenden beschäftigen wir uns mit einigen der physikalischen Stressoren, die durch die moderne Technik und hauptsächlich durch die IT verursacht werden: Feinstaub, Infraschall,

Brummen, Ultraschall, Elektromog, Blaulicht, Körperschall, Lichtflimmern und -pulsen. Treten mehrere dieser Stressoren gleichzeitig auf, kann das zu chronischen Multisystemerkrankungen (chronic multisystem illness; CMI) führen. Hierzu zählen auch EHS (Elektrohypersensitivität) und Multiple Chemikalien-Sensitivität (MCS). Hinzu kommt die Belastung durch Indoor Air Pollution (s. Glossar), die bis zu 5-mal höher als die Outdoor Air Pollution ist. Die WHO schätzt, dass dadurch weltweit 7 Millionen Menschen frühzeitig sterben. [2] Wie wir den daran beteiligten Feinstaub in den Griff bekommen wird noch erläutert.

Zu den vielen unerwünschten technischen Nebenfolgen der IT (Technikfolgen) zeige ich Lösungsmöglichkeiten auf. Denn unter den Lesern befinden sich Berater und andere Fachleute, die Kunden beraten. Es ist wichtig, die Kunden nicht nur auf die z. B. toxische Wirkung von Nanopartikeln der Laserdrucker hinzuweisen, sondern es müssen im gleichen Atemzug auch Lösungen angeboten werden. Denn der Kunde muss weiterhin drucken können. Den Laserdrucker zu entfernen, wäre keine Lösung. Ansonsten wird der Kunde womöglich dauerhaft ein schlechtes Gewissen beim Drucken mit dem unumgänglichen Laserdrucker haben, mit vielleicht negativen psychischen Folgeerscheinungen oder Noce-

bo-Effekten (s. Glossar). Der Kunde wird den Ratschlägen hauptsächlich dann folgen, wenn sie nicht mit viel Komfortverlust verbunden sind und auch keine größeren Veränderungen in der Lebensweise des Kunden mit sich bringen.

Ich bin der Überzeugung, dass die IT ein großer Verursacher der Verschmutzung im weitesten Sinne in Haus und Büro ist. Deswegen wird es immer wichtiger, grundlegende Kenntnisse der IT zu haben, damit wir die Belastungen erkennen und, manchmal sogar mit wenigen Mausclicks, verbessern oder gar beseitigen können. Die Kunden werden es uns danken und vermehrt auch fordern.

## **Feinstäube, Ultrafeinstäube und Nanopartikel**

Die Deutsche Gesellschaft für Umwelt- und Humantoxikologie (DGUHT e.V.) nennt folgende Effekte auf die Gesundheit, die von Feinstaub ausgelöst werden: [3]

Verschlechterung der Lungenfunktion, vermindertes Lungenwachstum bei Kindern, Allergien, Asthma, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, Lungenkarzinom, Infektionen der unteren und oberen Atemwege, Herzinfarkt, Schlaganfall, Diabetes mellitus, Mittelohrentzündung, niedriges Geburtsgewicht und Frühgeburt.





Für die noch gefährlicheren Nanopartikel nennt nano control folgende Risiken: [4]

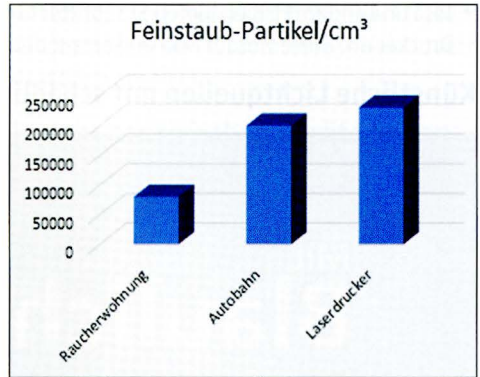
- Erkältungssymptome wie Niesen, Schnupfen, Husten, Halsschmerzen, die schnell zu Asthma oder chronischer Bronchitis (COPD) werden können
- Rote Augen, juckende, brennende Augen, gerötete Augen
- Rötungen der Haut, Juckreiz, Pusteln, v.a. im unbedeckten Bereich wie im Gesicht, im Dekolleté oder an den Händen
- Kopfschmerzen oder Schmerzen im Bewegungsapparat, insbesondere in der Muskulatur
- Entzündungen der Blase oder Prostata
- Blutendes Zahnfleisch
- Konzentrations-, Gedächtnis- und Wortfindungsstörungen, Erschöpfung, Burnout bis hin zu Depressionen

Die Mischung aus Staubpartikeln in der Luft wird Particulate Matter (PM) genannt. Der Durchmesser der Partikel wird in Mikrometern ( $\mu\text{m}$ ) angegeben. So fasst die Bezeichnung PM 10 alle Partikel, die größer oder gleich  $10 \mu\text{m}$  an Durchmesser betragen, zusammen. PM 1 oder niedriger sind Stäube im Nano-Bereich (Nano-Partikel oder Ultrafeinstäube), z. B. haben die Partikel mit PM 0,1 einen Durchmesser von nicht mehr als  $0,1 \mu\text{m}$  bzw.  $100 \text{ nm}$  (Nanometer).

## Laserdrucker und Kopierer

Emissionen von Feinstaub bis hin zu den superkleinen Nanopartikeln werden von Laserdruckern erzeugt. Da Kopierer nach dem gleichen Prinzip funktionieren, gilt das auch für diese Gerätegruppe. Besonders bei Druckbeginn werden Nanopartikel erzeugt und aus dem Drucker geblasen. Diese sind ein Gemisch aus Papierstaub, Eisen und anderen Stoffen. Das ist besonders gefährlich. Während der normalen Druckphase gelangen auch Feinstäube (z. B. nicht fixierter Toner PM5-1) in das Zimmer.

Entsprechend haben Drucker einen hohen Anteil an der Indoor Air Pollution, wie diese Grafik verdeutlicht: [5]



Leider sind die Vorgaben zum Erhalt des staatlichen Prüfsiegels „Blauer Engel“ für Drucker zu lasch und schützen zu wenig vor den Risiken, denen besonders Menschen mit einem hohen Druckvolumen ausgesetzt sind. „Die Studien, auf die sie sich berufen, sind allerdings interessengesteuert, unwissenschaftlich und nicht unabhängig“, laut einer Recherche mit Filmbeitrag des Magazins Plus-Minus. [6] Wir erkennen Parallelen bei der Festlegung der Grenzwerte für technisch erzeugte Felder (Elektromog)!

## Lösungen:

Um die Feinstaub-Belastung durch Laserdrucker in Innenräumen deutlich zu verringern gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Tintenstrahldrucker anstatt Laserdrucker
- Seit 2017 haben die großen Hersteller angefangen die Druckwerke im Innern ihrer Drucker zu kapseln und mit Feinstaubfiltern zu versehen (z. B. Fa. DEVELOP). Kaufen Sie eher solche Drucker.
- Stellen Sie den Laserdrucker in den Flur oder in einen anderen Raum in dem sich keine Menschen dauerhaft aufhalten.
- Lüften Sie häufiger den Raum in dem der Drucker steht. Besonders während und nach der Druckphase.
- Stellen Sie einen Luftwäscher in den Druckerraum. Es gibt Modelle, die bis PM 0,02 filtern und mit Hepa-Filter ausgestattet sind (Philips). Die Modelle der Firma Comedes filtern bis PM 0,3.

- Tesa und andere Firmen bieten Staubfilter für Drucker an. Diese werden von außen auf den

Lüfterausgang des Druckers geklebt und filtern auch Nanopartikel aus der Abluft heraus.

## Künstliche Lichtquellen mit schädlichem Blaulicht

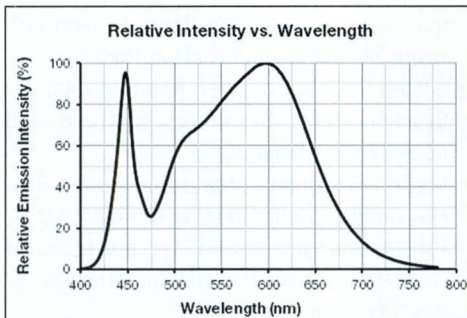


In nahezu allen modernen Displays stecken stromsparende LEDs (Leuchtdioden). Die LEDs werden auch in jedem Haus Glühlampen, Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren ersetzt. Sie sind die stromsparendste Beleuchtung, die es auf dem Markt gibt. Wie jede Technologie

hat auch sie unerwünschte Nebenwirkungen, die es unbedingt zu berücksichtigen gilt. Denn alle LEDs haben eine besonders hohe Strahlungsintensität im Blaubereich (bei 436 nm Wellenlänge). Das Auge kann damit nachhaltig und irreversibel geschädigt werden.

## Die Farbspektren

Die Sonne ist die Referenz, an die sich das Auge angepasst hat. Ein der Sonne ähnliches Spektrum haben herkömmliche Glüh- und Halogenlampen. Leuchtstoffröhren besitzen das schlechteste Spektrum. Diese Grafik zeigt das Spektrum einer typischen LED-Lampe. [7] Man erkennt deutlich den überhöhten Blau-



lichtanteil bei ca. 440 nm, der im Sonnenlicht nicht vorhanden ist.

Die zum Farbspektrum gehörenden Fraunhoferlinien lassen sich sehr einfach selbst messen: Der AstroMedia Versand ([astromedia.de](http://astromedia.de)) bietet für 8 € das Handspektroskop zum Selberbauen an. Mit einer Schere und Klebstoff ist



das Teil in 90 Minuten gebastelt. Lassen Sie sich einfach mit passenden YouTube-Videos wie z.B. hier [8] begeistern. Googeln Sie auch nach dem Begriff „Handspektroskop“.

## **Vor dem Blaulicht-Anteil kann sich das Auge nicht schützen**

Die Augeniris verkleinert sich nicht, um weniger Licht ins Auge zu lassen, obwohl es der Blaulichtanteil fordert. Denn die Adaption funktioniert hauptsächlich im Bereich von 500-650 nm und kaum bei 436 nm. Zu viel blaues Licht verbrennt gewisse Sinneszellen im Auge und vermindert die natürliche Regenerationsfähigkeit der Netzhaut. [8] Der photooxidative Stress begünstigt auch die Entstehung des schädigenden Stoffwechselprodukts Lipofuszin. Ausgerechnet die Wellenlänge um 436 nm, die der Quecksilber-Spektrallinie entspricht, verstärkt zudem die toxische Wirkung des im Körper vorhandenen Quecksilbers. Mögliche Vergiftungserscheinungen werden auf diese Weise verschlimmert. Wissenschaftlich verbürgt ist auch die Makuladegeneration infolge des Blaulichtanteils.

## **Beeinflussung des Hormons Melatonin**

„Bereits 2001 wurde ein Rezeptor im Auge identifiziert, der nicht dem Sehen dient, sondern unseren Tag-Nacht-Rhythmus synchronisiert und unmittelbar unseren Hormonhaushalt beeinflusst. Weißes Licht mit hohen Blauanteilen unterdrückt beispielsweise das Schlafhormon Melatonin und wirkt aktivierend. Das ist gut am Morgen – aber am Abend?“ Weniger Melatonin bedeutet auch [9] weniger Schutz vor freien Radikalen, also ein höheres Risiko, vor allem an Dickdarmkrebs, Prostatakrebs oder Brustkrebs zu erkranken. Auch führt es zu Schlafproblemen. [10]

## **Augenwachstum**

2017 wurde eine neue, sehr lichtempfindliche Sinneszelle im Auge entdeckt, die das Wachstum des Auges steuert. Die Länge des Augapfels wächst durch Blaulicht überpro-

portional und verursacht Kurzsichtigkeit. Diese steigt in den letzten Jahren bei Kindern drastisch an. [11]

## **Welche technischen Geräte haben LED-Beleuchtung?**

Wir können davon ausgehen, dass nahezu alle Monitore bzw. Geräte-Displays mit LED-Technik gebaut sind und eine Blaulichtproblematik haben: Smartphones, Tablets, Computer-Monitore (Flachbildschirme), Fernseh-Flachbildschirme, Notebooks und eBook-Reader. Auch moderne LED-Autolichter haben den erhöhten Blaulichtanteil, der wacher hält, aber schon Verkehrsteilnehmer mit leichten Augenschwächen mehr blenden als herkömmliche Autolichter. Hinzu kommt noch die immer größere Anzahl an LED-Lampen für die Innenbeleuchtung in Wohnräumen.

## **Lösungen:**

- Vor dem Kauf einer LED-Beleuchtung für Innenräume sollte mit dem Handspektroskop die Lampe auf ein möglichst gleichmäßiges Spektrum, d. h. ohne auffällige helle Linien, geprüft werden. Besonders die blaue Linie darf nicht ausgeprägt hell sein. Hier gibt es teils größere Unterschiede. Vergleichen Sie es immer mit dem Spektrum der Sonne.
- Die LED-Lampen für Büros sollten nicht mehr als die empfohlenen 4000 K Farbtemperatur aufweisen. Die Kelvin-Angabe steht auf der Verpackung oder im Datenblatt. Ab 6500 K hat jede Lampe in Rattenversuchen zu irreversiblen Augenschäden geführt. Für den Wohnbereich sind 2000-3500 K angenehmer und augenschonender (z. B. Philips Vintage LED „Flame“ mit 2000 K).
- Benutzen Sie eine Blaulicht-reduzierende „Computerbrille“. Sie gibt es im Internet günstig oder deutlich teurer beim Optiker zu kaufen. Diese gelblichen Brillen setzen Sie auf, wenn Sie z. B. am PC-Monitor arbeiten.
- Liebäugeln Sie mit einem eBook-Reader? Tolino bietet mittlerweile Geräte mit Blaulicht-Reduzierung an.

- Installieren Sie f.lux (<https://justgetflux.com>) auf Ihrem Rechner. Das kostenlose Programm gibt es für Linux, Windows und Apple und vermindert effektiv den Blaulichtanteil.
- Windows 10 hat einen Nachtmodus integriert, den Sie aktivieren können. Besser jedoch funktioniert das oben beschriebene Programm f.lux.
- Monitor-Hersteller wie LG oder Viewsonic bieten „Reduced BlueLight“-Monitore an.
- Auch auf Tablets oder Smartphones mit Android oder iOS können Sie Blaulicht-reduzierende Apps installieren. Suchen Sie im AppStore bzw. PlayStore nach den Begriffen „Blaulichtfilter“ oder „Nachtmodus“. Android 8 hat die Technik bereits integriert.
- Wenn Sie fernsehen, sollten Sie ein zusätzliches Licht im Zimmer anmachen, damit die Iris sich mehr schließt und weniger Blaulicht vom Fernseher ins Auge lässt.
- Anstatt ein Programm auf dem Monitor zu installieren, können Sie auch die Farbtemperatur über die Tasten am Monitor im Menü herunterregeln (geringere Kelvinzahl), falls das angeboten wird. f.lux ist trotzdem vorzuziehen.

## Lampen-Flimmern

Das im englischen „flicker“ genannte Phänomen beschreibt das Schwanken der Helligkeit. Eine herkömmliche Glühbirne flimmert 100x in der Sekunde, da die 230V-Wechselspannung 100 x je Sekunde Null Volt beträgt und den Glühfaden nicht mehr erhitzt, so dass er leicht dunkler wird. Das fällt kaum auf, da der Faden kaum Zeit zum Abkühlen hat. Leuchtstoffröhren sind weniger träge und flimmern erkennbarer, außer es ist ein Vorschaltgerät eingebaut, was das Flimmern auf z. B. 100 kHz erhöht und damit nicht mehr sichtbar macht.

LEDs kann man prinzipbedingt kaum dimmen. Deshalb werden sie mittels PWM (Pulsweitenmodulation) sehr schnell aus- und wieder eingeschaltet (Pulsung). Je länger die

Auszeit ist, desto scheinbar dunkler ist die LED. In Wirklichkeit flimmert sie ständig. Die Frequenz in der sie ein- und ausgeschaltet wird, hängt vom elektronischen LED-Treiber ab. Da alle unsere Displays, Monitore und Raumbeleuchtungen in naher Zukunft mit LEDs ausgestattet sein werden, flimmert es überall, was allerdings bei hohen Frequenzen nicht relevant ist.

Auge und Gehirn können LED-Flimmern bis 500 Hz erkennen. Das kann biologisch wirksam sein und unerwünschte Nebenwirkungen haben. So sind Stroboskope in Diskotheken mit ihren schnellen hellen Blitzen mittlerweile verboten, da es bei Menschen mit entsprechender Disposition epileptische Anfälle auslösen kann.

Sie können leicht feststellen, wie stark eine Lampe pulsiert. Schauen Sie durch ein Smartphone mit eingeschalteter Kamera auf die Lichtquelle. Sie erkennen sofort das Flimmern der Lampe, falls sie gepulst ist. Vergleichen Sie einige Lampen, damit Sie ein Gefühl für die Pulsung bekommen. Es kommt nicht darauf an, wie oft es pulst, sondern wie stark es im Smartphone-Display pulst.

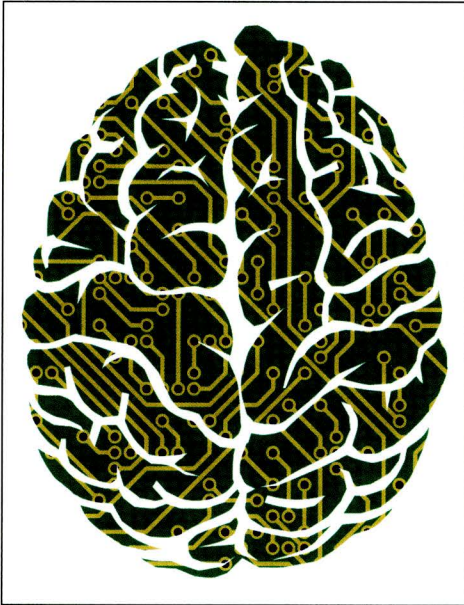
Wenn Sie sich eine Lampe kaufen, gehen Sie mit einem Smartphone in das Lampengeschäft und testen sie vorab die Pulsung.

Wenn Sie vor einem PC sitzen und die Monitor-Helligkeit dunkler stellen, fangen die Monitore wegen der Dimmung per PWM zu flimmern an. Bewusst ist das meist nicht feststellbar. Installieren Sie lieber das Programm f.lux (siehe weiter vorne) und regeln dort die Farbtemperatur in Richtung gelblich-rot. Dann wird es auch dunkler, und eine starke Pulsung wird vermieden.

## Abendliche Mind-Machines am Computer

Ich möchte Ihnen meine These zur Diskussion vorstellen. Über das im Folgenden konnte ich bisher nichts in Erfahrung bringen. Sie können mich dazu gerne kontaktieren. Doch zuerst eine Einführung in die Thematik.





Der Zustand eines Menschen kann mithilfe von EEG-Messungen (s. Glossar) in etwa erfasst werden. Jeder Neurologe hat so ein Gerät. Die ermittelten Gehirnwellen (Brainwaves) teilt man in verschiedene Bereiche ein: [12]

- Delta (0,1 bis <math>4\text{ Hz}</math>) entspricht meist der traumlosen Tiefschlafphase
- Theta (4 bis <math>8\text{ Hz}</math>) tritt bei Schläfrigkeit oder einer leichten Schlafphase auf
- Alpha (8 bis <math>13\text{ Hz}</math>) entspricht einer leichten Entspannung bzw. einer entspannten Wachheit
- Beta (>13 bis <math>30\text{ Hz}</math>) kann einer aktiven Konzentration entsprechen
- Gamma (>30 Hz) tritt bei starker Konzentration, Lernprozessen oder intensiver Meditation auf

Je niedriger die EEG-Frequenzen, desto weniger aktiv ist das Gehirn.

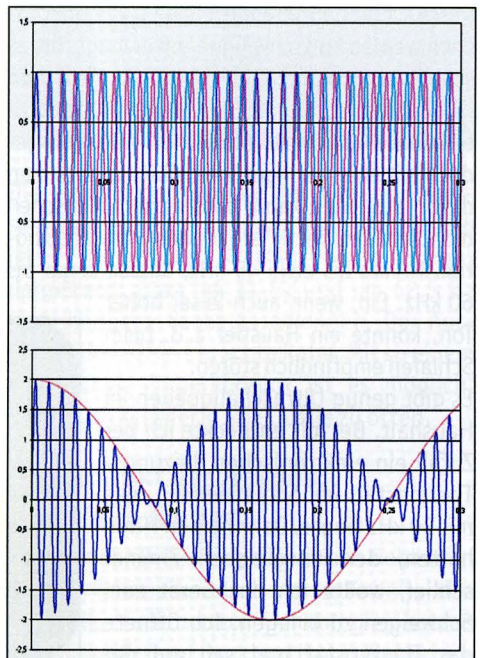
Seit über hundert Jahren ist bekannt, dass visuelle und auditive Reize in diesen Frequenzbereichen das Gehirn so beeinflussen, dass es der angebotenen Frequenz folgen möchte. Dieses Phänomen wird "Frequency Following Response" (FFR) genannt. [13] Auf dem Gebiet hat auch Robert Monroe vom Monroe In-

stitute geforscht und kommerziell Cassetten und CDs vermarktet, die solche auditiven Reize anbieten. Er nennt seine Technik Hemi-Sync<sup>®</sup>. [14] Ich habe seit über 30 Jahren praktische Erfahrungen damit und kann die Wirksamkeit bestätigen.

Wenn ich einen Menschen in einen Alpha-Zustand versetzen möchte, so muss ich ihm z.B. eine Frequenz von 9 Hz zu hören geben. Diesen tiefen Ton kann aber kein Lautsprecher oder Kopfhörer wiedergeben. Der Trick besteht darin, dem linken Ohr eine Frequenz von 100 Hz und dem rechten Ohr ein Ton mit einer Frequenz von 109 Hz anzubieten. Physikalisch entsteht dabei ein Differenzton von  $109 - 100\text{ Hz} = 9\text{ Hz}$ . Das kann auch als Schwebung wahrgenommen werden. Mit diesem Trick stimmt man auch Gitarren (Flageolett-Ton). In Folge wird das Gehirn versuchen, der Schwebefrequenz zu folgen.

Oberer Grafik-Bereich: Die rote Linie entspricht einem Ton mit leicht höherer Frequenz als der Ton der blauen Linie

Unterer Grafik-Bereich: Die resultierende Schwebung mit einem sehr tiefen Ton: [15]





Den gleichen Trick kann ich auch bei visuellen Reizen anwenden, bei denen das linke Auge mit einer anderen Frequenz als das rechte Auge stimuliert wird. Das Gehirn folgt der Differenzfrequenz. Die Wirkung wird abgeschwächt, wenn beide Augen das Gleiche sehen.

Jetzt zu meiner These: Stellen Sie sich vor, Sie sitzen vor einem Notebook und haben die Helligkeit heruntergeregelt, so dass das Display (nicht sichtbar) zu flimmern beginnt. Nehmen wir die Flimmerfrequenz von 110 Hz an. Weil es Abend ist, haben Sie noch eine LED-Beleuchtung für Ihr Zimmer eingeschaltet. Weil der LED-Treiber schlecht ist, flackern die LEDs mit 100 Hz. Daraus ergibt sich eine Schwebefrequenz von  $110 - 100 \text{ Hz} = 10 \text{ Hz}$ . Das entspricht einem Zustand im Alphabereich. Möglicherweise versucht Ihr Gehirn auf Grund des FFR-Effekts, dem zu folgen und Sie werden schläfrig werden oder können sich nicht richtig konzentrieren. Es wäre interessant, ob dieser Effekt eintreten kann, sobald Sie mehr als eine Lichtquelle im Zimmer haben.

## Ultraschall

Durch schnell vibrierende Teilchen oder Oberflächen werden Luftschwingungen erzeugt. Ultraschall nennt man die sehr hohen für Menschen nicht hörbaren Töne ab 20 kHz. Technische Geräte können ungewollt Ultraschall erzeugen, jedoch mit eher geringer Intensität, so dass man davon ausgehen kann, dass es dem Menschen nicht schadet. Doch Tiere können Ultraschall hören. Hunde bis etwa 45 kHz, Katzen sogar bis 60 kHz. Ein, wenn auch leiser hoher Ton, könnte ein Haustier z. B. beim Schlafen empfindlich stören.

Es gibt genug Ultraschallquellen im Haushalt. Bei mir entdeckte ich per Zufall ein elektronisches Heizungs-Thermostat im Schlafzimmer, das mit 30 kHz fiepte. Da wir einen Hund hatten, der im gleichen Zimmer schlief, wollte ich das Gerät zum Schweigen zu bringen. Ich öffnete das Thermostat und sah auf der

Elektronikplatine den Quarz mit 30 kHz. Er hat die Platine mit ins Schwingen gebracht. Ein große Menge Heißkleber über dem Quarz und der Platine brachte die erwünschte Ruhe.

Weitere typische Ultraschall-Emittenten sind Schaltnetzteile. Auch manche Defekte in Geräten machen sich durch Aussendung von Ultraschall bemerkbar.

Ultraschall-Messgeräte werden meist als Fledermaus-Detektoren angeboten und kosten zwischen 70 € und 300 € (z. B. SSF BAT3-Detektor, Ciel CDB103 R3).

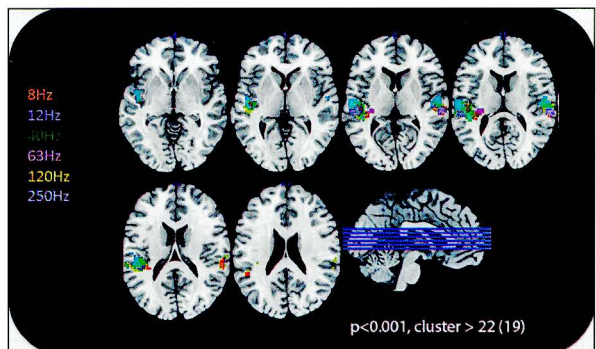
## Infraschall, Brummtöne und Körperschall

Es brummt immer mehr und überall in Deutschland, so der bekannte deutsche Akustiker Sven Johannsen. [16]

Als Infraschall werden sehr tiefe Töne mit weniger als 16 Hz bezeichnet. Im Körper lösen sie in Menschen und Tieren Bedrohungsgefühle und Fluchtverhalten aus. Generell wird behauptet, dass ein Ton, den wir nicht hören können, nicht schadet.

„Entgegen der allgemeinen Meinung ist das Hören von Infraschall ( $f < 16 \text{ Hz}$ ) möglich und führt zu individuell unterschiedlicher Belästigung. Die Mechanismen dieser auditorischen Wahrnehmung durch den Menschen sind aber bis heute weitgehend ungeklärt.“ [16]

2015 hat die PTB Versuche mit Probanden gemacht und auch mittels MRT (Magnet-Resonanz-Tomographie) nachgewiesen, dass wir bis 8 Hz hören können: [17]



Die Symptome von Infraschall können Schlaflosigkeit, Depressionen oder Antriebslosigkeit durch verminderte Schlafdauer sein und bis hin zum Suizid führen. [18]

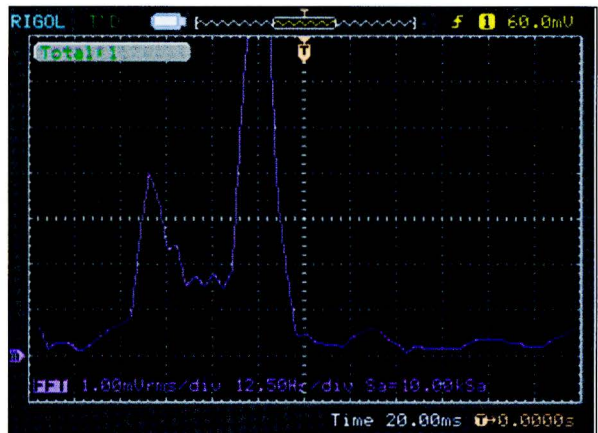
Brummtöne sind Töne, die tief sind, aber von den meisten Menschen gehört werden können. Als Körperschall werden Schwingungen bezeichnet, die sich nicht als Luftschall ausbreiten, sondern als Vibrationen von Oberflächen. Das tritt häufig bei Straßenbahnen, Zügen oder Windkraftträdern auf und kann sich bis auf viele hundert Meter über den Boden fortpflanzen und zu Resonanzen in Gebäuden führen, in denen Menschen langfristig gesundheitlich beeinträchtigt werden.

Die Ursachen von diesen Schall- und Vibrationsphänomenen sind vielfältig. In IT-Geräten oder der Technik im Haus sind viele kleine und große Motoren (z. B. Lüfter oder Pumpen) eingebaut. Diese bringen die Geräte in Schwingung, besonders, wenn sie einen Defekt aufweisen. Unrunde Heizungspumpen können über die Heizungsrohre ihre tiefen Vibrationen über das ganze Haus verteilen. Wärmepumpen und Biogasanlagen in der Nachbarschaft werden noch in vielen Dutzend Metern Abstand gehört oder gespürt. Mittlerweile werden auch Mobilfunkmasten beobachtet, die durch die Aussendung der gepulsten Hochfrequenz (z. B. 217 Hz bei GSM) naheliegende Resonanzkörper ins Schwingen bringen.

Nicht unerwähnt soll das Mikrowellenhören bleiben, bei dem die Cochlea im Ohr sehr gering durch die Hochfrequenz erwärmt wird und akustische Wahrnehmung hervorruft. Das Phänomen tritt schon bei einigen Größenordnungen unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte auf. [20] Besonders problematisch aber sind Windkraftanlagen bei denen die Grenzwert-Bestimmungen veraltet sind und nicht dem aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen. [21] [22] So berichtete

mir 2018 eine Lehrerin über ein Dorf in der Nähe einer neu gebauten Windkraftanlage im Odenwald, dass die Kinder im Kindergarten an manchen Tagen besonders aggressiv sind. Immer dann, wenn in der Nacht zuvor der Wind entsprechend geweht und den Infraschall in die Häuser geblasen hat.

Die Lokalisierung der Quelle von tiefen Schwingungen ist schwierig, da das Ohr diese nicht orten kann. Doch man kann sie messen. Mit meinem selbstgebauten Vibrationsmesser konnte ich beispielsweise einen unrunder Lüfter in einem IT-Gerät identifizieren, der für einen kaum wahrnehmbaren Brummtone sorgte. Der akustische Fingerabdruck der Schwingungen zeigt folgendes Bild:

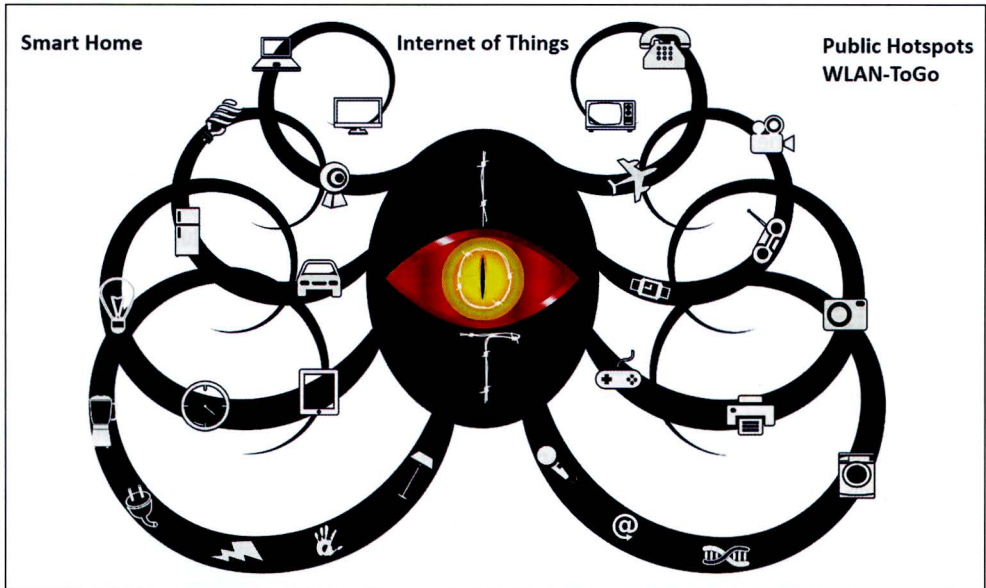


Die elektrischen Signale des Vibrationsmessers wurden mit einem digitalen Oszilloskop im FFT-Modus (Fast Fourier-Transformation) dargestellt. Etwa bei 31 Hz und um 62,5 Hz sind deutliche Peaks zu erkennen. Der Austausch des Lüfters brachte Ruhe. Mit so einem akustischen Fingerabdruck ist es möglich, wenn auch schwierig, die Quelle zu orten.

## Mittelpunkt des Hauses: Der WLAN-Router

Immer mehr Dienste und Geräte in Gebäuden kommunizieren wireless (ohne Kabel), also per Funk. Viele neuere Technologien setzen ausschließlich auf Funk und damit die Verbin-





dung ins Internet. Dazu gehören Smartphones, Tablets, IPTV, Internetradio, Musikempfang per Spotify, Telefonieren per VoIP usw. Smart Home wird in wenigen Jahren bei neu gebauten Häusern Standard sein. Hier tauschen Lichtschalter, Lampen, Heizungen u.v.m. Daten untereinander aus und können ferngesteuert werden. Der Vorgang kann verkabelt (z. B. KNX, DALI) oder per Funk (z. B. ZigBee, Z-Wave, WLAN, DECT) geschehen. Unter dem IT-Zauberbegriff „Internet of Things“ (IoT) werden meist IT-Geräte bezeichnet, die ein eigenes kleines Betriebssystem und eine eigene IP-Adresse haben, um mit dem Internet per WLAN oder Mobilfunk zu kommunizieren. Diese Geräte werden auch immer mehr in den Wohnungen zu finden sein. Das kann z. B. die per Smartphone steuerbare Mehrfachsteckdose sein. Häufig wird IoT benutzt, um Smart Home zu verwirklichen. Es gibt noch mehr strahlende Mitbewohner im Haus. So integriert Unitymedia ein zweites WLAN, damit sich Kunden von Unitymedia, die sich vor einem Haus befinden, in dem ein Unitymedia-Router steht, kostenfrei ins WLAN einloggen können. Das wird WiFiSpot genannt. Der Vorteil für die Unitymedia-Kun-

den: In vielen Straßenzügen Deutschlands hat man kostenlosen WLAN-Empfang. Der Kunde, der den Router besitzt, hat jedoch keine Möglichkeit dieses WLAN zu deaktivieren. Das kann nur Unitymedia selbst tun. Viele Kunden wissen gar nicht, dass sie ein WiFiSpot sind. Wird das eigene WLAN deaktiviert, strahlt der WiFiSpot munter weiter. Das gleiche bietet die Telekom unter der Bezeichnung WLAN TO GO an. Das zentrale Element der neuen Technologien ist der heimische WLAN-Router. Mit ihm verbinden sich die funkenden Geräte und über ihn werden Daten mit dem Internet getauscht. Ein Abschalten des Routers bedeutet in modernen Haushalten, dass man weder Fernsehen, Radio hören, Musik hören noch telefonieren kann. Das Abschalten des WLANs im Router ist zwar eine gute Lösung, um die Strahlenbelastung im Haus deutlich zu erniedrigen. Doch ist das für einen Kunden, den man baubiologisch berät, häufig keine Alternative. Die Kinder würden protestieren, wenn sie auf WhatsApp keinen dauerhaften Zugriff haben. Wir können aber das WLAN des Routers optimieren, so dass die Strahlenbelastung redu-

ziert wird. Auch wird ein vorhandener WLAN-Repeater bei guter Konfiguration vielleicht wieder überflüssig, so dass diese Strahlenquelle wegfallen kann. Eine gute WLAN-Verbindung zeichnet sich auch durch eine schnelle und stabile Verbindung aus. Wie wird WLAN richtig eingestellt?

## Schneller, stabiler, weniger Strahlung: WLAN-Router optimieren

Vorab muss erwähnt werden, dass es viele Router-Modelle gibt. Manche bieten kaum Einstellmöglichkeiten an, andere sehr viele. Wer eine FritzBox vom Hersteller AVM sein eigen nennt, hat gute Karten. Diese Geräte sind stabil, sicher, schnell, zuverlässig und lassen kaum Wünsche offen. Durch die seit einiger Zeit freie Routerwahl, kann man seinen bisherigen Router gegen einen besseren tauschen. Das bietet sich dann an, wenn man ein eher schlechtes Modell hat (z.B. Telekom Speedport, Unitymedia ConnectBox), welches wenig Einstellmöglichkeiten bietet.

Da die FritzBox einen Marktanteil von über 50% in Deutschland hat, will ich die Optimierungen anhand einer FritzBox 7390 zeigen.

Die einfachste Möglichkeit, eine Strahlenreduzierung zu erreichen ist, die Taste „WLAN“ am Router zu benutzen. Damit schaltet man das WLAN nur bei Bedarf ein und danach wieder aus. So mache ich das bei mir zuhause.

Eine andere einfache Variante ist, das WLAN nachts automatisch per Zeitschaltung (Scheduler) auszuschalten:

Für weitere Optimierungen der Funkverbindung müssen wir uns das Hilfsprogramm inSSIDer auf den PC – oder besser – auf das Notebook laden. Bis zur Version 3.1.2.1 ist es kostenlos: [23]

In der oberen Hälfte des inSSIDer-Bildes sehen wir eine Vielzahl empfangener WLANs mit Zusatzinformationen. In der unteren Hälfte ist jeder einzelne Balken ein WLAN in der Kanaldarstellung.

Es folgen die Parameter die es zu optimieren und manuell am Router einzustellen gilt:

- WLAN-Standard (IEEE 802.11a/b/g/n/ac)  
Stellen Sie am besten 802.11n ein (oder 802.11g/n). Obwohl der neue ac-Standard schneller ist, wird er noch von zu wenig Geräten unterstützt. Eine Unterstützung für die älteren Standards a und b ist nicht mehr notwendig und für uns kontraproduktiv.

**FRITZ!Box Fon WLAN 7390**  
WLAN > Zeitschaltung

Hier können Sie das WLAN-Funknetz für gewünschte Zeiträume abschalten. Es kann jederzeit wieder über die WLAN-Taste der Tastenkombination #96\*1\* eingeschaltet werden.

**WLAN-Zeitschaltung aktivieren**

Zeitschaltung für das WLAN-Funknetz verwenden

Das WLAN-Funknetz wird erst abgeschaltet, wenn kein WLAN-Gerät mehr aktiv ist.

WLAN-Funknetz täglich abschalten von 01 : 00 bis 12 : 00 Uhr.

WLAN-Funknetz nach Zeitplan abschalten

Klicken Sie auf die Farbe der Betriebsart, für die Sie einen Zeitraum innerhalb der Zeitssteuerung festlegen möchten.

Wählen Sie den Zustand, den Sie in den Zeitplan einzeichnen möchten:

WLAN aktiv  WLAN abgeschaltet

	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Mo	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Di	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Mi	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Do	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Fr	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
Sa	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv
So	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv



# Wellenchaos im inSSIDer



- Frequenzwahl (2,4 GHz oder 5 GHz)  
2,4 GHz hat die größere Reichweite. Dafür ist dieses Frequenzband meist überlaufen, da es der Standard ist. 5 GHz ist schneller, hat eine geringere Reichweite und wird

noch nicht von allen Geräten unterstützt. Wählen Sie 5 GHz dann, wenn Sie wissen, dass alle Geräte das unterstützen und die Reichweite ausreichend ist (s. weiter hinten). Es ist anzuraten, nur eine Frequenz zu

The screenshot shows the FRITZ!Box web interface for 'FRITZ!Box Fon WLAN 7390'. The 'WLAN > Funknetz' section is active. It displays a list of connected devices and their IP addresses. Below this, there are instructions on how to manage the WLAN network. The '2,4-GHz-Frequenzband' section has 'WLAN-Funknetz aktiv' checked, while the '5-GHz-Frequenzband' section has 'WLAN-Funknetz aktiv' unchecked. A red text annotation 'Nur ein Netz aktivieren' is placed over the 'WLAN-Funknetz aktiv' checkbox in the 2,4-GHz section.

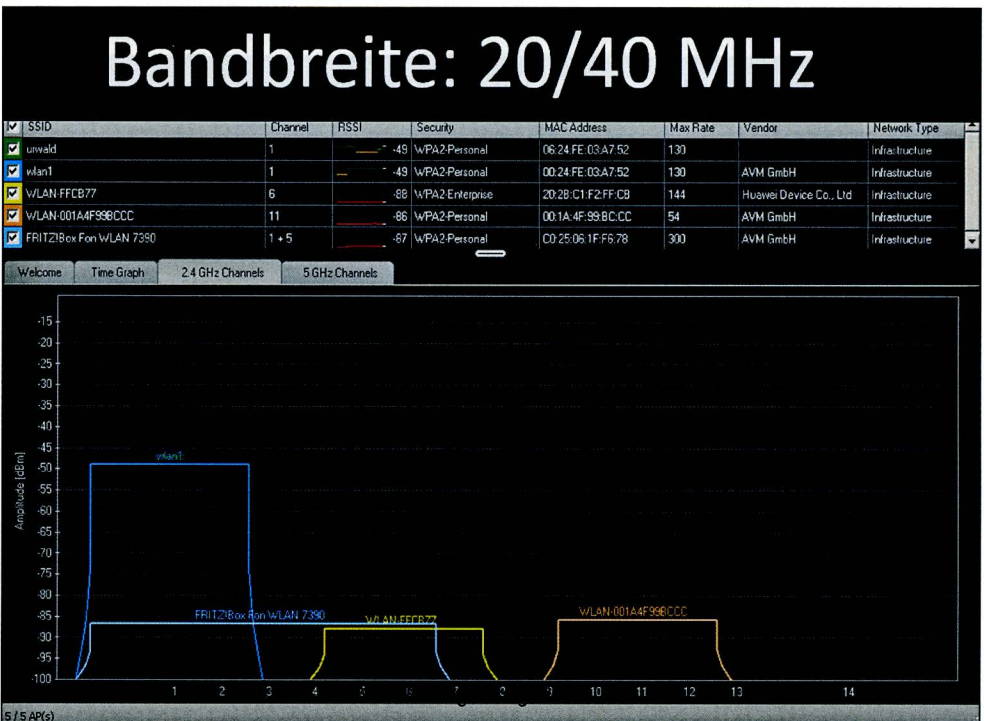
nutzen. Beide Frequenzen parallel zu aktivieren ist auch möglich, man hat dann jedoch eine doppelte Strahlenbelastung.

- Kanalwahl (1-13, 36-170, je nach Land)  
Im 2,4 GHz-Bereich gibt es die Kanäle 1-13. Die Kanäle 12+13 müssen manchmal am Router explizit freigeschaltet werden. In manchen Endgeräten, wie Notebooks, muss man das im Treiber ebenfalls tun. Manchmal wird das über die Ländereinstellung im WLAN-Treiber vorgenommen. Die Einstellung „Deutschland“ schaltet dann die Kanäle 12+13 frei. Im 5 GHz-Bereich sind es, je nach WLAN-Modul und Land, die Kanäle 36-170. Die richtige Kanalwahl wird noch erklärt.
- Bandbreitenbelegung (20/40 MHz)  
Der Abstand zwischen den einzelnen Kanälen beträgt jeweils 5 MHz. Jeder Kanal benötigt aber beim Senden und Empfangen mehr als 4 Kanäle. Stellen wir z. B. den Kanal 6 manuell ein, so belegt er in Wirklichkeit die Kanäle 4-8. Da die Funkkanäle sich

möglichst nicht überlappen sollen, dürfen andere WLAN-Netze nicht auf den Kanälen 4-8 liegen. Auch wir müssen einen mindestens 4 (besser 5 Kanäle) freien Bereich finden. Das ergibt eine Gesamt-Bandbreite von leicht mehr als 20 MHz (4 Kanäle x 5 MHz). Das ist wegen der vielen WLANs oft nicht möglich – mit den damit verbunden Problemen, wie eine langsame oder gar abbrechende Verbindung.

Standardmäßig haben viele Router eine 40 MHz Bandbreite eingestellt, weil das theoretisch die doppelte Geschwindigkeit liefern kann. Damit benötigt das WLAN 40 MHz/5 MHz = 8 Kanäle. Da es nur 13 Kanäle gibt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass wir in Konflikt mit Kanälen kommen, die schon mit anderen WLANs besetzt sind. Deshalb wählen wir generell 20 MHz aus.

Auf dem Bild erkennen wir 3 WLANs mit 20 MHz und ein WLAN mit 40 MHz Bandbreite. Das mit 40 MHz überlappt zwei andere WLANs. Das ist ungünstig.





**FRITZ!Box Fon WLAN 7390**

WLAN > Sicherheit

Verschlüsselung | WPS-Schnellverbindung

Hier legen Sie fest, wie das WLAN-Funknetz gesichert wird.

- WPA-Verschlüsselung (größte Sicherheit)
  - WEP-Verschlüsselung (nicht empfohlen, unsicher)
  - unverschlüsselt (nicht empfohlen, ungeschützt)

**WPA-Verschlüsselung**

Legen Sie einen WLAN-Netzwerkschlüssel fest. Der Netzwerkschlüssel muss zwischen 8 und 63 Zeichen lang sein.

WPA-Modus: **WPA2 (CCMP)** (dropdown menu)

WLAN-Netzwerkschlüssel: [input field]

**Weitere Sicherheitseinstellungen**

- AVM Stick & Surf aktivieren
- Die unten angezeigten aktiven WLAN-Geräte dürfen untereinander kommunizieren

• Verschlüsselung (WEP/WPA2, AES, TKIP, CCMP)  
 WEP gilt als unsicher und kann in Minuten geknackt werden. WPA ist deutlich besser. Aber erst WPA2 bietet den richtigen Schutz. Bei WPA2 muss man sich zusätzlich für AES (CCMP) oder TKIP entscheiden. TKIP

beschränkt die Brutto-Transferrate auf nur 54 Mb/s. Das ist langsam. Deshalb wählen wir WPA2-AES (entspricht WPA2-CCMP) aus:

Hier die Einstellungen für Kanal, WLAN-Standard und Sendeleistung:

**FRITZ!Box Fon WLAN 7390**

WLAN > Funkkanal

Die FRITZ!Box prüft automatisch die WLAN-Umgebung und verwendet entsprechend die besten Funkkanal-Einstellungen. Funkkanal-Einstellungen anpassen und finden Informationen über die WLAN-Umgebung.

**Funkkanal-Einstellungen**

- Funkkanal-Einstellungen automatisch setzen (empfohlen)
- Funkkanal-Einstellungen anpassen
  - Funkkanal im 2,4-GHz-Frequenzband: **Kanal 13** (dropdown menu)
  - Funkkanal im 5-GHz-Frequenzband: Autokanal (dropdown menu)
  - Weitere Einstellungen
    - WLAN-Standard 2,4-GHz: **802.11n+g** (dropdown menu)
    - WLAN-Standard 5-GHz: 802.11n+a (dropdown menu)
    - Maximale Sendeleistung: **50 %** (dropdown menu)
  - WLAN-Koexistenz aktiv (2,4-GHz-Frequenzband)  
 In stark frequentierten WLAN-Umgebungen wird die verfügbare Kanalbandbreite zwischen den Teilnehmern...
  - WLAN-Übertragung für Live TV optimieren

• Antennen (Ort, Ausrichtung)  
 Der Ort und die Lage der im Router eingebauten Antennen ist entscheidend für einen guten Empfang. Der schlechteste Ort

ist auf dem Boden in der Ecke eines Zimmers. Versuchen Sie ihn vom Boden oder Decke mit einem Abstand von mindestens 50 cm aufzustellen. Und möglichst weit

weg von einer Ecke. Des Weiteren sollten bis in etwa 40 cm Abstand keine weiteren elektrischen Geräte stehen, da sie den Router negativ beeinflussen können.

Manche Kunden möchten im Obergeschoss des Hauses ein Notebook betreiben. Das WLAN wird dort oben nur unzureichend empfangen. Meist behelfen sie sich mit einem WLAN-Repeater, der ein Stockwerk unterhalb des Obergeschosses eingesteckt wird. Damit halbiert sich die WLAN-Geschwindigkeit und die Strahlendosis erhöht sich, da der Repeater zusätzlich Hochfrequenz emittiert. Um beides zu umgehen, kann man am Rechner im Obergeschoss eine Antenne mit Richtwirkung installieren. Je höher der vom Hersteller angegebene Gewinn (in dB) ist, desto größer ist die Richtwirkung der Antenne. Für gute Ergebnisse sind mehr als 8 dB erforderlich. Als nächstes muss mit eigenen Versuchen die Antenne so gedreht werden, dass der beste Empfang möglich wird.

Hat der Rechner im Obergeschoss keine Möglichkeit eine Antenne anzuschließen, so bietet es sich an, einen WLAN-USB-Adapter zu kaufen. Manche haben einen Antennenanschluss, der es ermöglicht, An-

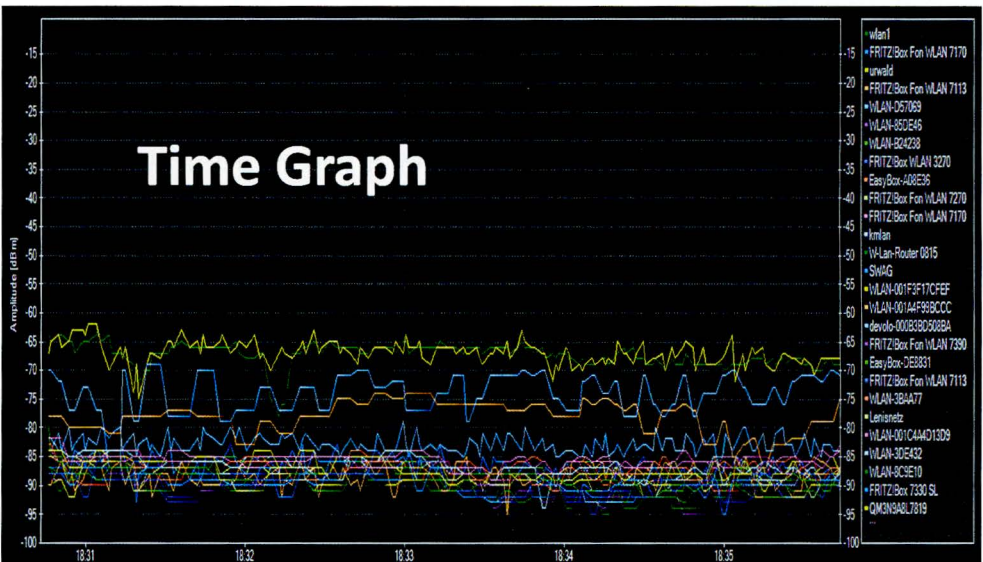
tennen nach eigenem Bedarf anzuschließen (z. B. TP-Link Archer T2UH, 25 €). Das Extrembeispiel für eine Richtfunkantenne ist die TP-Link TL-ANT2424B für 70 € mit der eine Strecke von mehreren Kilometern überbrückt werden kann. Haustaugliche, kleine Modelle gibt es für 20 €. Bei allen Antennen-Modifikationen ist die maximale Sendeleistung anzupassen, damit die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden.

Im Bild „Wellenchaos im inSSIDer“ setzt man nur bei seinem eigenen WLAN das Häkchen. Dann wechselt man in die Time-Graph-Ansicht:

Hier wird die zeitliche Darstellung der Signalstärke in Echtzeit angezeigt. Bewegen Sie den Router oder das Endgerät und schauen Sie, wann die Kurve Ihres WLANs Maximum erreicht, also möglichst weit nach oben ausschlägt.

- Sendeleistung

In den Routern ist meist die maximale mögliche Sendeleistung voreingestellt. Das ist oft nicht ratsam, besonders, wenn nur eine kleine Wohnung mit WLAN ausgeleuchtet werden muss. Die beste Sendeleistung ist die, welche gerade die maximale Daten-

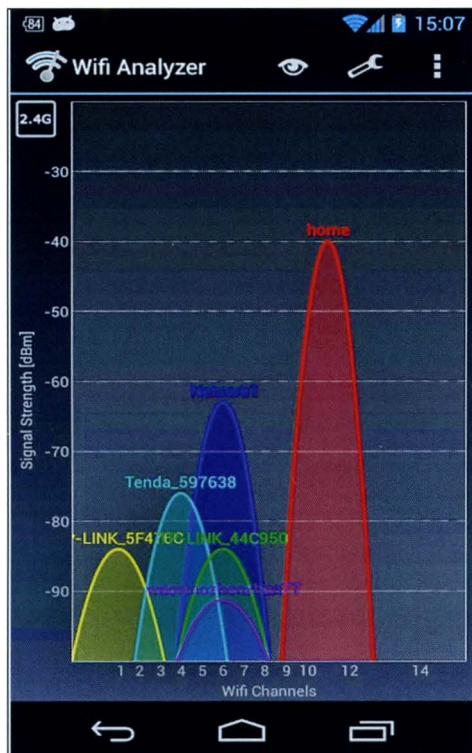




übertragungsrate erreicht, in dem vom Router am weitesten entfernten Raum, der mit einem WLAN-fähigen Gerät noch genutzt werden soll. Das kann man mit einem Dateitransfer einer großen Datei testen, die viele Minuten zur Übertragung benötigt. Ab Windows 7 wird die Datenübertragungsgeschwindigkeit im Windows-Explorer angezeigt. Man überträgt die Datei und testet, wie weit man mit der Einstellung der Sendeleistung heruntergehen kann, bis gerade die Übertragungsrate nicht langsamer wird. Der Gewinn ist eine geringere Strahlenbelastung ohne Einbußen beim WLAN.

## Wie wird der richtige Kanal im Router eingestellt?

Den optimalen Kanal können wir nur festlegen, wenn wir auch in dem Raum messen, wo der problematische Empfang verbessert werden soll. Das WLAN im eigenen Router sollte



jetzt ausgeschaltet sein. Wir nehmen entweder ein Smartphone mit der kostenlosen App „Wifi Analyzer“ (s. Bild) oder auf dem PC wird das Programm „inSSIDer“ installiert. Wir schauen uns dann die Kanalbelegung in dem Zimmer an:

Auf dem Bild erkennt man mehrere WLANs. Wenn wir unser eigenes WLAN noch hinzufügen, würden wir das in eine Lücke machen, die mindestens 20 MHz, also 4 freie Kanäle umfasst. Das ist im obigen Bild nicht mehr möglich. Wir erkennen, dass das rote (Kanal 11) und das dunkelblaue (Kanal 6) WLAN stark sind, also sich in unmittelbarer Nähe (Nachbarn) befinden. Es bietet sich an, den Kanal 1 zu benutzen. Wir setzen uns damit auf die gleiche Frequenz wie das gelbe WLAN. Da es eher schwach ist, wird es sowieso wenig Einfluss auf uns (und wir auf es) haben.

Eine weitere Möglichkeit wäre, uns auf Kanal 11, also die gleiche Frequenz wie das starke (rote) WLAN zu setzen. Damit konkurrieren wir nur mit einem WLAN. Das macht aber nichts. Denn vor dem Senden eines Pakets muss jeder Sender zuerst lauschen, ob auf der eigenen Frequenz niemand anderes sendet – erst dann darf er. Da das rote WLAN und das eigene stark sind, können sich beide gut hören und kommen sich nicht in die Quere. Dito mit Kanal 6.

Keinesfalls sollten Sie auf die Idee kommen, die Kanäle 2, 8, 9 oder 13 zu belegen, um die kleinen Lücken auszunutzen. Damit überlappen wir zu stark mit anderen WLANs und keiner kann den anderen richtig hören.

## Airtime Fairness

Noch ein kleiner Tipp zum Schluss. WLAN-Geräte in weiter Entfernung, die gerade noch mit dem Router kommunizieren können (z. B. das WLAN-Radio im Keller) sorgen dafür, dass die Geschwindigkeit aller anderen WLAN-Geräte stark einbricht. Denn Geräten mit schlechtem Empfang wird der Router gestattet, in einem längeren Zeitfenster Daten zu senden und zu empfangen. Für die anderen

Geräte bleibt dann weniger Zeit übrig. Die Datenrate sinkt. Router im Business-Bereich haben deshalb die Funktion Airtime Fairness integriert, die den Geräten mit schlechtem Empfang weniger Zeit zuweisen.

#### Quellenangaben

- [1] „statista.com,“ 02.2018. [Online]. Available: statista.com. [Zugriff am 2.4.2018].
- [2] S. Alsén, „Financial Times,“ [Online]. Available: <https://www.ft.com/content/dc088e34-1577-11e8-9376-4a6390addb44>. [Zugriff am 30.04.2018].
- [3] H. Schweisfurth, „DGUHT e. V.,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.dguht.de/einfluss-von-feinstaub-auf-die-gesundheit/>. [Zugriff am 30.04.2018].
- [4] „nano control,“ [Online]. Available: <https://www.nano-control.org/info/schlimme-folgen>. [Zugriff am 01.05.2018].
- [5] „Käuferportal,“ 18.03.2014. [Online]. Available: <https://www.kaeuperportal.de/ratgeber/industrie-gewerbe/kopierer-10-tipps-wie-sie-die-feinstaubbe-lastung-im-buero-senken>. [Zugriff am 01.05.2018].
- [6] „PlusMinus – DasErste,“ 18.10.2017. [Online]. Available: <http://www.daserste.de/information/wirtschaft-boerse/plusminus/blauer-engel-giftige-drucker-100.html>. [Zugriff am 30.04.2018].
- [7] Samsung, Datasheet LM281B+, Samsung, Hrsg., 2018.
- [8] „Youtube,“ 26.12.2016. [Online]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=i-2L\\_uXhuts](https://www.youtube.com/watch?v=i-2L_uXhuts). [Zugriff am 01.05.2018].
- [9] „Wallstreet-Online,“ 2006. [Online]. Available: [www.wallstreet-online.de](http://www.wallstreet-online.de). [Zugriff am 2006].
- [10] M. Horx, „Zukunftsinstitut,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/zukunftsreport/die-helligkeitsrevolution/>. [Zugriff am 03.10.2017].
- [11] J. Irmer, „Spektrum.de,“ Spektrum der Wissenschaft, 20.04.2018. [Online]. Available: [https://www.spektrum.de/news/schaden-bildschirm-den-agen/1560572?utm\\_medium=newsletter&utm\\_source=sdw-nl&utm\\_campaign=sdw-nl-daily&utm\\_content=heute](https://www.spektrum.de/news/schaden-bildschirm-den-agen/1560572?utm_medium=newsletter&utm_source=sdw-nl&utm_campaign=sdw-nl-daily&utm_content=heute). [Zugriff am 24.04.2018].
- [12] „Wikipedia,“ 29.07.2017. [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektroenzephalografie>. [Zugriff am 02.05.2018].
- [13] „Wikipedia,“ 16.04.2018. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency\\_following\\_response](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_following_response). [Zugriff am 02.05.2018].
- [14] The Monroe Institute, 2018. [Online]. Available: <https://www.monroeinstitute.org/>. [Zugriff am 02.05.2018].
- [15] B. Sh., „Wikipedia,“ Wikipedia, 2013. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4124203>. [Zugriff am 02.05.2018].
- [16] S. Johannsen. [Online]. Available: <https://umweltmessung.com>. [Zugriff am 02.05.2018].
- [17] R. Kühler, „PTB,“ Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 31.07.2014. [Online]. Available: [https://www.ptb.de/cms/service-seiten/news/newsdetails.html?tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=4705&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%](https://www.ptb.de/cms/service-seiten/news/newsdetails.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=4705&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3dcc0e0824566a6dbd482a5ae6681617)

5D=News&tx\_news\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3dcc0e0824566a6dbd482a5ae6681617.

[Zugriff am 03.05.2018].

- [18] E. Schow, „PTB-Pressespiegel 2015,“ 10.07.2015. [Online]. Available: <https://www.ptb.de>. [Zugriff am 03.05.2018].
- [19] R. a. P. H. Wanka, „Human biometeorological relevance of low frequency air pressure oscillations,“ Meteorologische Zeitschrift 14, pp. 279-284, 2005.
- [20] Chou, J.A. Elder and C.K., „Auditory Response to Pulsed Radiofrequency Energy,“ Bio Electro Magnetics, Nr. Volume 24, Issue 56, pp. 162-173, 14.11.2003.
- [21] S. Johannsen, Interviewee, Strengere Lärm-Regeln für Windkraft – GuSZ weist auf Fehler hin. [Interview]. 04.02.2018.
- [22] Jerry L. Punch, Richard R. James, „Wind Turbine Noise and human health,“ 30.06.2017. [Online]. Available: [http://energiedialog-bw.de/wp-content/uploads/2018/02/StudienLiteraturquellen\\_Expertengespr%C3%A4ch\\_WindenergieGesundheit.pdf](http://energiedialog-bw.de/wp-content/uploads/2018/02/StudienLiteraturquellen_Expertengespr%C3%A4ch_WindenergieGesundheit.pdf). [Zugriff am 05.05.2018].
- [23] „heise.de,“ heise-Verlag, [Online]. Available: <https://www.heise.de/download/product/insider-56215/download/danke?id=56215-3>. [Zugriff am 03.05.2018].

#### Glossar

**WLAN:** Datenübertragungsverfahren mit elektromagnetischen Wellen auf 2,4 oder 5 GHz. Wird im englischen als WiFi oder Wi-Fi bezeichnet.

**Bluetooth:** Datenübertragungsverfahren mit elektromagnetischen Wellen auf 2,4 GHz.

**Indoor Air Pollution:** Belastung an schädlichen Stoffen der Luft in Innenräumen (z. B. in Häuser, Wohnungen, Büros).

**IT:** Informationstechnologie (umgangssprachlich Computertechnologie). Dazu gehört auch die Telekommunikation.

**Nocebo-Effekt:** Laut Wikipedia: „Er bezeichnet eine Reaktion auf ein medizinisches Präparat ohne spezielle Wirkung bzw. auf die gerüchtweise die Gesundheit oder das Wohlbefinden nachhaltig beeinträchtigende Wirkung einer umweltverändernden Maßnahme. Im Gegensatz zur positiven Wirkung beim Placebo-Effekt ergibt sich beim Nocebo-Effekt eine negative Reaktion.“

**Outdoor Air Pollution:** Belastung an schädlichen Stoffen in der Luft im Außenbereich (z. B. Straßen, Parks, Wälder, öffentliche Plätze).

**EEG:** Elektroenzephalogramm. Mit einem EEG-Messgerät und Elektroden am Kopf werden Gehirnströme gemessen.

*Anschrift des Verfassers:*

*Daniel Herbold*

*Alte Römerstr. 28*

*69259 Wilhelmsfeld*

*E-Mail: [dh@herbold-it.de](mailto:dh@herbold-it.de)*

*[www.herbold-it.de](http://www.herbold-it.de)*

*[www.wellenfrei.de](http://www.wellenfrei.de)*