

# Sollen Schulen WLAN-Netze einrichten oder Alternativen bevorzugen?

von Dr. Klaus Scheler

Mobilfunktechnik verändert unsere unsichtbare Umwelt insbesondere die unserer Schulen grundlegend:

- durch Strahlung von Handys, auch durch nur eingeschaltete, nicht genutzte Handys, die regelmäßig bzgl. ihres Standorts überwacht werden,
- durch WLAN-Strahlung dank zunehmend kabelloser Internet-Zugänge (Access-Points, Netzwerkkarten, WLAN-Sticks, Antennen in Bildschirmen,...) und
- oft auch durch hohe Strahlungsintensitäten im Schulbereich durch nahe gelegene Basisstationen und Schnurlostelefone nach dem DECT<sup>1</sup>-Standard.

Immer mehr Schulen und Schulträger setzen **WLAN-Netze** ein: So haben rund 120 bundesdeutsche Schulen die WLAN-Lösungen von 3Com bereits im Einsatz, Tendenz steigend. In der Stadt Unna sind seit 2005 alle Schulen mit WLAN-Netzen ausgerüstet, von der Grundschule über Sonderschulen bis zu Gymnasien. Die immer wieder genannten Vorteile sind: WLAN - Komponenten ermöglichen digital gestütztes Lernen jederzeit und an jedem Ort. Über WLAN - Komponenten sind alle Endgeräte in einem Raum mit dem Schulnetzwerk verbunden, wodurch eine aufwendige Verkabelung der einzelnen Endgeräte überflüssig wird.

Nicht zu übersehen sind auch **Basisstationen** in der Nähe der Schulen (etwa im 400-Meter-Bereich), deren Einfluss auf die Strahlenbelastung der Schüler und Lehrer erheblich sein kann.

**DECT-Telefone**, die ständig strahlen, sind oft in privaten Wohnungen die stärkste Strahlungsquelle und je nach Standort können sie auch in Schulen einen nicht unerheblichen Beitrag zur Strahlenbelastung der Sekretariate, Lehrerzimmer und Schulklassen leisten.

## 1. Stellungnahmen aus Deutschland zu WLAN in Schulen

Können die Schulen die Zunahme der Mobilfunkstrahlung vernachlässigen oder gibt es Anlass zur Sorge wegen möglicher Gesundheitsrisiken? Sollen sie nun WLAN-Netze einrichten oder Alternativen bevorzugen?

Zur Beantwortung dieser Frage sind die Schulen (und auch der Autor) wesentlich auf die Einschätzung externer Experten angewiesen, also auf wissenschaftliche Institute, staatliche Institutionen, Ärzte, Wissenschaftler und auch Baubiologen. Orientierung verschaffen auch die vielfältigen Reaktionen und Einschätzungen im Ausland (Frankreich 2009<sup>2</sup>, England 2007<sup>3</sup>), auf die im nächsten Abschnitt eingegangen wird.

---

<sup>1</sup> DECT: Digital Enhanced Cordless Telephone

<sup>2</sup> [http://www.diagnose-funk.de/downloads/2009-5-29\\_df\\_fr frankreich-verbietet-handys.pdf](http://www.diagnose-funk.de/downloads/2009-5-29_df_fr frankreich-verbietet-handys.pdf)

<sup>3</sup> <http://appelle.diagnose-funk.org/appelle-int/london-resolution.html>

Welche Informationsquellen bieten verlässliche Orientierung?

Vom **Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)** erfährt man auf seiner Internetseite<sup>4</sup>:

- „Durch WLAN verbundene Geräte bleiben als Einzelkomponenten deutlich unter den SAR-Grenzwerten.“
- Werden die Grenzwerte eingehalten, gibt es nach aktuellem Stand der Wissenschaft keine Nachweise, dass hochfrequente, elektromagnetische Felder gesundheitliche Risiken verursachen.“

Auch wenn diese Informationen scheinbar klar und eindeutig Entwarnung geben, bleiben bereits Zweifel durch den Nachspann: „Das Bundesamt für Strahlenschutz empfiehlt, die persönliche Strahlenbelastung durch hochfrequente-elektromagnetische (hf-em) Felder zu reduzieren, um etwaige gesundheitliche Risiken möglichst gering zu halten.“

- Bevorzugen Sie herkömmliche Kabelverbindungen, wenn auf den Einsatz von Bluetooth- oder WLAN-Lösungen verzichtet werden kann.
- Vermeiden Sie die Aufstellung von zentralen WLAN-Zugangspunkten in unmittelbarer Nähe der Orte, an denen sich Personen ständig aufhalten.“

Insgesamt erhält man den Eindruck, dass ein mögliches Gesundheitsrisiko eher als gering eingeschätzt wird.

Wenn man weiß, wie die Grenzwerte zustande gekommen sind und für welchen Schutz sie ausschließlich festgelegt wurden, entstehen weitergehende Zweifel an dieser Einschätzung. In Deutschland legt die **26. Bundesimmissionsschutzverordnung** (26. BImSchV) die Grenzwerte fest, die auf einer Empfehlungen der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) beruhen: Für Ganzkörper-Dauerbestrahlung betragen sie für GSM-Strahlung von 900 MHz (D1-, D2-Netz)  $4,5 \text{ W/m}^2$ , für GSM-Strahlung von 1800 MHz (E+, O2-Netz)  $9 \text{ W/m}^2$ , für UMTS-Strahlung um 2000 MHz  $10 \text{ W/m}^2 = 10.000.000 \text{ Mikrowatt/m}^2$ . Herkömmliche WLAN-Geräte strahlen bei 2400 MHz, neuere auch im 5000 MHz-Bereich. Bei der Mobilfunkstrahlung unterscheidet man zwischen thermischen und nicht-thermischen Wirkungen im biologischen System. Die Grenzwerte schützen hierbei lediglich vor zu starker Erwärmung des gesamten(!) Organismus. Selbst die ICNIRP-Richtlinien sagen aus: Die Grenzwerte schützen nur vor „kurzfristigen, unmittelbaren gesundheitlichen Auswirkungen“ durch „erhöhte Gewebetemperaturen“. In der Praxis taucht diese Gefährdung faktisch nicht auf, da die derzeitige Mobilfunkkommunikation mit deutlich geringeren Strahlungsintensitäten voll funktionstüchtig ist. Entscheidend dagegen sind daher die nicht-thermischen Effekte, d.h. die unmittelbaren Wirkungen des eingestrahlten Wechselfeldes auf die Moleküle der Zellen, die auf komplizierte Weise den Organismus gefährden, wie man heute weiß. Diese Gefährdungen treten zum Teil bereits weit unterhalb der Grenzwerte auf (vgl. Abb. 5). Die **Grenzwerte** berücksichtigen also

- **nicht** die biologisch-medizinischen, nicht-thermischen Wirkungen in den Zellen, sondern nur die Erwärmungseffekte;
- im Grunde **nicht** den lebenden Organismus, denn die Werte wurden durch Messungen am toten Gewebe festgelegt;

<sup>4</sup> [http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/Bluetooth\\_WLAN.html](http://www.bfs.de/bfs/druck/infoblatt/Bluetooth_WLAN.html)

- auch **nicht** die Pulsung der Mikrowellenstrahlung des Mobilfunks, sondern nur ungepulste Mikrowellenstrahlung;
- und vor allem **nicht** die – nur ansatzweise bekannten, aber dann besorgniserregenden – Langzeitwirkungen für Mensch, Tier und Pflanze.

Der gegenwärtige Schutz der Grenzwerte ist weitgehend unbrauchbar und nicht im Einklang mit dem gegenwärtigen Stand der Forschung. Der BUND fordert daher die sofortige Senkung der Grenzwerte auf  $100 \text{ Mikrowatt/m}^2 = 0,1 \text{ mW/m}^2 = 0,0001 \text{ W/m}^2$  zur Gefahrenabwehr und schlägt einen Vorsorgewert von  $1 \text{ Mikrowatt/m}^2$  vor<sup>5</sup>.

In die gleiche Richtung weist eine **Empfehlung des Bayerischen Landtags** vom 22. März 2007<sup>6</sup>: „Die Schulen werden aufgefordert, auf drahtlose Internet-Netzwerke (WLAN) zu verzichten.“

Hintergrund der Empfehlung sind die Erkenntnisse des Ausschusses für Umwelt und Verbraucherschutz des Bayerischen Landtags. Im Dezember 2006 kam es zu einer langen Anhörung im Landtag zum Thema: „Einfluss des Mobilfunks auf die menschliche Befindlichkeit“. Hierbei wurde deutlich gemacht und vehement vertreten, dass es nicht sinnvoll sei, Kinder und Jugendliche den Strahlenbelastungen durch WLAN auszusetzen. Abgeordnete aller Fraktionen betonten, es gelte mögliche Schäden in einer frühen Lebensphase unbedingt zu vermeiden. **Deshalb müsse die Reduzierung der Strahlenbelastung in den Klassenräumen Priorität haben.**

In der Begründung wird darauf hingewiesen, dass die Frage nach der altersabhängigen Energieaufnahme und –verteilung im kindlichen Kopf noch nicht befriedigend beantwortet und das Nerven- und Immunsystem der Kinder und Jugendlichen noch nicht endgültig entwickelt sei:

- Sicher belegt ist eine tendenziell höhere Absorption der Strahlung in Kinderköpfen als beim Erwachsenen (Abb. 1).

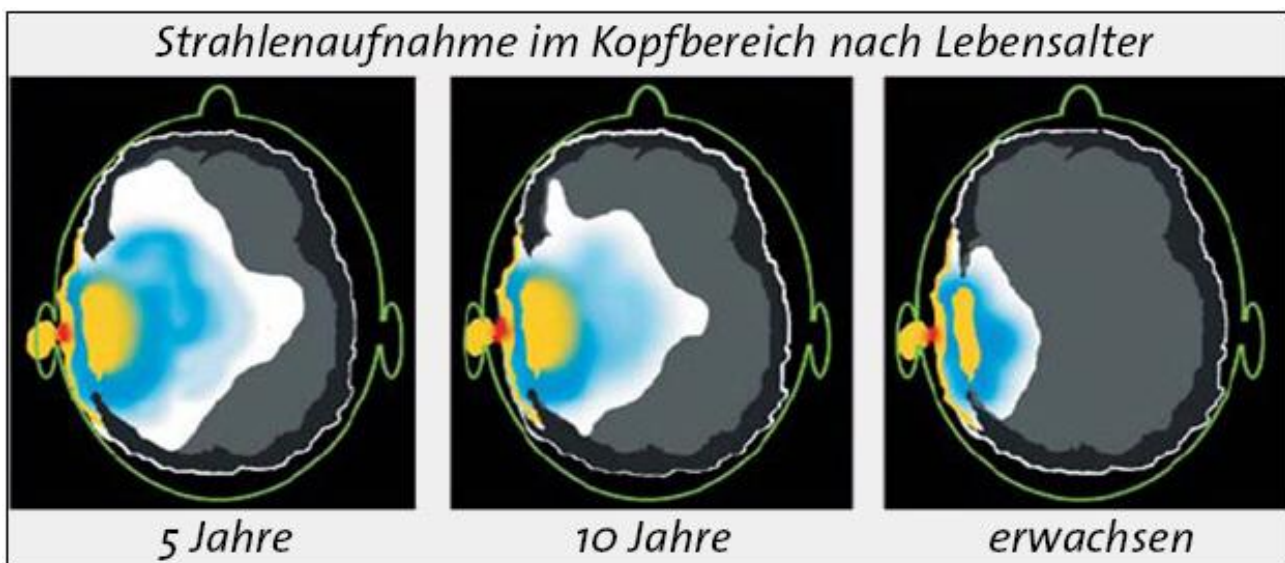


Abb. 1 - Quelle: Kinderbüro Steiermark - <http://www.kinderbuero.at>

<sup>5</sup> [http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/sonstiges/20081028\\_sonstiges\\_funktechnologien\\_position.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/sonstiges/20081028_sonstiges_funktechnologien_position.pdf)

<sup>6</sup> <http://umweltinstitut.org/elektrosmog/-w-lan-warnung463.html>

- Man kann davon ausgehen, dass der kindliche und jugendliche Organismus grundsätzlich empfindlicher auf Strahlung reagiert. Grund: Dünnere Schädelknochen, noch nicht voll entwickeltes Nerven- und Immunsystem u. a.

Professor Lawrie Challis (Leiter des britischen Forschungsprogramms zu Mobiltelekommunikation und Gesundheit) empfiehlt entsprechend ganz konkret: „Kinder sollten einen Sicherheitsabstand zu den eingebauten Antennen in WLAN-aktiven Laptops wahren.“

In Folge der Diskussion im Bayerischen Landtag zog die Bundesregierung dann nach: Aufgrund einer kleinen Anfrage der Grünen Bundestagsfraktion vom Juli 2007 u. a. zum Thema: „Strahlenbelastung durch drahtlose Internet-Netzwerke (WLAN)“ hieß es in der Antwort der **Bundesregierung vom 01.08.2007** u.a.:

„Die Bundesregierung empfiehlt allgemein, die persönliche Strahlenexposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder so gering wie möglich zu halten, d.h. **herkömmliche Kabelverbindungen** zu **bevorzugen**, wenn auf den Einsatz von funkgestützten Lösungen verzichtet werden kann.“

Die Mobilfunkindustrie protestierte heftig gegen diese Erklärung, so dass vom BfS beschwichtigend eingelenkt werden musste: „Unterhalb der Grenzwerte gibt es keine gesundheitlichen Risiken...“. Dennoch haben sich etliche Schulen in Bayern die Empfehlung des Bayerischen Landtags zu Herzen genommen: So werden z.B. in Erlangen an allen Schulen, an denen WLAN-Netze eingerichtet waren, diese seitdem wieder abgebaut und durch Kabellösungen nach und nach ersetzt.

## **2. Stellungnahmen aus dem Ausland zu WLAN in Schulen**

### **England, April 2009:**

Die Jahreskonferenz in Liverpool des britischen Lehrerverbands „Association of Teachers and Lecturers (ATL)“ (über 160.000 Mitglieder) befürwortet die Aufrufe der Schulen zur Einstellung des WLAN-Ausbaus, bis die Gesundheitsrisiken für Schüler und Lehrer richtig abgeschätzt werden können, und fordert eine eingehende Untersuchung zu den biologischen Auswirkungen von WLAN.

Hierzu einige Stimmen von Lehrern: Colin Kinney, ein Lehrer der Cookstown High School in Nordirland, sagte: „Haben wir das Recht, uns der moralischen Verantwortung zu entziehen, und das einfach nur wegen des Zugriffs auf noch ein paar mehr Computer? Werden es uns unsere Schüler in den kommenden Jahren danken, wenn sie steril geworden sind oder an Krebs leiden, den ihnen die Exposition durch WLAN zugefügt oder verschlimmert hat?“ Und weiter: „Sollten wir unsere Schüler darin bestärken, WLAN zu benutzen, ohne dass Langzeit-Sicherheitsstudien durchgeführt wurden? Ich glaube nicht, dass wir das tun sollten.“

Die britische Gesundheitsschutzbehörde (HPA) geht zwar davon aus, dass es für die Nutzung von WLAN-Geräten „keine konsistenten Befunde für gesundheitliche Auswirkungen“ gibt. Ihr Vorsitzender, Sir William Stewart, setzte sich jedoch bereits vor zwei Jahren da-

von ab, als er sagte, dass die gesundheitlichen Auswirkungen überprüft werden sollten, besonders inmitten von Befürchtungen, dass die Gefahren, die von WLAN-Systemen ausgehen, noch größer sein könnten als die von Mobilfunkmasten.

### Frankreich, Mai 2009:

13.01.2009: Der französische Umweltminister Jean-Louis Borloo (Abb. 2) präsentiert ein Gesetz, das Handywerbung verbieten wird, welche sich an Kinder unter 12 Jahren richtet, den Verkauf von Handys für Kinder unter 6 Jahren untersagt und tiefere Grenzwerte ankündigt.

29.05.2009: Frankreich verbietet nach einer sechswöchigen Untersuchung von Handy- und WLAN-Strahlung aufgrund gesundheitlicher Bedenken den Gebrauch von Mobiltelefonen an Volksschulen. Der Bürgermeister von Clamart lässt eine Basisstation, die zu nahe an einer Schule liegt, mit Verweis auf das Vorsorgeprinzip abschalten.



Abb. 2: Jean-Louis Borloo  
Quelle: Photographic service of the Council of the EU © European Union

Die französische Kampagne setzt mit ihrem Vorgehen, erstmals die Forderungen des **EU-Parlaments** um, welches im September 2008 festgestellt hatte, dass eine Anpassung der Grenzwerte erforderlich ist und **die derzeitigen Grenzwerte in Deutschland und anderen Ländern nicht mehr dem Stand der Wissenschaft entsprechen**. Weiterhin würden besonders schutzbedürftige Gruppen, wie Schwangere, Neugeborene und Kinder, Kranke usw. nicht berücksichtigt.

Frankreich ist wohl das erste Land, das eine derart groß angelegte Kampagne gegen die möglichen Gefahren der Handystrahlung durchführt, nachdem sich internationale Warnungen gehäuft hatten:

### Russland, April 2008:

Vor allem die russische Strahlenschutzkommission (RCNIRP) hat in einem zu wenig beachteten Appell im April 2008<sup>7</sup> sehr eindrücklich auf die hohen Risiken durch Mobilfunkstrahlung bei Kindern und Jugendlichen hingewiesen und sieht die kommenden Generationen in großer Gefahr. Folgende Gesundheitsgefahren für mobil telefonierende Kinder seien in naher Zukunft wahrscheinlich:

Gedächtnisstörungen, nachlassende Aufmerksamkeit, verringerte Lern- und Denkfähigkeiten, zunehmende Reizbarkeit, Schlafprobleme, zunehmende Stressempfindlichkeit, zunehmende Bereitschaft für Epilepsie.

In ferner Zukunft zu erwartende Gesundheitsrisiken: Gehirntumore, Tumore der Gehör- und Eingangsnerve (im Alter von 25 – 30 Jahren), Degeneration von Nervenstrukturen des Gehirns (Alzheimer Krankheit, Demenz, depressive Syndrome u. a.) (im Alter von 50 – 60 Jahren).

<sup>7</sup> <http://www.kinder-und-mobilfunk.de/downloads/appellrcnirpd.pdf>

### Kanada, Juli 2009:

Die Ärztin Dr. Magda Havas (Associate Professor, Environment & Resource Studies, Trent University, Peterborough, Canada – Abb. 3) ist spezialisiert auf die Erforschung des Einflusses elektromagnetischer Felder auf die Umwelt. Sie verlangt in einem offenen Brief an Eltern, Lehrer und Schulbehörden die Entfernung von drahtlosem Internet (WLAN) aus Schulen: „Auch wenn die Strahlung unter den Grenzwerten liegt, werden in einschlägigen wissenschaftlichen Berichten längst eine Reihe gesundheitlicher Folgen aufgeführt. Insbesondere Kinder sind wegen ihrer erhöhten Empfindlichkeit davon betroffen.“



Abb. 3: Magda Havas

Quelle:

<http://insightfulevents.ca/forums/>

Seit kurzem ist ein 8-minütiger Filmbeitrag<sup>8</sup> von ihr im Internet zu finden, in dem sie aufzeigt, warum Handys die „Zigaretten dieses Jahrhunderts“ sind.

### 3. Gesundheitliche Auswirkungen und biologische Effekte durch Mobilfunkstrahlung

Im Juni 2008 gab der damalige Umweltminister Siegmund Gabriel aufgrund der Erkenntnisse des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms (DMF) (Beginn des Projekts 2002) öffentlich „Entwarnung“: „... Die Hinweise auf mögliche Risiken unterhalb der geltenden Grenzwerte konnten jedoch nicht bestätigt werden. Das Risiko für Hirntumore steigt laut den Studien weder durch Handys, noch durch schnurlose DECT-Telefone oder deren Basisstationen in der Nähe des Bettes.“ ... „[...] die geltenden Grenzwerte für Mobilfunkstrahlung seien ausreichend. Auch ein Zusammenhang zwischen der Strahlung und Kopfschmerzen oder Schlafstörungen bei Erwachsenen sei nicht beobachtet worden.“<sup>9</sup>

Die Kritik an dieser „Risikoentsorgung“ ließ nicht lange auf sich warten:

- Zum Zeitpunkt der Berichterstattung waren von 54 Studien nur 18 biologische oder epidemiologische Projekte, davon nur 16 abgeschlossen.
- 3 Studien fanden beunruhigende Effekte, die trotz kritischer Anmerkungen der Autoren als unbedeutend ignoriert wurden.
- Zu den entscheidenden Langzeitwirkungen über 10 Jahre können keine Aussagen gemacht werden, da Ergebnisse ausländischer Studien nicht einbezogen wurden.
- Es werden keine Aussagen zur besonderen Gefährdung von Risikogruppen (Kinder, Kranke, Schwangere,...) gemacht.

Daraufhin wurde die „Entwarnung“ von offizieller Seite in folgender Weise eingeschränkt:

- Den von Ärzten bereits 2006 dokumentierten Beschwerden in der Bevölkerung durch Mobilfunkexposition (700 Seiten) konnte nicht nachgegangen werden.
- Studien zu genotoxischen Effekten sind noch nicht abgeschlossen.

<sup>8</sup> <http://medien.diagnose-funk.org/videos/cell-phones-are-the-cigarettes-of-the-21st-century.html>

<sup>9</sup> [www.focus.de/gesundheit/ratgeber/krebs/news/handy-strahlung-entwarnung-unter-vorbehalt\\_aid\\_311727.html](http://www.focus.de/gesundheit/ratgeber/krebs/news/handy-strahlung-entwarnung-unter-vorbehalt_aid_311727.html)

- Die bei einer von zwei Studien zur Blut-Hirn-Schranke aufgetretenen biologischen Effekte konnten nicht abschließend bewertet werden.
- Zur besonderen Gefährdung von Kindern und Jugendlichen können keine Aussagen gemacht werden.
- BfS: „Es ist weiterhin empfehlenswert, die Grenzwertregelung durch geeignete Vorsorgemaßnahmen zu ergänzen.“

Sogar die Bundesärztekammer (Prof. Kappos<sup>10</sup>) widersprach im Dezember 2008 der offiziellen „Entwarnung“ der Bundesregierung:

- Die Ergebnisse des DMF können nicht als Beleg für die Nichtexistenz athermischer Wirkungen der elektromagnetischen Felder interpretiert werden.
- Seit 1932 ... wurde eine große Anzahl von Arbeiten publiziert, die funktionelle Gesundheitsstörungen im Zusammenhang mit der Exposition durch HF-Strahlung beschreiben.
- Ebenso existieren plausible pathophysiologische Erklärungsmodelle nicht-thermischer Wirkungen auf die komplexen Regulationsmechanismen des menschlichen Organismus. Diese sind nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen.
- Für die Ärzteschaft besitzen ... die Aspekte **Prävention** und **Elektrosensibilität** besondere Bedeutung.

Auch H.-Peter Neitzke vom ECOLOG-Institut kritisierte das Vorgehen des BfS im DMF: „Auf neue (z. T. sehr deutliche) Befunde wird nicht eingegangen und es fehlen durchgängig kritische Anmerkungen zur Aussagekraft der Studien bzw. kritische Anmerkungen der Autoren ´fallen unter den Tisch`“<sup>11</sup>.

Die weitgehende Entwarnung des BfS und der Bundesregierung beruht auf der Auffassung, „es gebe nach aktuellem Stand der Wissenschaft keine *Nachweise* für gesundheitliche Risiken“. Entscheidend ist also, was hier unter dem scheinbar klaren Begriff Nachweis genau verstanden wird. Bei genauerem Hinsehen entdeckt man, dass es unter Wissenschaftlern keine allgemein akzeptierte Ansicht gibt, was eigentlich unter einem wissenschaftlichen Nachweis verstanden werden soll. Im Gegenteil: Hinter diesem Wort steckt eine kontroverse Diskussion, wann etwas überhaupt wissenschaftlich bewiesen ist. Zwei Auffassungen sollen hierzu herausgegriffen und gegenüber gestellt werden:

Das BfS folgt hier der Strahlenschutzkommission (SSK), die 2001 festgelegt hat<sup>12</sup>:

- a) Zu einem wiss. Nachweis für einen Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und elektromagnetischen Feldern müssen reproduzierbare Ergebnisse wiss. Studien voneinander unabhängiger Forschungsgruppen vorliegen; und:
- b) Das wiss. Gesamtbild stützt das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs.

<sup>10</sup>[http://www.der-mast-muss-weg.de/pdf/Aerzte/Prof\\_A\\_Kappos\\_0812\\_a.pdf](http://www.der-mast-muss-weg.de/pdf/Aerzte/Prof_A_Kappos_0812_a.pdf)

<sup>11</sup>H.-Peter Neitzke: Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm I, EMF-Monitor 3/2008

<sup>12</sup><http://www.ssk.de/werke/volltext/2001/ssk0103.pdf>

<b>Nachweis</b>	Wissenschaftlich nachgewiesen ist ein Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und elektromagnetischen Feldern, wenn wissenschaftliche Studien voneinander unabhängiger Forschungsgruppen diesen Zusammenhang reproduzierbar zeigen und das wissenschaftliche Gesamtbild das <b>Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs</b> stützt.
<b>Wissenschaftlich begründeter Verdacht</b>	Ein wissenschaftlich begründeter Verdacht auf einen Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und elektromagnetischen Feldern liegt vor, wenn die Ergebnisse bestätigter wissenschaftlicher Untersuchungen einen Zusammenhang zeigen, aber die Gesamtheit der wissenschaftlichen Untersuchungen das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs nicht ausreichend stützt. Das Ausmaß des wissenschaftlichen Verdachts richtet sich nach der Anzahl und der Konsistenz der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeiten.
<b>Wissenschaftlicher Hinweis</b>	Ein wissenschaftlicher Hinweis liegt vor, wenn einzelne Untersuchungen, die auf einen Zusammenhang zwischen einer Gesundheitsbeeinträchtigung und elektromagnetischen Feldern hinweisen, nicht durch voneinander unabhängige Untersuchungen bestätigt sind und durch das wissenschaftliche Gesamtbild nicht gestützt werden.

Abb. 4: Festlegungen der SSK, wann ein Zusammenhang wissenschaftlich bewiesen ist und wann er nur als Verdacht bzw. Hinweis zu werten ist. Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm. Broschüre. Vgl.: [http://www.emf-forschungsprogramm.de/int\\_forschung/wirk\\_mensch\\_tier/auswertung.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/int_forschung/wirk_mensch_tier/auswertung.html)

Die Forderung a) ist unstrittig. Strittig ist die zusätzliche, verschärfende **Forderung b)**, die letztlich das Vorliegen eines in der Wissenschaft akzeptierten konsistenten Wirkungsgefüges verlangt, der die Wirkung der Noxe von der biologischen Primärwirkung bis zum funktionellen Schaden beschreibt, wobei die biologischen Effekte auf den einzelnen Wirkungsebenen ebenfalls experimentell bestätigt sein müssen. So sehr diese Forderung aus wissenschaftlicher Sicht gerechtfertigt sein mag, so ist sie jedoch **aus Sicht eines vorsorgenden Gesundheitsschutzes äußerst problematisch**, da ggf. dringliche Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von möglichen gesundheitlichen Schäden davon abhängig gemacht werden, ob die Wissenschaft einen kausalen Zusammenhang kennt und überprüfen kann (vgl. Neitzke, 2006, 2-1).

Gemessen an den Anforderungen der SSK müssen die toxischen Wirkungen vieler Umweltnoxen als wissenschaftlich unbewiesen gelten. Dies gilt insbesondere für die Noxen, die nicht akut toxisch sind, die aber im Verdacht stehen, bei chronischen Expositionen zu gesundheitlichen (Spät-)schäden zu führen, wie viele Stoffe, die als wahrscheinlich krebserregend oder krebserregend eingestuft werden (PCB, Asbest, Holzschutzmittel, usw.). Die Geschichte vieler gesundheitsschädigender Stoffe zeigt, dass der kausale Ursache-Wirkungs-Zusammenhang in der Regel erst viel später aufgedeckt wird, nachdem die gesundheitliche Schädlichkeit bereits offensichtlich und sogar wiss. anerkannt ist (vgl. Europäische Umweltagentur, 2001). Bei vielen derzeit anerkannt schädlichen Noxen ist der Wirkungsmechanismus bis heute nicht restlos bekannt (Bsp. UV-Strahlung und Hautkrebs<sup>13</sup>).

<sup>13</sup> <http://www.ssk.de/werke/volltext/1998/ssk9813.pdf>



In den Fällen, in denen es wissenschaftliche Hinweise auf ein potentiell Risiko gibt, das Risiko jedoch noch nicht voll nachweisbar ist, oder wenn nicht messbar ist, in welchem Umfang das Risiko besteht, oder wegen unzureichender wissenschaftlicher Daten nicht feststellbar ist, wie sich das Risiko auswirken kann, sollte nach einer Mitteilung der EU-Kommission vom Februar 2000 das **Vorsorgeprinzip** angewandt werden: D.h., es sind ordnungsrechtliche, technische und ggf. planerische Maßnahmen anzuwenden, um das potentielle Risiko zu vermindern.

Im Zusammenhang mit der Mobilfunkstrahlung liegen zwar für nicht-thermische Wirkungen noch keine endgültigen Nachweise<sup>14</sup>, aber vielfältige **Hinweise** auf gesundheitliche Beeinträchtigungen und Schädigungen vor, die zum Teil so überzeugend sind, dass sie längst Anlass für vorsorgende Gesundheitsschutzmaßnahmen sein müssten, wie auf S. 10 näher erläutert wird (Abb. 5). Hierüber erfährt der informationssuchende Leser von den BfS-Seiten praktisch nichts und darüber hinaus wird ihm nicht deutlich gemacht, dass die offizielle „Entwarnung“ nur unter einem bestimmten, von der deutschen SSK (eigenmächtig?) festgelegten Wissenschaftsverständnis gegeben wurde.

Erst durch weitergehende Recherchen hat man eine Chance, eine abgewogene Risikoeinschätzung zu entwickeln. Vorsorge scheint nur weitgehend unnötig zu sein und ist wohl dem Einzelnen überlassen; der Staat spricht nur allgemeine Empfehlungen aus. Dies ist durchaus kritisch zu hinterfragen: Bereits 2004 hat der Bundesgerichtshof festgestellt, dass die 26. Bundesimmissionschutzverordnung (26. BImSchV) *keine* Vorsorgekomponente enthält, und darüber hinaus betont, dass die Einhaltung und Unterschreitung von Grenz- und Richtwerten im Hinblick auf die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Mobilfunkimmissionen *nur Indizwirkung* hat<sup>15</sup>. Eine entsprechend angemahnte Novellierung der Grenzwerte wurde damals unter der Regierung Schröder aus Sorge vor Arbeitsplatzverlusten abgelehnt.

Auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) stellte in seinen „Leitlinien Strahlenschutz“ von 2005<sup>16</sup> fest: "In Deutschland fehlt derzeit eine allgemeine Rechtsgrundlage für den Strahlenschutz der Bevölkerung bei nichtionisierender Strahlung. ... Die Folge ist, dass, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine weitgehend unkontrollierte Exposition der Bevölkerung stattfindet." Weiter fordert das BfS auf S. 54 Vorsorgemaßnahmen insbesondere für „Jugendliche und Heranwachsende, bei denen eine besondere Strahlenempfindlichkeit bisher nicht ausgeschlossen werden kann.“

Letztes Jahr stellte das EU-Parlament in einer Entschließung vom 04.09.2008 fest, „*dass die Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern nicht mehr aktuell sind, ...*“ und „*empfiehlt daher dem Rat, seine Empfehlung*

<sup>14</sup> Die österreichische Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) initiierte das Forschungsprojekt ATHEM (Athermische Wirkungen der Mobilfunkstrahlung), durchgeführt an der Medizinischen Universität Wien. Das Ergebnis waren Nachweise von athermischen Wirkungen. Daraufhin gab das österreichische Gesundheitsministerium für Eltern ein Faltblatt mit Warnhinweisen heraus. Eine Zusammenfassung des ATHEM-Reports veröffentlichte die Schweizer Umweltorganisation Diagnose-Funk: <http://diagnose-funk.org/aktuell/brennpunkt/auva-report-athermische-wirkungen-bestaetigt.html>

<sup>15</sup> Entscheidung des BGH vom 13.02.2004 in NJW (2004), 1317 ff.

<sup>16</sup> Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Leitlinien Strahlenschutz (2005), S. 44 und S. 54  
Internet: [http://www.der-mast-muss-weg.de/pdf/appell/BfS\\_Leitlinien\\_Strahlenschutz.pdf](http://www.der-mast-muss-weg.de/pdf/appell/BfS_Leitlinien_Strahlenschutz.pdf)

1999/519/EG dahingehend zu ändern, dass ... strengere Belastungsgrenzwerte ... festgesetzt werden,...<sup>17</sup>.

Unter dem Gesichtspunkt der Vorsorge ist also eine simple Ja-Nein-Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes anhand der Kategorien „bewiesen“ bzw. „nicht bewiesen“ bei weitem nicht ausreichend. Für die Beurteilung, ob beim gegenwärtigen Stand der Wissenschaft das Vorsorgeprinzip anzuwenden ist, wäre eine differenzierte, nach wissenschaftlicher Evidenz abgestufte Klassifizierung der Hinweise auf gesundheitliche Auswirkungen durch hochfrequente elektromagnetische Felder unterhalb der Grenzwerte erforderlich. Diese kann die Entscheidungsfindung darüber, welche Hinweise als ausreichend für die Einleitung von Maßnahmen gelten können, erleichtern: Die Entscheidung muss bei vorhandenen Nachweisstufen darüber fallen, ab welcher Nachweisstufe es erforderlich ist, vorsorgend tätig zu werden. Dies ist eine wichtige politische Entscheidung mit tiefgreifenden Auswirkungen. Es geht u. a. darum, den möglichen Schaden abzuschätzen, der bei Tätigwerden oder Nicht-Tätigwerden zu erwarten ist. Es ist daher nachvollziehbar, dass bereits die Aufstellung von Nachweisstufen intensiv und kontrovers diskutiert wird.

Obwohl sich bisher eine allgemein akzeptierte, differenzierte und abgestufte Klassifizierung nicht durchsetzen konnte, wurde solch eine Klassifizierung erstmalig im Jahre 2000 vom ECOLOG-Institut in Hannover im Auftrag von T-Mobile durchgeführt. Sie liegt derzeit in einer aktualisierten Fassung vor (Neitzke, 2006; Abb. 5).

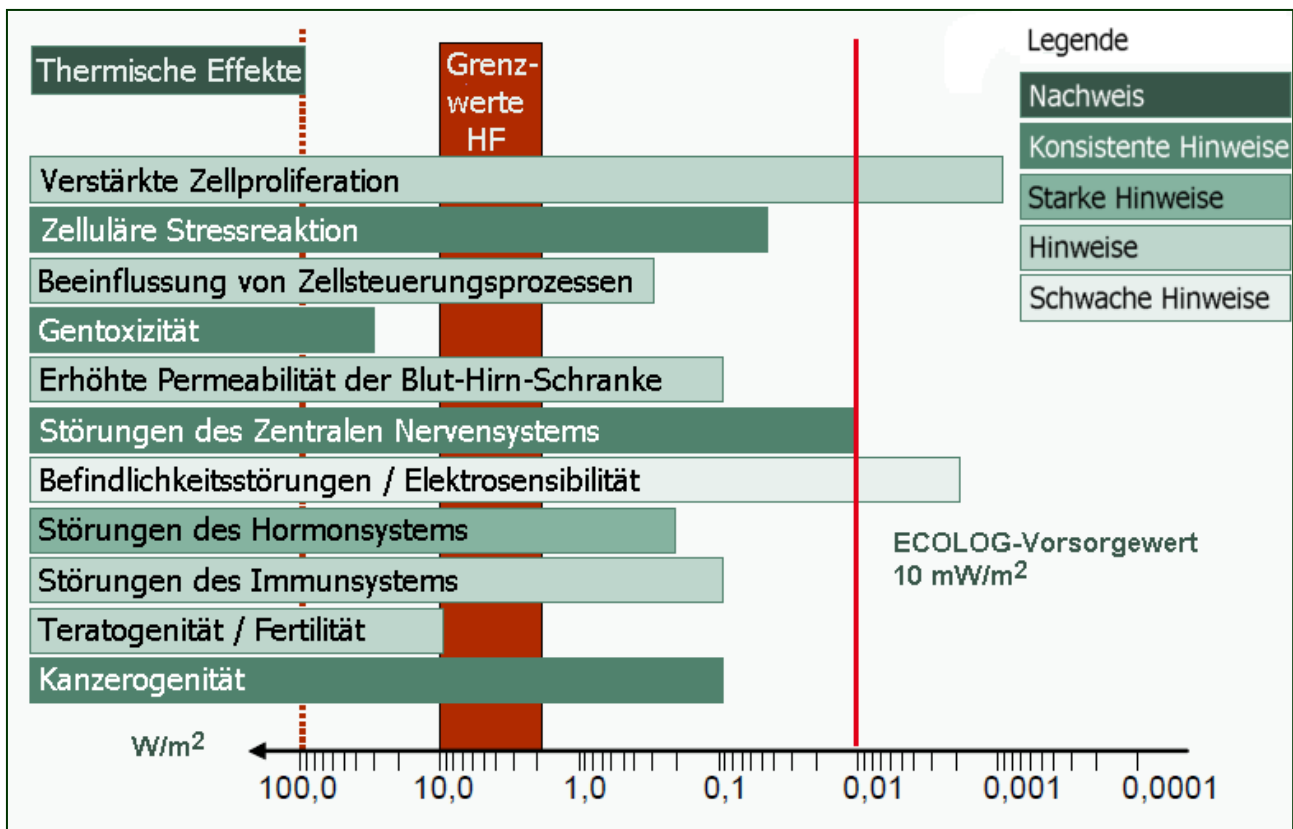


Abb. 5: Wissenschaftliche Evidenzen für gesundheitliche Auswirkungen und biologische Effekte durch hf-em Felder in verschiedenen Bereichen der Leistungsflussdichte (Neitzke, 2006)

<sup>17</sup> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0410+0+DOC+XML+V0//DE> darin: Punkte 22. und 23.

Diese Grafik basiert auf der Auswahl und Bewertung von über **100 Studien**, mittlerweile sind Studien bis 2005 einbezogen. Die Studien wurden vom ECOLOG-Institut<sup>18</sup> unter dem Aspekt der Vorsorge ausgewählt und nach wissenschaftlicher Evidenz abgestuft bewertet:

Einen wissenschaftlichen Nachweis (Beweis) gibt es nach dieser Klassifizierung nur für thermische Wirkungen (dunkelgrüner Bereich). Nachweis bedeutet lt. ECOLOG: Es liegen übereinstimmende Ergebnisse identischer Untersuchungen vor. Sie belegen damit einen eindeutigen Zusammenhang (Korrelation). Diese Festlegung verlangt nicht – wie bei der SSK –, dass das wissenschaftliche Gesamtbild das Vorliegen eines kausalen Zusammenhangs stützt.

Mittelgrüne Bereiche kennzeichnen konsistente Hinweise, d.h.: Es müssen (starke) Hinweise aus unterschiedlichen Untersuchungsansätzen mit gleichem Endpunkt vorliegen. Die Charakterisierungen der anderen Hinweise können im EMF-Handbuch des ECOLOG-Instituts<sup>19</sup> nachgelesen werden.

Die Ergebnisse der ECOLOG-Untersuchungen zeigen eindeutig **zahlreiche konsistente Hinweise auf gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte** (in Abb. 5 *rechts* des roten Balkens): Stressreaktionen auf zellulärer Ebene, Störungen des Zentralen Nervensystems und krebspromovierende Effekte. Aus Sicht des ECOLOG-Instituts ist daher ein Vorsorgegrenzwert von **10 mW/m<sup>2</sup>** angemessen, der gerade diese Risiken vermeidet (andere Institutionen fordern sogar einen Vorsorgegrenzwert von 1 mW/m<sup>2</sup> und darunter). Die heute gültigen Grenzwerte schützen – wie gesagt – lediglich vor akuten(!) Wärmewirkungen der HF-Strahlung, vergleichbar einem Schutz vor Sonnenbrand.

Eine neuere Studie der Salzburger Landeskliniken (SALK) kam 2007 zu noch besorgniserregenderen Ergebnissen: In einem wissenschaftliches Forschungsprojekt untersuchten die Ärzte Hacker und Pauser<sup>20</sup> die Frage: Führen Expositionen, wie sie im Umfeld von Mobilfunksendeanlagen (Basisstationen) auftreten, zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen? In einer randomisierten Doppelblindstudie wurden 57 Testpersonen 3 verschiedenen Expositionsstärken (10, 540, 3000  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ) ausgesetzt (Kurzzeitexperiment: 5 Phasen à 50 min).

Das Ergebnis war eindeutig:

- Das Immunsystem wird **bereits ab 540  $\mu\text{W}/\text{m}^2 = 0,54 \text{ mW}/\text{m}^2$**  geschwächt.
- Es zeigen sich statistisch signifikante – und biologisch relevante – Erhöhungen des Cortisolspiegels und anderer Stressmarker.
- Exponierte Personen, die innerhalb von 100 m zu einer Mobilfunksendeanlage wohnen, sind offenbar vorgeschädigt.

<sup>18</sup> Das ECOLOG-Institut in Hannover wurde 1991 von Wissenschaftlern und Hochschulprofessoren gegründet und hat folgende Aufgaben:

- Forschung und Auswertung von Forschungsergebnissen zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder auf Umwelt und Gesundheit.
- Entwicklung von **Konzepten für den vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutz** im Zusammenhang mit technologischen elektromagnetischen Feldern
- Überprüfung, Planung, Messung, Berechnung von emittierenden Anlagen, u. a.

<sup>19</sup> Download unter: <http://www.ecolog-institut.de/index.php?id=74>

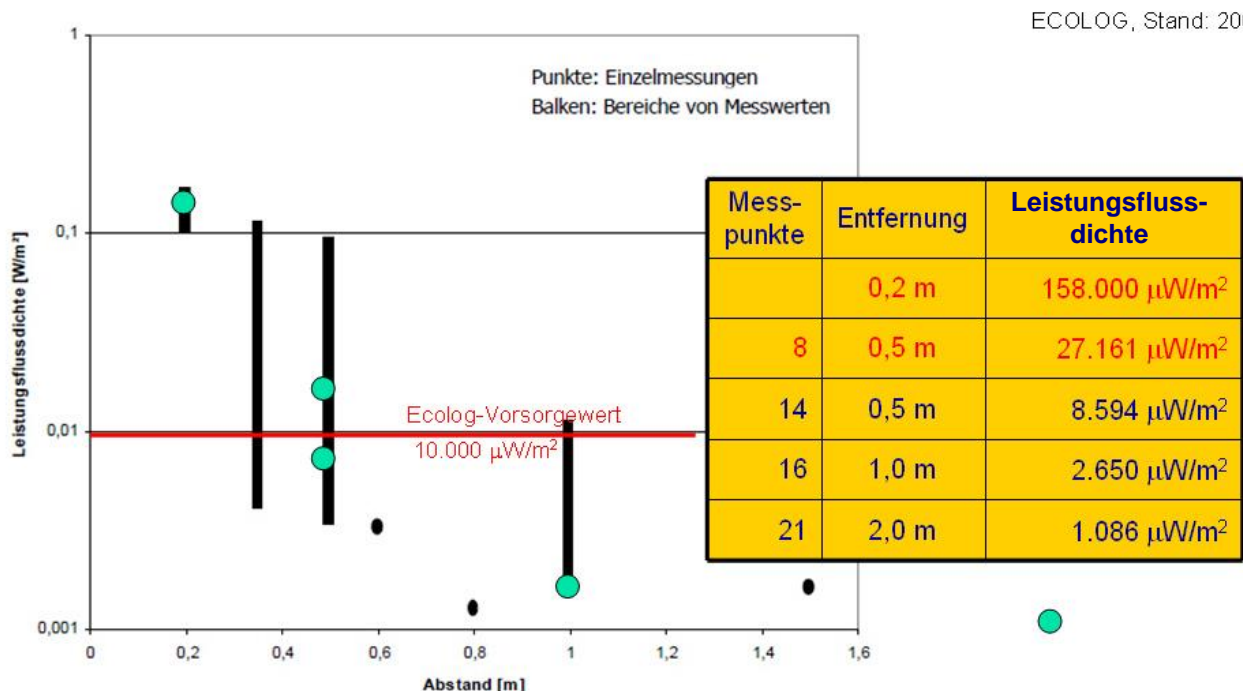
<sup>20</sup> <http://www.salzburg.gv.at/gsmstudie.pdf>

Als Folge dieser Ergebnisse empfehlen die Forscher: „Besonders sensible Einrichtungen sollten vorsorglich geschützt werden. Wir raten, innerhalb oder in direkter Nachbarschaft zu Einrichtungen, bei denen es um Heilung geht (Krankenhäuser, Sanatorien etc.), aber auch in der Nähe von Einrichtungen, in denen sich Kinder für längere Zeit aufhalten (Schulen, Kindergärten etc.) keine Mobilfunksendeanlagen aufzustellen bzw. die Belastung zu reduzieren.“

#### 4. Wie stark bestrahlen WLAN-Netze Schüler?

Stellen Sie sich ein WLAN-Netz in Schulen vor: Der Schüler sitzt vor einem PC oder Laptop, das über eine Antenne, die z.B. im Bildschirm eingebaut ist, Daten zum nächstgelegenen Access-Point schickt. Welche Strahlungsbelastung kommt durch Funknetzwerkarten und Antennen in Laptops und PCs auf den Schüler zu? Lässt sich die Strahlenbelastung abschätzen, die durch WLAN-Netze entstehen können?

Hierzu hat das ECOLOG-Institut im Jahr 2003 in einer Expertise zur Netzwerktechnologie WLAN (ECOLOG, 2003) Bereiche von Leistungsflussdichten von WLAN-Access-Points, WLAN-Antennen, Netzwerkkarten usw. zusammengestellt (Abb. 6 und 7).



Ergebnisse von Messungen an Notebooks mit Funk-Netzwerkkarten und Computern mit WLAN - Antennen auf dem Bildschirm

Hacker/Pausen-Studie  
540 µW/m²

Abb. 6: WLAN-Belastungen durch Funknetzwerkkarten / Antennen in Laptops.  
Quelle: ECOLOG-Institut (2003) und Artikel in K-Tipp 10/2007

Die konkreten Werte (grüne Kreise) stammen vom Mai 2007 und wurden in einer Schweizer Schule<sup>21</sup> gemessen und in der Zeitschrift K-Tipp veröffentlicht. Sie fügen sich in die früher gemessenen Bereiche und Punkte (schwarz) gut ein.

<sup>21</sup> <http://www.ktipp.ch/themen/beitrag/1028594> und <http://www.ktipp.ch/themen/beitrag/1031228>

Auffällig ist demnach, dass die Strahlenbelastung der Schüler, die an einem WLAN-aktiven Laptop in einem typischen Abstand von der Antenne von 0,5 m arbeiten, Werte zwischen  $6 \text{ mW/m}^2$  und  $100 \text{ mW/m}^2$  erreichen kann. Mittlere Werte liegen bei  $30 \text{ mW/m}^2$ .

Vergleicht man diese Werte mit den Vorsorgewerten von  $10 \text{ mW/m}^2 = 10.000 \text{ } \mu\text{W/m}^2$  des ECOLOG-Instituts, so liegen die mittleren Werte von  $30 \text{ mW/m}^2$  bereits darüber (rote Linie), im Vergleich mit dem Wert von  $0,54 \text{ mW/m}^2 = 540 \text{ } \mu\text{W/m}^2$  aus der Studie von Hacker und Pauser liegen alle Werte in einem für das Immunsystem belastenden Bereich.

Auch die Strahlenbelastung durch Access-Points kann im Nahbereich unter 1 m Werte zwischen wenigen  $\text{mW/m}^2$  und  $100 \text{ mW/m}^2$  erreichen, erst in größeren Abständen von etwa 1,5 m ergeben sich etwa  $0,5 \text{ mW/m}^2$  (Abb. 7).

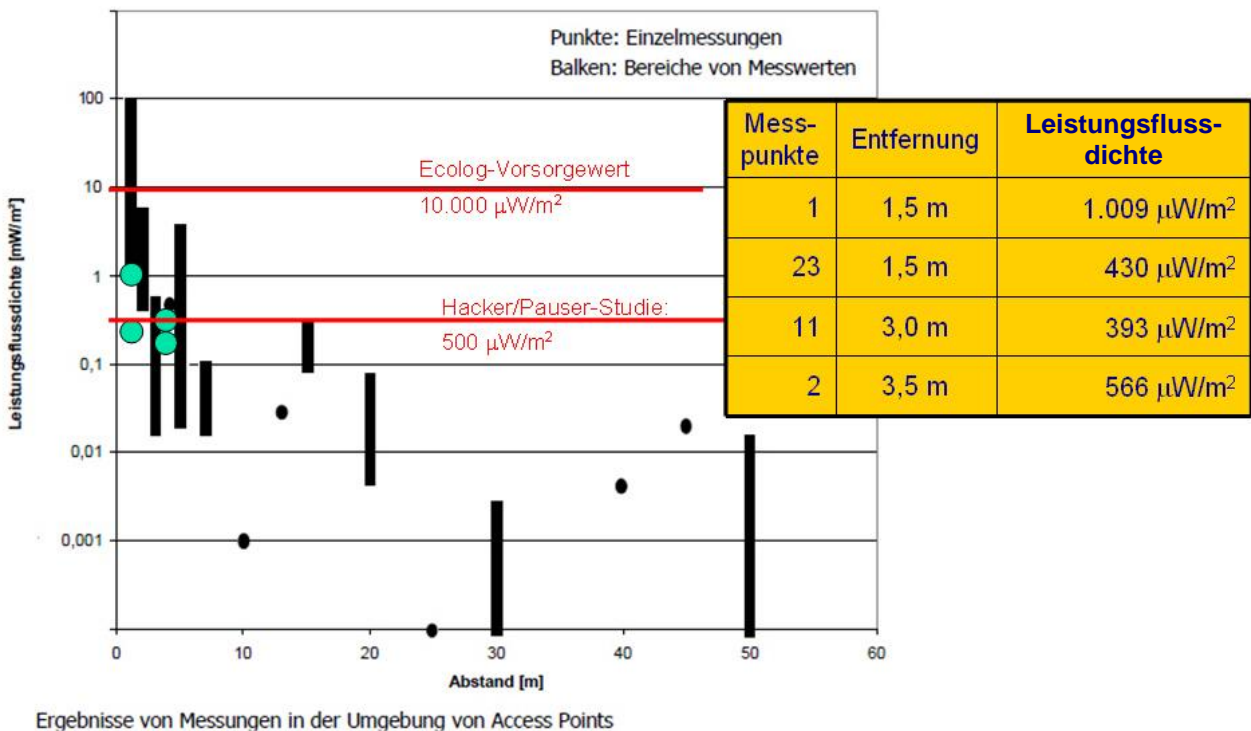


Abb. 7: WLAN-Belastungen durch Access Points  
Quelle: ECOLOG-Institut (2003) und Artikel in K-Tipp 10/2007

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse verschiedener Messungen (Nova-Institut 2001, Öko-Test 2002, 2003, Neitzke & Voigt 2003) im Bereich so genannter Hot Spots (Universitäts-campus, Marktplatz, Hotel, Flughafen, Bibliothek, Museum) bzw. an einzelnen Access Points. Dargestellt ist wiederum die Bandbreite der Messwerte als Funktion des Abstands, hier zwischen der Messsonde und dem nächsten lokalisierten Access Point. Die grünen Kreise zeigen wiederum Messungen in einer Schweizer Schule vom Mai 2007. Weiterhin sind wieder der Vorsorgewert des ECOLOG-Instituts von  $10 \text{ mW/m}^2 = 10.000 \text{ } \mu\text{W/m}^2$  eingezeichnet und der Wert von  $540 \text{ } \mu\text{W/m}^2$  nach der Studie von Hacker und Pauser (2007).

Mit diesen Werten lässt sich nun der Bereich an Strahlungsintensität ermitteln, mit dem Schüler belastet werden. Hierzu könnte man sich folgendes typisches Szenario vorstellen:

Notebook mit WLAN-Karte: 20 cm	158.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Notebook des Mitschülers: 1,50 m	1.580 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Acesspoint: 1,70 m	1.020 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Summe:	160.600 $\mu\text{W}/\text{m}^2$



Abb. 8: One of the four computer labs at [Union City High School](#) in [Union City, New Jersey](#)

Dazu muss noch gerechnet werden:  
Strahlung von Handys, nächster Mobilfunkmast,  
ggf. DECT-Telefon.

Was bedeutet dieser rote Wert von  $160.600 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 160,6 \text{ mW}/\text{m}^2$ ? Schüler werden unter WLAN-Netzen ggf. einer hohen Strahlenbelastung ausgesetzt, die maximal ca. 16-fach über dem ECOLOG-Vorsorgewert von  $10 \text{ mW}/\text{m}^2$  liegt und 320-fach über der von Hacker und Pauser gefundenen Stress-„Schwelle“ von  $0,54 \text{ mW}/\text{m}^2$ .

Eine Münchener Studie<sup>22</sup> von 2008 ermittelte eine **mittlere Strahlenbelastung der Schüler von  $9 \text{ mW}/\text{m}^2$**  und **Maximalwerten von  $40 \text{ mW}/\text{m}^2$** , also weit über dem ECOLOG-Vorsorgewert (links der schwarzen vertikalen Linie). Schätzt man aufgrund dieser Daten die Strahlungsintensität ab, der Schüler in einem WLAN-Netzwerk ausgesetzt sind, ergeben sich unter Einbeziehung der Strahlung von benachbarten Laptops Werte von ca. 30 bis ca.  $160 \text{ mW}/\text{m}^2$ , ggf. auch darüber (Abb. 9, rot schraffierter Bereich).

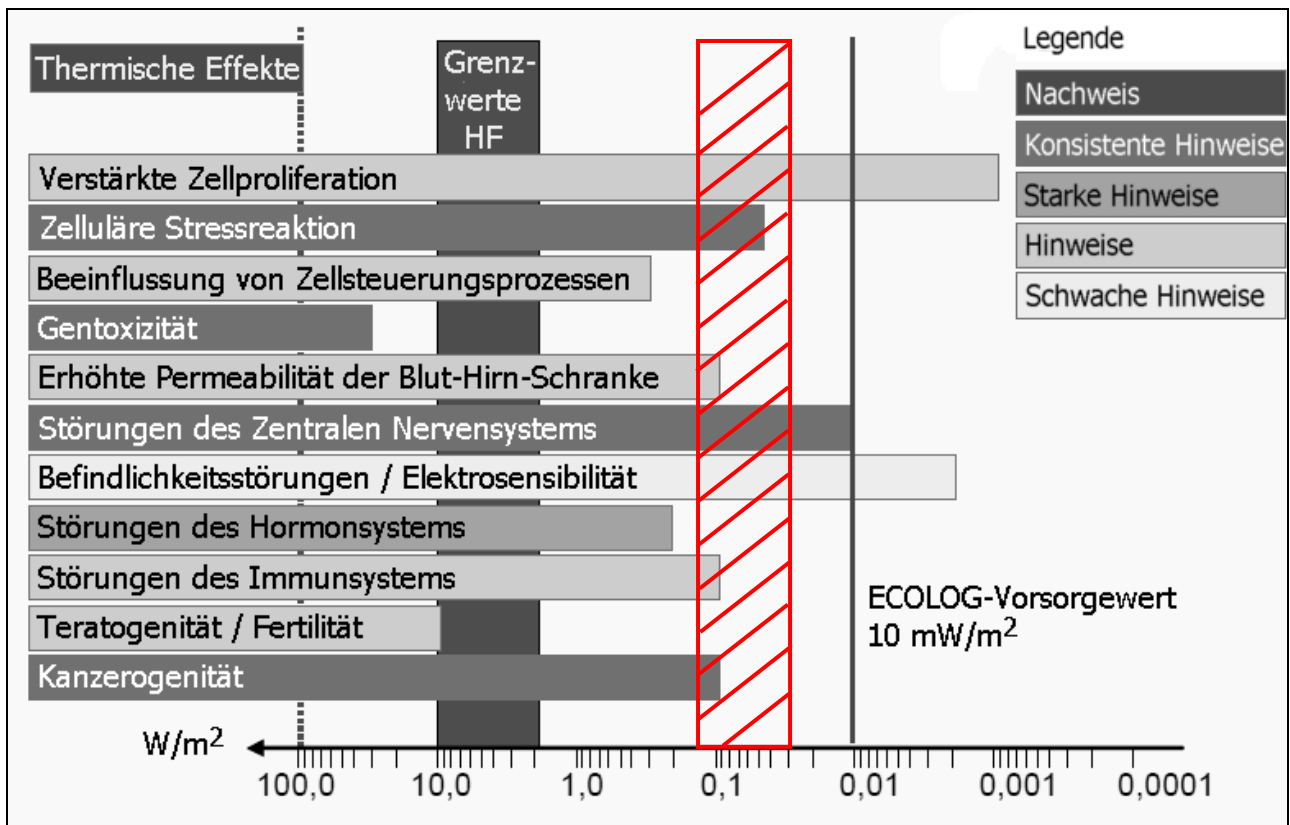


Abb. 9: Belastung von Schülern durch WLAN-Netze (rot-schraffierter Bereich)

<sup>22</sup> [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/epidemiologie/epidemiologie\\_abges/epi\\_045\\_AB.pdf](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/epidemiologie/epidemiologie_abges/epi_045_AB.pdf)

## 5. Folgerungen

Damit werden für den Schüler erhebliche Gesundheitsrisiken relevant! Wie bereits mehrere Studien gezeigt haben, kann sich diese Belastung in vielerlei Symptomen zeigen wie Kopfschmerzen, Tagesmüdigkeit, verringerte Konzentrations- und Problemlösefähigkeit, geringere Gedächtnisfunktion u. a. (Hug u.a., 2006). Aber auch Lehrerinnen und Lehrer beobachten heutzutage zunehmend, dass viele Schüler sich überhaupt nicht mehr konzentrieren können, wenn eine Funkbelastung vorhanden ist. Ihre verminderte Leistungsfähigkeit kann erhebliche Auswirkungen auf ihre Noten, ihre Berufswahl und ihre weitere Laufbahn haben. Dazu kommt, dass bei dauerhafter Bestrahlung diese Symptome chronisch werden und die Gesundheit der Schüler erheblich beeinträchtigen können.

Bei der Nutzung von WLAN-Netzen müssen also ggf. auftretende Beschwerden der Schüler sehr ernst genommen werden. Als Ursache darf die WLAN-Strahlung *nicht* ausgeschlossen werden. Fazit: Schulen sollten im Sinne eines vorsorgenden Gesundheitsschutzes bei der Einrichtung von Internet-Zugängen **unbedingt auf WLAN-Netze verzichten** und kabelgebundene Lösungen nutzen.

## 6. Literatur

Neitzke, Peter; Osterhoff, Julia; Voigt, Hartmut (Hrsg.) (2006): EMF-Handbuch. Elektromagnetische Felder: Quellen, Risiken, Schutz. Hannover, ECOLOG-Institut (Download unter: <http://www.ecolog-institut.de/index.php?id=74>)

Europäische Umweltagentur (Hrsg.) (2001): Späte Lehren aus frühen Warnungen: Das Vorsorgeprinzip 1896-2000. Dt. Übersetzung: [www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/2697.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/2697.htm)

ECOLOG-Institut (2003): Funk-Netzwerke. Sachstandermittlung zur Netzwerktechnologie WLAN. In: Ministerium für Umwelt und Naturschutz NRW (Hrsg.): Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit. Hannover. [http://www.apug.nrw.de/pdf/funktnetztechnik\\_wlan.pdf](http://www.apug.nrw.de/pdf/funktnetztechnik_wlan.pdf)

Hug K.; Rapp R.; Schär P.; Taschner N. (2006): Hochfrequente Strahlung und Gesundheit. Bundesamt für Umwelt, Bern. Download: <http://www.umwelt-schweiz.ch/uw-0722-D>

## 7. Bildquellennachweis

- Abb. 1: Strahlenaufnahme im Kopfbereich nach Lebensalter.  
Quelle und Genehmigung: Kinderbüro Steiermark, <http://www.kinderbuero.at>
- Abb. 2: Jean-Louis Borloo - French Minister for Ecology, Energy, Sustainable Development and Marine Affairs, responsible for green technologies and climate negotiations.  
Bildquelle und Genehmigung:  
Photographic service of the Council of the EU © European Union;  
<http://www.consilium.europa.eu/App/NewsRoom/galleryViewer.aspx?command=PIC&bid=89&lang=DE&rubrique=631&dateEvent=15.03.2010&id=818&picid=96424997-8a75-4349-b71e-e982105a0433>
- Abb. 3: Magda Havas - Associate Professor, Environment & Resource Studies, Trent University, Peterborough, Canada.  
Bildquelle: <http://www.insightfulevents.ca/pcn07.htm>  
Genehmigung durch Risa Roumeliotakis: <http://insightfulevents.ca/forums/>
- Abb. 4: Festlegungen der SSK, wann ein Zusammenhang wissenschaftlich bewiesen ist und wann er nur als Verdacht bzw. Hinweis zu werten ist.  
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm. Broschüre. Vgl.:  
[http://www.emf-forschungsprogramm.de/int\\_forschung/wirk\\_mensch\\_tier/auswertung.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/int_forschung/wirk_mensch_tier/auswertung.html)
- Abb. 5: Wissenschaftliche Evidenzen für gesundheitliche Auswirkungen und biologische Effekte durch hf-em Felder in verschiedenen Bereichen der Leistungsflussdichte.  
Bildquelle: Neitzke et al. (2006): EMF-Handbuch, Kapitel 2-12.  
Genehmigung durch Dr. H.-Peter Neitzke; ECOLOG-Institut gGmbH, Hannover
- Abb. 6: WLAN-Belastungen durch Funknetzwerkkarten / Antennen in Laptops.  
Quelle: ECOLOG-Institut (2003) und Artikel in K-Tipp 10/2007.  
Genehmigung durch Dr. H.-Peter Neitzke; ECOLOG-Institut gGmbH, Hannover
- Abb. 7: WLAN-Belastungen durch Access Points.  
Quelle: ECOLOG-Institut (2003) und Artikel in K-Tipp 10/2007.  
Genehmigung durch Dr. H.-Peter Neitzke; ECOLOG-Institut gGmbH, Hannover
- Abb. 8: One of the four computer labs at [Union City High School](#) in [Union City, New Jersey](#). Autor: Nightscream <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Nightscream>  
Quelle:  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:UCHSComputer9.10.09ByLuigiNovi1.jpg>  
Lizenzbedingungen: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.de>
- Abb. 9: Belastung von Schülern durch WLAN-Netze (rot-schraffierter Bereich)  
Bildquelle: Eigene Bearbeitung der Grafik aus: Neitzke et al. (2006): EMF-Handbuch, Kapitel 2-12.  
Genehmigung durch Dr. H.-Peter Neitzke; ECOLOG-Institut gGmbH, Hannover