

Einsatz eines SAR-Messkopfes im Unterricht

Erfahrungen und Ergebnisse

In Bayern wurde 2005 die Aktion „Mobilfunk und Schule“ unter der Trägerschaft des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus ins Leben gerufen. Zur Verfügung stehen zehn komplette SAR-Experimentierkits für die Ausleihe an Schulen. Um die Versuche damit kompetent durchführen zu können, sollte mindestens eine Lehrkraft an einer Fortbildungsveranstaltung teilnehmen (Abbildung 1). Insgesamt konnten bisher 50 bayerische Gymnasien, Real- und Berufsschulen den SAR-Messkopf für jeweils zwei Wochen nutzen. Zahlreiche Sonderveranstaltungen, wie z. B. Projekttag kamen hinzu. Dabei wurden rund 11.000 Schüler erfasst. Die vorgegebene Zielrichtung war, den Jugendlichen die weithin unbekannteren Zusammenhänge beim mobilen Telefonieren im Rahmen des Physik- und Biologieunterrichts aufzuzeigen und damit den verantwortungsbewussten Umgang mit dieser relativ neuen Technik zu fördern. Die entsprechende Website www.mobilfunkundschule.bayern.de enthält Begleitmaterialien, wie z. B. einen Leitfaden mit Beschreibung einiger Grundversuche, die mit dem gelieferten Experimentierkit einfach nachzuvollziehen sind. Für Lehrer und Schüler bleibt noch genügend Spielraum, um neue Experimente zu erfinden und damit dem Unterrichtsziel näher zu kommen.

Die Broschüre „Coole Tipps für Handykids“ soll darüber hinaus Schüler, Eltern und Lehrer mit den wichtigsten Regeln zum Umgang mit dem Mobiltelefon vertraut machen.

Viele Jugendliche besitzen ein Handy und nutzen dieses auch intensiv. Im Vordergrund steht dabei das Senden von Short Messages (SMS). Durch Einführung von Flatrates bei den Handytarifen ist jedoch künftig eine Änderung des Telefonierverhaltens bei Jugendlichen zu erwarten, beispielsweise gemeinsames Hausaufgabenmachen per Handy. Dies wiederum ist mit einer ständigen Positionsänderung (Handy am Ohr) und so mit einer Expositionszunahme verbunden. Solange die Wissenschaft bezüglich der biologischen Zusammenhänge nicht eindeutig Entwarnung geben kann, steht daher die Prävention und damit der verantwortungsbewusste Umgang mit dieser Technik im Vordergrund.

Ein kleines Beispiel dazu: Auf die Frage „Wer glaubt, dass ein am Körper getragenes eingeschaltetes Handy ständig Strahlung aussendet?“ antworteten etwa 90 % der Schüler (und übrigens auch der Lehrer) mit „Ja“.

Dies ist aber nicht so; ein Handy im Stand-by-Betrieb sendet nichts außer einem gelegentlichen Bereitschaftssignal (alle 45 Minuten ein Datentelegramm von einigen Mikrosekunden (μsec) Dauer).



Dr. Heinrich Eder
Bayer. Landesamt für Umwelt



Abbildung 1: Lehrerfortbildung zur Anwendung des SAR-Messkopfes

Die Ausgangssituation

Das Experimentierset basiert auf dem SAR-Meter ESM 120 der Firma Maschek-Elektronik. Geliefert wird ein komplett ausgestatteter Aluminiumkoffer mit Messkopf, Notebook inklusive installierter Software, Ladegeräten, sowie ausführlichem Leitfaden (Abbildung 2).

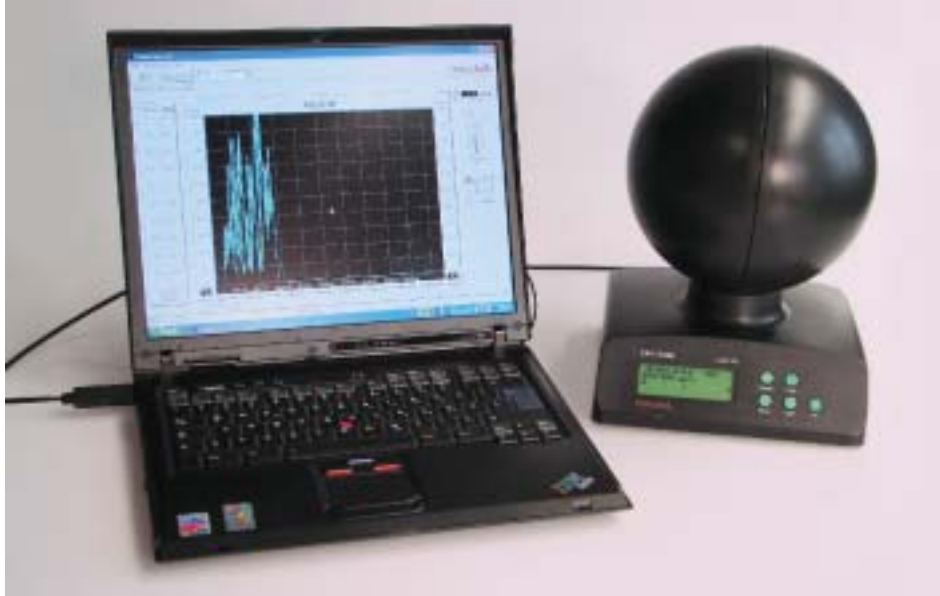


Abbildung 2: Das komplette SAR-Experimentierset

Messkopf und Notebook werden über einen Lichtleiter und eine USB-Schnittstelle verbunden. Das Mess-Set wird im überprüften und geladenen Zustand ausgeliefert. Die Software lässt einen Offsetabgleich zu, der jedoch nur in größeren Abständen von der Verleihstelle (LfU Bayern) durchgeführt wird. Die SAR bei DECT-Telefonen, WLAN und Bluetooth-Geräten beträgt nur wenige mW/Kg (Milliwatt pro Kilogramm), so dass sich der Offset gegebenenfalls wesentlich auf das Messergebnis auswirken kann. Die SAR-Ableseung reicht von ca. 2 mW/kg bis 10 W/kg in verschiedenen Messbereichen. Der Messkopf erkennt die Frequenz des zu messenden Gerätes in der Regel selbst und stellt den entsprechenden Kalibrierfaktor ein. Bei Geräten mit sehr geringer Leistung muss dies jedoch von Hand erfolgen, um Fehlmessungen zu vermeiden.

Ganz am Anfang steht der wohl wichtigste Versuch: Hält man ein eingeschaltetes Handy an den Messkopf, dann erscheint keine Anzeige. Bei den meisten Schülern wird hier schon das große „Aha“-Erlebnis ausgelöst. Der zweite Versuch bezüglich der Basisstationen zeigt, wie der SAR-Faktor von mindestens 1000 zwischen Handy und Basisstationen auf Grund der großen Dynamik des Messkopfes schnell nachvollzogen werden kann. Genauso wichtig ist auch der Versuch mit dem Hochregeln der Leistung beim Gesprächsaufbau.

Es folgt die Erkenntnis: Je besser das Netz und damit der Empfangspegel, desto geringer die SAR beim Telefonat (Abbildung 3). Und daraus folgt für die Jugendlichen die Empfehlung, beim Telefonieren auf die Balkenanzeige des Handys zu achten, sich ans Fenster zu stellen oder beispielsweise ein Headset zu tragen.



Abbildung 3: SAR Verlauf: Leistungsregelung des Handys bei guter und schlechter Netzqualität

Beeindruckend ist die Wirkung eines leitfähigen Gewebes, das als Haube über die gesamte Anordnung gestülpt werden kann (hierbei ist ein Handy-Halter aus Kunststoff zu benutzen), Abbildung 4. Diese Haube lässt die SAR auf den Maximalwert ansteigen. Dabei ist zu bemerken, dass dies keine Normmessung ist, jedoch für Demonstrationszwecke ausreichend genau. Zieht man die Haube wieder ab, dann fällt die Anzeige schnell nach unten – zum Erstaunen der Schüler und Lehrer.

Bedeckt man die Antenne mit den Fingern, fehlt dieser Regeleffekt und auch eine Gewebeerwärmung ist hier nicht gegeben, das kann man anhand der im Leitfaden beschriebenen Beispiele leicht nachrechnen. Ein Rechenbeispiel macht es anschaulich: Wenn man 1 kg Leberkäse in der Mikrowelle erwärmen will, benötigt man mindestens 500 W (Watt) Hochfrequenzleistung, das entspricht 500 W pro kg Gewebemasse. So sind also die 0,3 W/kg wie bei den meisten Klapphandys viel zu wenig. Des weiteren folgt die Messung, die zeigt, dass die meiste Leistung an der Antenne liegt. Manchen Schülern muss dann zunächst der Aufbau eines Handys erläutert werden. Damit geht es nicht nur um die SAR, sondern auch um die Funktionalität. Verbindungen in ungünstigen Netzsituationen sind schlicht nicht möglich, und die Leistungsregelung streikt, wenn man die Antenne abdeckt.

Während man nicht spricht, geht die Sendeleistung des Handys zurück. Um das im Impulsdigramm zu zeigen, gibt es eine Oszilloskopfunktion, die die Pulssequenzen im DTX-Mode darstellt. Der SAR-Kopf hat einen eingebauten Summer, den man auch durch ein Taschenradio oder MP3-Player (Hörkapsel auf Handymikro kleben) ersetzen kann. Ohne die ständige Simulation eines Sprachgeräuschpegels sind zuverlässige Messungen nicht möglich.

Nun zu den UMTS-Handys: Es zeigt sich in den meisten Fällen kein ablesbarer Messwert, wenn UMTS-Empfang vorhanden ist (3G-Anzeige am Handy). Die Frequenz muss wegen der geringen Sendeleistung auf dem Bildschirmmenü von Hand umgestellt werden. Die Ausgangsleistung von UMTS-Handys liegt nämlich derzeit wegen der geringen Netzbelegung unter einem Milliwatt, so dass man unter die Nachweisgrenze des SAR-Kopfes kommt. Erst mit dem Abschirmgewebe, wie in Abbildung 4 dargestellt, sind höhere SAR-Werte zu provozieren.



Abbildung 4: Abschirmgewebe zur Simulation einer schlechten Netzsituation

Schon von Anfang an, als die Experimentiersets noch in der Pilotphase steckten, war klar, dass die Unterrichtsmethodik sich nach der jeweiligen Jahrgangsstufe zu richten hat. Die empfohlene Grenze der Aufnahme- und Umsetzungsfähigkeit der Schüler liegt hier bei etwa 10 Jahren. Der induktive Unterricht ist eine gute Methode. Man erklärt in kleinen Schritten die richtige Telefonierhaltung, erläutert, wo die Antenne liegt und wie man am günstigsten telefonieren kann. Außerdem sollte die ganze Aktion bei den Jüngeren maximal eine halbe Stunde dauern.

Es folgt die Erkenntnis: Bei Verwendung eines Headsets sollte das Handy am Gürtel getragen werden. Wichtig ist auch, sich einen Raum mit gutem Mobilfunkempfang auszusuchen, um das Regelverhalten eindrucksvoll darstellen zu können.

Begehrter ist das Experimentierset auch für Facharbeiten in Biologie und Physik: Mehrere Arbeiten beschäftigen sich derzeit mit den SAR-Werten in Verkehrsmitteln.

Die bayernweite Aktion „Mobilfunk und Schule“ kann jetzt schon als Erfolg gelten. Zahlreiche Anfragen für Fortbildungsveranstaltungen sowie voll ausgebuchte Experimentiersets sind ein Zeichen hierfür. Die Reihe der Versuche und Anwendungen wird ständig erweitert, wobei die Erfahrungen wieder in die Unterrichtsmaterialien einfließen. Das Projekt „Mobilfunk und Schule“ kann zur Nachahmung empfohlen werden, weil es spielerisch in die Grundlagen des Mobilfunks einführt und den bisher fehlenden Zugang zum Verständnis dieser Technik und ihrer Grenzen herstellt.

Die Didaktik

Ausblick