Elektromagnetische Strahlu
thema in der Öffentlichkeit. D
sucht zwar, seine Bürger mit

DIE SCHULE

Elektromagnetische Felder in der Umwelt: Ob Handy, Mikrowelle oder Radargerät – die Schüler der Klasse 10 des Erasmus-Widmann-Gymnasiums haben bei ihren Recherchen herausgefunden, elektromagnetische Strahlung spielt in vielen Lebensbereichen und Forschungsdisziplinen eine große Rolle. Sie haben mit Wissenschaftlern gesprochen und ein Labor an der Uni Stuttgart besucht. In ihren Beiträgen auf dieser ZiSch-Seite behandeln sie unterschiedliche Aspekte des Themas – wie Technik, Biologie, Umweltmedizin oder das Vorsorgeprinzip des Staates.
Projektleitung: Bernd Kretzschmar.
Das Erasmus-Widmann-Gymnasium im Schulzentrum West von Schwäbisch Hall (Kreisstadt in Baden-Württemberg) besuchen rund 950 Schülerinnen und Schüler, die sich auf 36 Klassen verteilen, darunter vier Klassen, die dem achtjährigen Zug angehören.
Rund 75 Lehrkräfte unterrichten an der Schule. Zwar ist es nicht immer ganz einfach, ein gutes Zusammenleben mit Haupt- und Realschule unter einem gemeinsamen Schuldach zu organisieren und zu pflegen. Aber dafür hat das Schulzentrum wegen seiner Größe auch etwas zu bieten.
Die Ausstattung ist großzügig: helle, große Klassenzimmer, modern eingerichtete Fachräume, Schulbibliothek, große Aula und zwei Computerräume. Dazu kommen noch weitläufige Außenanlagen mit viel Grün und ein Amphitheater; außerdem hat die Schule mehrere Sportfelder, ein Stadion und drei große Sporthallen.
Es gibt das übliche Angebot an Sport-AGs, die Geschichts-AG, den Debating-Club, Spanisch-AGs und die Schülerzeitung. Besonders hervorzuheben ist die lange Tradition und die hervorragende Qualität der Chor- und Orchesteraufführungen sowie der Theatervorstellungen.
Eine große Rolle spielt auch der Schüleraustausch mit Frankreich und England, mit den USA sowie einer polnischen Partnerstadt. Schullandheimaufenthalte und Studienreisen vervollständigen das Angebot an außerunterrichtlichen Veranstaltungen.

Gefangen im futuri

Wissenschaftler erforschen den Zusammenhang zwischen

VON VERENA ECKSTEIN, FELIX LENDERS, VERA PAUSCHINGER UND STEPHANIE STRUZINA

„Mikrowellenabsorberraum. Achtung: Betreten nur auf Holzdielen!" Durch einen dunklen Kellergang gehen wir in den Antennenmessraum des Instituts für Hochfrequenztechnik an der Universität Stuttgart. Der Raum ist von einem Metallmantel umgeben; elektromagnetische Strahlen können weder hinein noch heraus. In den Holzdielen befinden sich keine Nägel oder sonstige Metalle.

Die Wände sind mit Pyramiden aus blauem Schaumstoff ausgekleidet – die sollen verhindern, dass Strahlung und Schallwellen reflektiert werden. Der Raum wirkt wie ein futuristisches Kunstwerk. Weil das Echo fehlt, entsteht der Eindruck, es läge ein Druck auf den Ohren. Die Stimmen hören sich fremd an, dumpf und hohl.

In diesem Raum haben Wissenschaftler vor kurzem den Einfluss von Signalen im hohen Frequenzbereich auf das vegetative Nervensystem erforscht, den beispielsweise Mikrowellenherde und Radargeräte nutzen. Unser Mitschüler Felix stellt sich für die Kurzversion eines Experiments aus dieser Studie zur Verfügung: Er setzt sich in einen Sessel und wartet darauf, in einer ihm unbekannten Zeitspanne – durch ein quadratisches Loch in der Lehne – mit Hochfrequenz einer in elektrischen Feldstärke von 15 Volt pro Meter bestrahlt zu werden. Das entspricht der Feldstärke, der beispielsweise die Besucher auf der Plattform des Stuttgarter Fernsehturms ausgesetzt sind.

BILD: PRIVAT

Felix bleibt nichts erspart: Vor dem Experiment werden ihm Elektroden angelegt, die seinen Puls und seinen Blutdruck messen.

Alle Anwesenden müssen den Raum verlassen, um das Ergebnis nicht zu verfälschen. Mit Elektroden werden Felix' Puls, seine Hauttemperatur, seine Hautleitfähigkeit sowie sein Blutdruck gemessen. Außerdem wird ein Elektrokardiogramm erstellt.

Zischend schließt sich die zentimeterdicke Stahltür – Felix ist nun hermetisch abgeriegelt, eingesperrt im Gefängnis der Wissenschaft. Nur die Kabel durch die Wand erinnern ihn daran, dass es noch eine Verbindung zur Außenwelt gibt. Das Licht der beiden Halogenstrahler wirkt kühl. Die Kamera steht rechts und außerhalb seines Gesichtsfelds – so kann er alles nur erahnen, denn er soll sich nicht bewegen. Vor allem darf er den Kopf nicht bewegen, weil sich sonst das Strahlungsfeld verschiebt und damit die Messergebnisse verfälscht würden.

Draußen starrt die Klasse gespannt auf den Monitor, der die Untersuchungen an Felix zeigt. Doch noch ist keine Veränderung der Werte sichtbar. Felix' Puls pendelt sich schließlich von etwa 95 bis 100 auf 84 bis 86 Schläge pro Minute ein.

Nach wenigen Minuten, so erzählt Felix später, fühlt er sich schläfrig. Langsam vergisst er, warum er überhaupt hier sitzt. Er vermutet, noch eine halbe Ewigkeit warten zu müssen, und ist überrascht, als er Geräusche hört. Als Julia Kantz, die Versuchsleiterin, ihn fragt, ob er zur Blutabnahme bereit sei, erschrickt er für einen kurzen Moment. Die Kurve schießt schlagartig nach oben, sein Puls steigt plötzlich von 84 auf 107 Schläge pro Minute. Doch schon gleich darauf hat er sich wieder gefangen, die Kurve pendelt sich auf das normale Niveau ein.

Der Versuchsaufbau für die Studie war genauso wie bei dem Experiment mit Felix, allerdings dauerte die Prozedur 90 Minuten. Es begann mit einer 30-minütigen Beruhigungsphase, in der die Testperson nicht einschlafen durfte. In 15-minütigen Abschnitten folgten abwechselnd zwei Phasen, in denen bestrahlt werden konnte, und zwei Erholungsphasen. Allerdings wurde nur in einer

Frankfurter Rundschau, Dienstag, 14. Oktober 2003 I Nr. 239 I D/H/R/S

ıg – ein Reiz- zu schützen. Trotzdem haben viele Angst
ɜr Staat ver- vor der heimlichen Bestrahlung, die
ɜrenzwerten etwa von den Mobilfunkmasten ausgeht.

stischen Kunstwerk

(rankheitssymptomen und elektromagnetischer Strahlung / Schüler Felix als Testperson

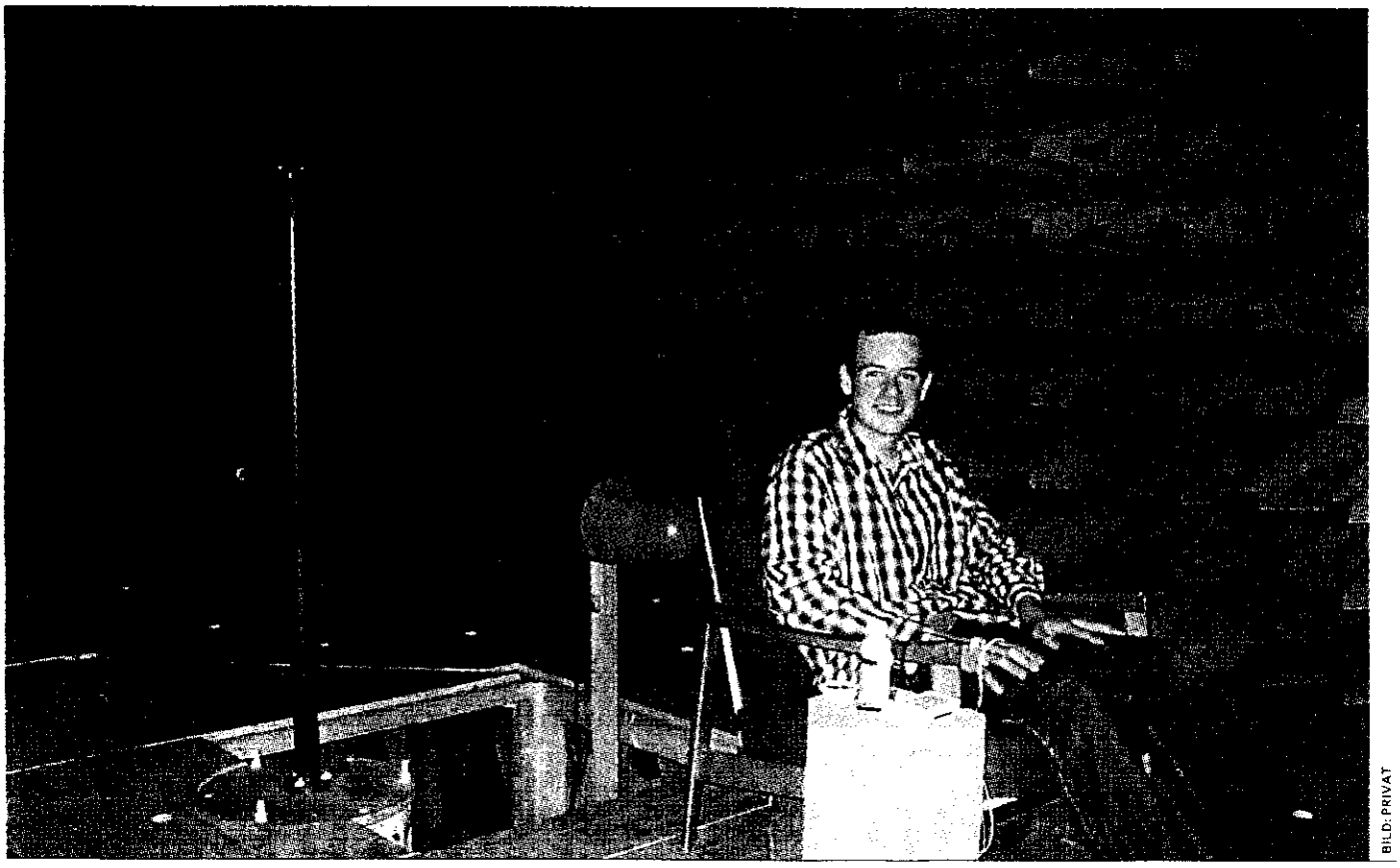

BILD: PRIVAT

Opfert sich für die Wissenschaft: Felix aus Schwäbisch Hall allein im Mikrowellenabsorberraum der Uni Stuttgart. Forscher wollen testen, ob er auf die Bestrahlung durch elektromagnetische Felder reagiert. Ein unbehaglicher Job – aber Felix sieht trotzdem recht fröhlich aus.

der zwei möglichen Phasen tatsächlich bestrahlt, um psychologische Faktoren wie Angst, Nervosität oder eine bestimmte Erwartung auszuschließen. Die Studie ergab, dass ein Bestrahlungseffekt, also eine Reaktion des vegetativen Nervensystems auf elektromagnetische Strahlung, höchst unwahrscheinlich ist. Der Beruhigungseffekt am Anfang dagegen ist eindeutig messbar.

Die Ergebnisse der Studie kann auch der Mediziner Jörg Reißenweber vom Zentrum für Elektropathologie der Universität Witten-Herdecke bestätigen. Sein Alltag besteht unter anderem darin, Patienten zu beraten, die ihre körperlichen Beschwerden auf elektromagnetische Felder zurückführen. Er wendet dabei den „Wittener Test zur Elektrosensibilität" an. Reißenweber beginnt mit einem Gespräch über das Beschwerdebild, das meist aus mehreren Symptomen besteht. Er lässt sich über die persönliche Situation informieren und darüber, wie der Patient mit seinem Leiden umgeht. So behauptet ein Patient beispielsweise, unter Schwermetallen zu leiden, die im Mundraum gebunden seien. Um die Beschwerden zu lindern und die Metalle herauszulösen, gurgelt er jeden Morgen eine halbe Stunde mit Salatöl.

Im Test selbst wird der Patient abwechselnd fünf Minuten mit etwa dem Doppelten der magnetischen Flussdichte eines Küchenherds befeldet und fünf Minuten nicht. Der Patient muss nun nach eigenem Empfinden angeben, ob er befeldet wurde. In der folgenden Pause läuft eine komplette medizinische Grunduntersuchung. Danach wird der Vorgang wiederholt. Die durchschnittliche Trefferquote der Patienten liegt bei 49 Prozent – sie entspricht also etwa der Wahrscheinlichkeit beim Raten.

Parallel dazu unterzieht sich diesem Test auch eine Kontrollgruppe beschwerdefreier Testpersonen. Und dabei fällt auf, dass elektrosensible Menschen im Allgemeinen besser einschätzen können, wann sie bestrahlt werden, während die Kontrollgruppe sicherer beurteilen kann, wann es keine Bestrahlung gibt. Bisher ist es Jörg Reißenweber allerdings noch nicht gelungen, einen Zusammenhang zwischen Strahlung und Beschwerden oder zwischen Trefferquote und Symptomen herzustellen.

Sein vorläufiges Fazit: „Die Suche nach der Nadel im Heuhaufen geht weiter."

Dinge besser verstehen lernen

Für die Grundlagenforschung sind die Universitäten zuständig

VON STEFAN MEHAFFEY, RAMONA NITSCH, ANKE SCHMIDBERGER UND STEFAN SCHMIEDT

Blubbernde Reagenzgläser voller ätzender Flüssigkeiten, explosionsartige Reaktionen, verrückte Professoren mit unerschöpflichem Wissen: So haben wir uns das Forschen vorgestellt. Doch in der Realität ist alles ganz anders, wie uns Christoph Bächtle, Björn Krenz und Ulrich Kull – Biologen der Uni Stuttgart – erklären. Aber deshalb ist Forschung nicht weniger interessant.

Grundsätzlich wird die Forschung in zwei große Bereiche unterteilt: Grundlagenforschung und angewandte Forschung. Die Grundlagenforschung will neue Erkenntnisse in allen Bereichen der Wissenschaft gewinnen. Beispiele dafür sind die Erforschung der Fotosynthese oder der Beweis für die Existenz der DNS-Stränge. Motiv für diese wissenschaftlichen Studien ist der Wunsch, Dinge besser verstehen zu können. Grundlagenforschung betreiben vor allem die Universitäten. Zusätzlich erhalten diese auch staatliche Forschungsaufträge.

Der zweite große Bereich, die angewandte Forschung, baut auf der Grundlagenforschung auf. Ihr Ziel ist es, neue Produkte zu entwickeln und zu vermarkten. Im Gegensatz zu der Grundlagenforschung läuft die angewandte Forschung im Rahmen der freien Marktwirtschaft. Nach dem Motto „Wissen ist Macht" konkurrieren die Unternehmen untereinander. Wer als Erster ein Patent anmeldet oder ein neuartiges Produkt auf den Markt bringt, kassiert auch zuerst.

Anders als heute waren die Wissenschaftler im 18. Jahrhundert Generalisten, erläutert Christoph Bächtle. Damals gab es noch keine Differenzierung zwischen einzelnen Disziplinen, es wurde höchstens zwischen Geistes- und Naturwissenschaften unterschieden. Durch die Wissensexplosion ist eine Spezialisierung heutzutage nicht mehr wegzudenken. Dennoch sollte den Forschern auch heute die Basis der verwandten Wissenschaften bekannt sein, sagt Bächtle.

GLOSSAR

Elektrokardiogramm (EKG): Die Aufzeichnung der elektrischen Impulse des Herzens. Aus dem EKG kann auf Herztätigkeit, Reizleitung und Beschaffenheit des Herzmuskels geschlossen werden.

Elektromagnetisches Feld: Ein Feld, das bei natürlichen Vorgängen, etwa Gewittern, aber auch bei technischen Abläufen auftritt. Elektrische Felder entstehen, wenn geladene Teilchen an Vorgängen beteiligt sind. Die elektrische Feldstärke wird in Volt pro Meter (V/m) gemessen. Magnetische Felder treten unter anderem auf, wenn Ladungen bewegt werden (etwa beim elektrischen Strom). Die magnetische Feldstärke wird in Ampère pro Meter (A/m) gemessen. Alternativ wird die magnetische Flussdichte in Tesla (T) angegeben. Das Frequenzspektrum der elektromagnetischen Felder reicht von statischen Feldern über niederfrequente (einige Kilohertz) und hochfrequente Felder (wenige Gigahertz) bis zum UV-Licht (oberer Terahertz-Bereich).

Elektromagnetische Wellen: Wellen, bei denen sich elektrische und magnetische Felder in regelmäßiger Folge ineinander umwandeln und ausbreiten, beispielsweise Radiowellen oder Mikrowellen.

Epidemiologische Studien: Epidemiologie ist die Lehre von der Häufigkeit und der geografischen Verteilung von Krankheiten und Gesundheitsstörungen sowie von den Risikofaktoren in bestimmten Bevölkerungsgruppen. Mit ihrer Hilfe können Informationen über die Ursache der Krankheit erworben werden.

Gamma-Strahlung: Elektromagnetische Strahlung mit sehr kurzer Wellenlänge und hoher Energie, die beim Zerfall von Atomkernen ausgestrahlt wird. Gammastrahlen sind sehr durchdringend.

Hertz: Die Einheit der Frequenz. Ein Hertz bedeutet eine Schwingung pro Sekunde. Ein MegaHertz (MHz) entspricht einer Million und ein GigaHertz (GHz) einer Milliarde Schwingungen pro Sekunde.

Ionisierende Strahlung: Strahlung mit einer Frequenz von mehr als 300 GHz, die in der Lage ist, ein Elektron von einem Atom oder Molekül zu entfernen. Dadurch können chemische Bindungen aufgetrennt werden (beispielsweise Alpha-Teilchen, Röntgen- und Gamma-Strahlung).

Nicht-ionisierende Strahlung: Elektromagnetische Strahlung unter 300 GHz. Die Quantenenergie dieser Strahlung besitzt nicht genügend Energie, um ein Atom zu ionisieren, (beispielsweise Radiowellen, Mikrowellen, Infrarotstrahlung und sichtbares Licht).

Die Angst vor den Wellen aus dem Handy

Biophysiker schätzen den Mobilfunk als nicht krebserregend ein / Dennoch bleibt ein Restrisiko

VON MANUEL SCHÄFFER, RÜDIGER HELD, JULIA SCHUH UND GERO VON PICKARDT

Dutzende Geschäftsreisende warten im Foyer des Frankfurter Flughafens auf den Start ihrer Maschine nach New York. Während die einen auf dem Laptop noch rasch Aufzeichnungen für die nächste Konferenz überarbeiten, geben andere eilig wichtige Infos per Handy weiter.

Für sie und die meisten Menschen sind die kleinen elektronischen Helfer aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Aber mehr und mehr wird darüber diskutiert, ob die vom Handy ausgehenden hochfrequenten Funkwellen schädlich für den menschlichen Organismus sein könnten. Am weitesten verbreitet ist die Angst, an Krebs zu erkranken oder Missbildungen in folgenden Generationen zu begünstigen. Sind diese Einwände berechtigt? Um diese Frage beantworten zu können, müsse zunächst einmal klar sein, wodurch Krebs entstehe, sagt uns der Biophysiker Roland Glaser von der Humboldt-Universität Berlin.

Ursache des Krebses seien Mutationen, also Veränderungen des Erbgutes somatischer Zellen. Das sei aber erst bei ionisierenden Strahlen der Fall, weil dazu Quanten hoher Energie benötigt werden. Der angesprochene Bereich beginne bei etwa zwölf Elektronenvolt und enthalte die gefährlichen UV-, Röntgen- und Gamma-Strahlen. Bekanntes Beispiel sei das erhöhte Hautkrebsrisiko bei zu intensivem Aufenthalt in der Ssonne.

Roland Glaser berichtet, der Mobilfunk liege jedoch im hochfrequenten nicht-ionisierenden Bereich elektromagnetischer Felder mit wesentlich geringerer Quantenenergie. Mit anderen Worten: Die elektromagnetischen Wellen des Mobilfunks verfügten keinesfalls über die nötige Quantenenergie, um das Erbgut in den Zellen zu verändern.

Diese Erkenntnisse verdankt die Wissenschaft den zahlreichen Studien der vergangenen Jahrzehnte. Auf dieser Basis sind in Deutschland – etwa in der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung – Grenzwerte festgelegt worden, die den vorgeschriebenen Gesundheitsschutz gewährleisten sollen. Die Mobilfunkhersteller sind gesetzlich dazu verpflichtet, die geltenden Vorschriften zur gesundheitlichen Vorsorge einzuhalten.

Trotzdem sei es nicht möglich, alle Risiken auszuschließen, erläutert Roland Glaser. Durch die natürliche Radioaktivität unserer Umgebung entstünden in den Zellen unseres Körpers in jeder Sekunde Mutationen. Um diese unter Kontrolle halten zu können – letztlich um zu überleben – besitzt unser Körper einen komplizierten Reparaturmechanismus. Die Wissenschaft könne nicht ganz ausschließen, dass hochfrequente Felder unserer Umgebung diesen Mechanismus beeinflussen könnten, so Glaser.

Das Resultat wären unreparierte Mutationen mit gesundheitlichen Folgen. Epidemiologische Studien konnten allerdings bis jetzt keine erhöhte Anfälligkeit bei Handynutzern für Hirntumore oder Erkrankungen des Nervensystems nachweisen.

MOBILFUNKNETZE

Ein komplexes Netzsystem ist die Grundlage für die Kommunikation per Handy. Laut Vodafone ermöglichen 40 000 Sende- und Empfangsmasten in Deutschland das mobile Telefonieren. **Mobilfunknetze** sind in verschiedene Funkzellen unterteilt. Das Herzstück von je drei Zellen ist die Basisstation, die sowohl Signale senden als auch empfangen kann. Die Zellengröße und somit die Zahl der Basisstationen hängt von der Bevölkerungsdichte ab. Deshalb gibt es in größeren Städten mehr Basisstationen als auf dem Land. **Staatsanwaltschaft und Polizei** können durch eine gesetzlich vorgeschriebene Schnittstelle im MSC (Mobile Switch Center) Handys abhören.

Diese Infos haben Marvin Bräuer, Thorsten Starke, Ronald Steinkellner und Andreas Wachaja recherchiert.

FOTO: PRIVAT

Hinter gut verschlossenen Labortüren wird die elektromagnetische Strahlung erforscht

Manche treten sogar aus der Kirche aus

Die Bürger misstrauen den Grenzwerten für elektromagnetische Wellen / Staat soll mehr schützen

VON KAROLIN SCHREIBER, VIKTOR OBENAUER, RALPH HÄFELE, DIRK WOLF

Wer stellt fest, ob die von Sendemasten, Mobiltelefonen und Mikrowellenherden ausgehenden elektromagnetischen Wellen schwere Krankheiten – Krebs, Herz- und Kreislauferkrankungen – auslösen können? Wer prüft, in welcher Konzentration die Strahlen schädlich für Menschen sind, und wie kann der Staat seine Bürger schützen?

Wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema „Elektromagnetische Felder" (EMF) soll sie fördern und die Öffentlichkeit über die Ergebnisse dieser Studien informieren: Die Forschungsgemeinschaft Funk (FGF) in Bonn, die 1992 als gemeinnütziger Verein gegründet wurde. Bis heute, so erklärt uns FGF-Mitarbeiterin Daniela Wernze, hat die Organisation etwa 90 unabhängige Studien gefördert, deren Ergebnisse gemeinsam mit anderen Studien zur Einschätzung der Risiken elektromagnetischer Felder dienen.

Die Bewertungen nationaler und internationaler Sachverständigengremien – wie die World Health Organization (WHO), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) und Strahlenschutzkommission (SSK) – dienen dem Staat als Grundlage für gesetzgeberische Entscheidungen. Sie haben beispielsweise zum Erlass der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung geführt, in der Grenzwerte für die zulässigen Immissionen technischer Anlagen festgelegt worden sind. Das „Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten" regelt die Anforderungen an die Störfestigkeit von elektrischen Geräten; das „Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen" bestimmt die Voraussetzungen für deren Abgabe und Inbetriebnahme.

Trotz dieser und anderer Regelungen, die Rechts- und Planungssicherheit gewährleisten sollen, äußern Bürger häufig Bedenken gegen die Errichtung von Mobilfunkmasten. Sie organisieren Unterschriftensammlungen und Protestaktionen gegen Hauseigentümer oder Kommunen, die Grundstücke oder Gebäudeteile zum Aufbau von Funkmasten zur Verfügung stellen. Kirchengemeinden, die ihre Finanzlage durch die Vermietung von Flächen für Mobilfunktürme aufbessern wollten, ernteten in der Vergangenheit massive Kritik, einige Gemeindemitglieder sind sogar wegen der Angst vor Strahlung aus der Kirche ausgetreten.

Aber was ist der Grund für solche Reaktionen? Sind bestehende gesetzliche Regelungen nicht ausreichend, oder handelt es sich ganz einfach um eine generelle Ablehnung einer neuen Technik? Nach dem derzeitigen Stand der Forschung sind elektromagnetische Wellen ungefährlich, so lange sich jeder an die Normwerte hält; die Grenzwerte liegen sogar um einiges niedriger als nach wissenschaftlichen Erkenntnissen erforderlich. Der Gesetzgeber hat hier sozusagen einen kleinen Schutzpuffer eingebaut.

Oft ist die Unsicherheit der Betroffenen wohl auch eine Folge ihrer Unwissenheit. Zu bedenken ist aber, ob der Staat nicht zusätzliche Gesetze erlassen müsste, um seine Bürger ausreichend zu schützen. Im Umweltrecht gilt das Vorsorgeprinzip, dessen grundlegender Gedanke es ist, Schäden und Gefahren abzuwehren oder bereits im Vorfeld auszuschließen. Der Staat ist verpflichtet, seine Bürger vor rechtswidrigen Eingriffen in ihre Grundrechte zu schützen.

Ein Restrisiko kann allerdings auch der Gesetzgeber nie ganz ausschließen. So gibt es beispielsweise in einem Kraftfahrzeug Airbags und elektronische Fahrhilfen, die die Sicherheit erheblich verbessert haben – dennoch passieren immer noch Autounfälle, bei denen Verkehrsteilnehmer ums Leben kommen. Und um das zu verhindern, müsste der Gesetzgeber das Autofahren schlechthin verbieten. Eine absolute Sicherheit gibt es also nicht. So verhält es sich wohl auch bei den elektromagentischen Feldern.

ZEITUNG IN DER SCHULE

ZiSch ist ein Projekt der Frankfurter Rundschau und des Instituts zur Objektivierung von Lern- und Prüfungsverfahren (IZOP) in Aachen. Im Projektjahr 2003/2004 nehmen bundesweit 1200 Schülerinnen und Schüler aus 52 Klassen daran teil.

Redaktion: Adolf Karber
Mitarbeit: Michael Ridder
Telefon: 0 69 / 21 99 - 32 60
Telefax: 0 69 / 21 99 - 38 40
E-Mail: a.karber@fr-aktuell.de
Pädagogische Betreuung: IZOP-Institut