

# Die NIS-Verordnung

**Mit der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) soll die Bevölkerung vor Elektromog geschützt werden. Was regelt die NISV, was nicht? Wie werden die Grenzwerte festgelegt und wer ist zuständig für den Vollzug? Zudem: Wie wird die Strahlung berechnet und gemessen?**

VON JÜRIG BAUMANN

Am 1. Februar 2000 hat der Bundesrat die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) in Kraft gesetzt. Gegenstand dieser Regelung ist der Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischer Strahlung im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz, die von ortsfesten Anlagen emittiert wird. Dazu gehören insbesondere Hochspannungsleitungen und -kabel, Unterwerke, Transformatorstationen, elektrische Hausinstalltionen, die Fahrleitungsanlage von Eisenbahnen, Sendeanlagen jeglicher Art und Radaranlagen. Nicht geregelt werden mobile Geräte wie Mobiltelefone oder Elektroapparate, da es bei derartigen Produkten sinnvoller ist, emissionsbegrenzende Massnahmen auf dem Weg der internationalen Produktnormung einzuführen. Dies ist bereits für Mikrowellenöfen, Bildschirme und neuerdings auch Mobiltelefone geschehen. Mit der Strahlung elektrischer Geräte, inklusive Mobiltelefonen, befasst sich das Bundesamt für Gesundheit.

In der NISV nicht geregelt sind ausserdem die absichtliche Exposition von Patienten bei medizinischer Behandlung sowie die Exposition von Arbeitskräften am Arbeitsplatz durch Anlagen innerhalb des Betriebs.

## Rechtliche Grundlage

Die rechtliche Grundlage für den Erlass der NISV bildet das Umweltschutzgesetz aus dem Jahr 1983, welches die Grundsätze für den Immissionsschutz generell festlegt. Demzufolge muss nichtionisierende Strahlung (NIS) in der Umwelt so begrenzt werden, dass sie für den Menschen und die Umwelt weder schädlich noch lästig ist.

Die Schädlichkeits- bzw. Lästigkeitsschwelle muss rechtsverbindlich in Form von so genannten Immissionsgrenzwerten durch den Bundesrat festgelegt werden. Die Basis für die Festlegung der Immissionsgrenzwerte sind einerseits der Stand der Wissenschaft, andererseits die allge-

meine Erfahrung über schädliche oder lästige Auswirkungen. Die Begrenzung der NIS-Belastung unter die Immissionsgrenzwerte entspricht somit der Abwehr von nachgewiesenen Gefährdungen der Gesundheit oder Beeinträchtigungen des Wohlbefindens.

Das Umweltschutzgesetz verlangt grundsätzlich – und hier zeigt sich der fortschrittliche und zukunftsgerichtete Charakter dieses bereits 20-jährigen Erlasses –, dass im Sinne der Vorsorge auch solche Belastungen frühzeitig zu verringern sind, welche schädlich oder lästig werden könnten. Ein Nachweis der Schädlichkeit wird nicht verlangt, es genügt, dass ein Agens das Potenzial für eine unerwünschte Wirkung aufweist. Ziel dieses vorsorgeorientierten Ansatzes ist es, potenzielle Gesundheitsrisiken, insbesondere Langzeiteffekte, über die wissenschaftlich noch zu wenig Klarheit besteht, frühzeitig zu verringern. Die heute international geführte Diskussion, ob das Vorsorgeprinzip grundsätzlich und speziell bei nichtionisierender Strahlung anzuwenden sei, ist für die Schweiz kein Thema. Seit 20 Jahren gilt ein klares Bekenntnis zur Anwendung des Vorsorgeprinzips im Umweltschutz einschliesslich der Begrenzung von NIS.

Auch die konkrete Umsetzung des Vorsorgeprinzips ist im Umweltschutzgesetz in den Grundzügen vorgegeben. Der Ansatz ist nicht immissions-, sondern emissionsbezogen und richtet sich an die einzelne Anlage. Die Emissionen der Anlagen sind so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. «Wirtschaftlich tragbar» ist dabei nicht mit «wirtschaftlich» zu verwechseln. Umweltschutz, auch vorsorglicher Umweltschutz, darf durchaus etwas kosten, er darf eine Anlage oder eine Technologie allerdings nicht grundsätzlich in Frage stellen oder verunmöglichen. Mit diesen drei Kriterien – technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar – soll erreicht werden, dass die technischen Möglichkeiten zur Reduktion der Strahlung auch tatsächlich ausgeschöpft werden.

## Immissionsgrenzwerte (IGW)

Die NISV übernimmt die von der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [1] empfohlenen Referenzwerte für die allge-

meine Bevölkerung als Immissionsgrenzwerte (IGW) im Sinn des schweizerischen Umweltschutzgesetzes. Diese IGW müssen an allen Orten eingehalten werden, an denen sich Personen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Bei einer elektrischen Freileitung ist dies beispielsweise auch der Bereich direkt unter der Leitung, bei einer Mobilfunkanlage auf einem Gebäude mit begehbarem Flachdach auch dieses Dach. Die IGW müssen jederzeit und ausnahmslos eingehalten werden, von neuen wie von bestehenden Anlagen. Überschreitungen der IGW sind nach bisheriger Erfahrung selten [2]. Wenn Immissionen im Bereich der IGW vorliegen, dann ist in aller Regel eine einzige Anlage der Hauptverursacher.

Die ICNIRP-Grenzwerte schützen den Menschen nur vor den wissenschaftlich eindeutig nachgewiesenen schädlichen Wirkungen. Nach Einschätzung der ICNIRP erfüllen nur thermische Wirkungen und Stimulationswirkungen auf erregbare Zellen das Kriterium des wissenschaftlichen Nachweises. Andere wissenschaftliche Befunde für biologische Wirkungen bei wesentlich niedrigeren Intensitäten, epidemiologisch festgestellte Zusammenhänge zwischen Langzeitexpositionen und beispielsweise einem erhöhten Leukämierisiko sowie individuelle Erfahrungen elektrosensibler Personen hat die ICNIRP als Basis für ihre Grenzwertempfehlung nicht zugelassen. Es sind deshalb gewisse Vorbehalte angebracht, ob die ICNIRP-Grenzwerte den vom Umweltschutzgesetz verlangten Schutz tatsächlich gewährleisten können. Mangels Alternativen wurden trotz diesen Vorbehalten die ICNIRP-Grenzwerte als Immissionsgrenzwerte übernommen. Bei der möglicherweise begrenzten Schutzwirkung erhält die vorsorgliche Reduktion von Belastungen dafür ein umso grösseres Gewicht.

## Vorsorge bei den Anlagen

Das Vorsorgeprinzip gilt an sich grundsätzlich, unbesehen davon, ob ein konkreter Verdacht auf (noch) nicht verstandene Gesundheitsrisiken vorliegt oder nicht. Liegen solche Verdachtsmomente hingegen vor, dann ist der Anlass zu vorsorglichem Handeln umso mehr gegeben. Für NIS liegen entsprechende Hinweise und Verdachtsmomente vor. Sie betreffen vor allem die Langzeitexposition. Die Vorsor-

## Jürg Baumann

Dr. phil. nat., Chemiker, Leiter der Sektion Nichtionisierende Strahlung im Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal), Bern.

gemassnahmen der NISV konzentrieren sich deshalb auf diejenigen Situationen, wo Personen langfristig exponiert sind. Expositionen werden als langfristig betrachtet, wenn eine Quelle während mindestens 800 Stunden pro Jahr emittiert und wenn deren Strahlung einen Ort betrifft, an dem sich Menschen während längerer Zeit aufhalten können. Solche Orte werden in der NISV als «Orte mit empfindlicher Nutzung» bezeichnet. Es handelt sich vorwiegend um Innenräume (Wohnräume, Arbeitsplätze, Schulräume u.a.) sowie Kinderspielplätze.

Für die konkrete Anwendung in der Praxis wurde das Vorsorgeprinzip in Zahlen gefasst und in Form von so genannten Anlagegrenzwerten (AGW) konkretisiert. Der AGW legt die von einer einzelnen Anlage an den benachbarten Orten mit empfindlicher Nutzung zulässige Strahlung fest. Die AGW sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Sie sind je nach Anlagekategorie 10- bis 300-mal niedriger – bezogen auf Feldstärke – als die Immissionsgrenzwerte. Sie wurden nicht auf der Basis medizinischer Verdachtsschwellen festgelegt, sondern auf Grund der bisherigen Erfahrung über die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zur Reduktion der Strahlung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Langzeitbelastung durch eine einzelne Anlage an Orten mit empfindlicher Nutzung in der überwiegenden Zahl von Fällen weit unter den IGW gehalten werden kann, ohne dass der Betrieb der Anlage unzulässig erschwert wird. Die AGW sind somit nicht neue, strengere Gefährdungsgrenzwerte, sondern definieren den heutigen Stand der Technik zur Reduktion der Langzeitbelastung.

Bei der Errichtung neuer Anlagen wird grundsätzlich verlangt, dass der AGW eingehalten wird. Sollte dies im Einzelfall jedoch nicht möglich sein, was vorkommen kann, so kann die Behörde eine Ausnahme bewilligen, sofern alle zumutbaren Massnahmen zur Reduktion der Belastung getroffen werden. Den Nachweis dafür hat der Anlageinhaber zu erbringen. Die einzige Anlagekategorie, bei der keine Ausnahmen zulässig sind, sind die Mobilfunk- und WLL-Basisstationen.

Bestehende Anlagen müssen saniert werden, wenn sie die Anforderungen der NISV nicht erfüllen. Dabei ist die Vorsorgegestaltung allerdings differenzierter ausgestaltet und lässt mehr Ausnahmen zu als bei neuen Anlagen. Der Grund dafür ist, dass zur nachträglichen Reduktion der Belastung weniger Möglichkeiten bestehen, als wenn eine Anlage neu geplant wird. Insbesondere eine nachträgliche Standortverschiebung wird – mit Ausnahme von Mobilfunkantennen – in der Regel als unverhältnismässig betrachtet. Bei bestehenden elektrischen Leitungen muss die Phasenbelegung optimiert und bei Fahrleitungsanlagen muss ein Rückleiter (Erdseil) möglichst nahe beim Fahrdraht installiert werden, falls der AGW

ANLAGEKATEGORIE	AGW (EFFEKTIVWERT)	MASSGEBENDER BETRIEBSZUSTAND DER ANLAGE
Hochspannungsleitungen und -kabel (Wechselstrom, Nennspannung >1000 V)	1 $\mu$ T	Thermischer Grenzstrom; bei 2 oder mehreren Leitungssträngen: häufigste Kombination von Lastflussrichtungen
Transformatorstationen Unterwerke	1 $\mu$ T	Nennleistung
Eisenbahnen (Wechselstrom)	1 $\mu$ T	24-Stunden-Mittelwert bei fahrplanmässigem Betrieb
Mobilfunkbasisstationen 900 MHz	4 V/m	Maximale Auslastung und Sendeleistung
≥ 1800 MHz	6 V/m	
gemischte Frequenzbänder	5 V/m	
Lang- und Mittelwellensender	8,5 V/m	Maximale Sendeleistung
Radaranlagen	5,5 V/m	Mittelwert über einen vollständigen Abtastzyklus
Alle übrigen Sendeanlagen, sofern länger als 800 h/Jahr in Betrieb	3 V/m	Maximale Sendeleistung

Tabelle 1: Anlagegrenzwerte (AGW) in der NISV.

überschritten ist. Weitergehende Massnahmen werden nicht verlangt, auch wenn der AGW nicht eingehalten werden kann. Bestehende Transformatorstationen, Unterwerke, übrige Sendeanlagen und Radaranlagen müssen den AGW einhalten, können jedoch im Einzelfall eine Ausnahme erhalten. Keine Ausnahmen gibt es beim Mobilfunk. Auch bestehende Mobilfunksendeanlagen müssen den AGW einhalten. Etwas anders sind die Anforderungen an elektrische Hausinstallationen gefasst. Sie beschränken sich auf neue Installationen und legen lediglich Grundsätze für eine feldreduzierende Anordnung der Leiter und Verteilsysteme fest. Insbesondere wird verlangt, dass Speiseleitungen sternförmig anzuordnen, Schlaufen in Speiseleitungen zu vermeiden und Hauptverteilsysteme nicht in der Nähe des Schlafbereichs einzurichten sind. Für elektrische Hausinstallationen kommt kein Anlagegrenzwert zur Anwendung.

### Vorsorge in der Raumplanung

Das Vorsorgeprinzip gilt auch in der Raumplanung, insbesondere bei der Planung neuer Bauzonen. Die NISV verlangt, dass neue Bauzonen nur dort ausgeschrieben werden dürfen, wo die Anlagegrenzwerte von bestehenden und geplanten Anlagen eingehalten werden können. Damit wird verhindert, dass neue Orte mit empfindlicher Nutzung zu nahe bei bestehenden Anlagen entstehen.

### Der Vollzug

Der Vollzug der NISV obliegt je nach Anlagekategorie unterschiedlichen Behörden (siehe Tabelle 2). Die zuständige Behörde beurteilt bei neu zu erstellenden Anlagen die NISV-Belange in der Planungsphase und kontrolliert sie nach der Inbetriebnahme. Bei bestehenden Anlagen klärt die Behörde vorerst den Sanierungsbedarf ab, erlässt, wenn eine Sanie-

rung notwendig ist, eine Sanierungsverfügung und kontrolliert, ob die verfügbaren Massnahmen getroffen werden.

Der Anlageinhaber muss jedem Gesuch für eine Neuerrichtung oder für eine wesentliche Änderung einer Anlage ein so genanntes Standortdatenblatt beilegen. In diesem Dokument sind die NIS-relevanten technischen Daten der Anlage offen zu legen und die NIS-Belastung an einigen Aufenthaltsorten von Personen in der Umgebung der Anlage zu berechnen. Zurzeit existiert eine offiziell verabschiedete Fassung eines Standortdatenblattes erst für Mobilfunkanlagen [3]. Für die übrigen Anlagekategorien sind provisorische Formulare im Gebrauch. Die Behörde überprüft die NIS-Berechnung. Sie kann anordnen, dass nach Inbetriebnahme der Anlage eine Abnahmemessung durchgeführt wird. Bei Mobilfunkanlagen wird dies in der Regel dann verlangt, wenn der Anlagegrenzwert rechnerisch zu 80 Prozent erreicht wird.

### Mobilfunkbasisstationen: NIS-Berechnung

Das Berechnungsverfahren ist Mitte 2002 in einer Empfehlung des Buwal festgelegt worden [5]. Es gilt für Mobilfunksendeanlagen aller heute bekannten Systeme (GSM, GSM-R, UMTS, Tetra, Polycorn). Integraler Bestandteil dieser Vollzugsempfehlung ist das Standortdatenblatt, auf dem der Anlageinhaber die NIS-relevanten technischen Daten der geplanten Anlage offen legt und die NIS-Berechnungen durchführt.

Für die Berechnung gelten folgende Randbedingungen:

► Es werden alle Mobilfunkantennen innerhalb eines bestimmten Perimeters in die Rechnung einbezogen, auch wenn sie verschiedenen Betreibern gehören. Die Beiträge der einzelnen Antennen werden summiert und müssen insgesamt den AGW einhalten. In diesen Perimeter fallen in erster Linie alle Mobilfunkanten-

$$E = 7 \cdot \sqrt{\sum_n \frac{ERP_n}{d_n^2 \cdot \gamma_n \cdot \delta_n}}$$

Dabei bedeuten:

- $n$  die  $n$ -te Antenne
- $E$  elektrische Feldstärke in V/m
- $ERP$  äquivalente Strahlungsleistung in W
- $d$  direkter Abstand zwischen dem Aufenthaltsort und der Antenne in m
- $\gamma$  Richtungsabschwächung (Faktor bezogen auf die Sendeleistung)
- $\delta$  Gebäudedämpfung (Faktor bezogen auf die Sendeleistung)

nen auf demselben Mast oder auf demselben Gebäude. Unter Umständen sind auch Mobilfunkantennen auf benachbarten Gebäuden mit zu berücksichtigen. Die Details zur exakten Bestimmung des Perimeters finden sich in der genannten Vollzugsempfehlung. Die Ausdehnung des Perimeters hängt von der Sendeleistung der neu zu erstellenden Mobilfunkanlage ab und liegt typischerweise zwischen 15 und 70 m (Radius).

► Für die Berechnung ist die maximale beantragte Sendeleistung zugrunde zu legen.

► Die Berechnung erfolgt unter der Annahme von Freiraumausbreitung ohne Berücksichtigung von Reflexionen und Beugungen.

► Das Antennendiagramm wird berücksichtigt. Die maximal zulässige Abschwächung für Senderichtungen ausserhalb der Hauptstrahlrichtung wird jedoch auf 15 dB begrenzt.

► Die Dämpfung der Strahlung durch die Gebäudehülle wird grob berücksichtigt. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn eine Sendeanlage auf dem Dach eines Gebäudes geplant ist und die NIS-Belastung in den Räumen unmittelbar unterhalb der Antennen zu berechnen ist. Keine Gebäudedämpfung darf berücksichtigt werden, wenn die Strahlung durch eine Fassade mit Fenstern in ein Gebäude eintritt.

► Die Berechnung ist für die drei höchstbelasteten Orte mit empfindlicher Nut-

zung (Wohnräume, Arbeitsplätze, Kinderspielplätze u.a.) sowie für den höchstbelasteten Ort, der nur dem kurzfristigen Aufenthalt von Personen dient, durchzuführen. An den Orten mit empfindlicher Nutzung ist der Anlagegrenzwert, am Ort für den kurzfristigen Aufenthalt ist der Immissionsgrenzwert einzuhalten.

Die Berechnung setzt eine exakte geometrische Aufnahme der Situation voraus. Die Positionen und Höhen der Antennen sowie der Aufenthaltsort, für welche die Berechnung durchgeführt wird, müssen genau bekannt sein. Wo geeignete Pläne fehlen, werden diese Daten durch die Netzplaner mit Distanzmessgeräten vor Ort direkt erhoben.

Die elektrische Feldstärke  $E$  berechnet sich nach der oben abgebildeten Formel.

### NIS-Messung von Mobilfunkstrahlung

NIS-Messungen dienen zwei verschiedenen Zwecken:

Erstens: Bei einer Abnahmemessung wird kontrolliert, ob eine einzelne Anlage in dem der Bewilligung zugrunde liegenden Betriebszustand den AGW der NISV einhält. Dieser Betriebszustand – der so genannt massgebende Betriebszustand (siehe Tabelle 1) – ist bei Mobilfunkanlagen der Betrieb bei maximaler Auslastung und Sendeleistung, bei elektrischen Leitungen der Betrieb jedes Leitungsstranges mit dem thermischen Grenzstrom in der häufigsten Kombination von Last-

flussrichtungen. Dieser massgebende Betriebszustand liegt in vielen Fällen während einer Messung nicht vor und kann aus betrieblichen Gründen auch nicht erzwungen werden. Eine Abnahmemessung wird daher im realen Betriebszustand der Anlage durchgeführt; das Messresultat wird anschliessend mit geeigneten Methoden auf den massgebenden Betriebszustand extrapoliert. Das Ergebnis ist ein einzelner Wert, der so genannte Beurteilungswert. Dieser muss unter dem AGW liegen.

Zweitens: Bei einer Kontrollmessung wird demgegenüber überprüft, wie hoch die Immissionen einer Anlage oder die Gesamtmissionen aller Quellen im realen Betrieb, unter Berücksichtigung der zeitlichen Schwankungen, tatsächlich sind. Eine Hochrechnung auf einen anderen Betriebszustand findet nicht statt. Das Ergebnis ist eine Momentaufnahme oder, bei längerer Messdauer, ein Zeitverlauf für den Ist-Zustand.

Kontrollmessungen können ohne Wissen des Betreibers durchgeführt werden. Bei Abnahmemessungen hingegen muss der Anlagebetreiber einbezogen werden, weil er die Angaben über den aktuellen Betrieb der Anlage während der Messung zur Verfügung stellen muss, andernfalls ist eine Hochrechnung nicht möglich. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf Abnahmemessungen.

Derzeit liegen detaillierte Empfehlungen für die Abnahmemessung von GSM- und UMTS-Mobilfunkanlagen vor [6]. Empfehlungen für Rundfunkanlagen, elektrische Leitungen und Transformatorstationen sind in Vorbereitung.

Im Folgenden wird die GSM-Messempfehlung etwas näher erläutert. Diese ist in erster Linie auf die NIS-Messung in Innenräumen bei Feldstärken unter 6 V/m zugeschnitten. Es wird unterschieden zwischen der Breitbandmessung und

ANLAGE	ZUSTÄNDIGE BEHÖRDE [4]
Mobilfunkbasisstation	Kanton (Ausnahmen siehe unten)
Rundfunksendeanlage	
Funkrufsendeanlage (Pager)	
Amateurfunkanlage	Kanton
Betriebsfunkanlage	
Sendeanlage der Flugsicherung (inkl. Radar)	Bundesamt für Zivilluftfahrt
Militärische Sendeanlage	VBS
Elektrische Leitung	
Transformatorstation	
Elektrisches Unterwerk	Eidg. Starkstrominspektorat
Mobilfunkbasisstation auf dem Mast einer elektrischen Leitung	
Eisenbahnanlage	Bundesamt für Verkehr
Mobilfunkbasisstation für GSM-R	

Tabelle 2: Für den Vollzug der NISV zuständige Behörden.

### Verwendete Abkürzungen

AGW	Anlagegrenzwert
BCCH	Broadcast Control Channel (Kontrollkanal)
ERP	Equivalent radiated power (äquivalente Strahlungsleistung)
GSM	Global System for Mobile Communication; Mobilfunksystem der 2. Generation
GSM-R	GSM-Rail: GSM-Netz der Eisenbahn
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IGW	Immissionsgrenzwert
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System; Mobilfunksystem der 3. Generation
WLL	Wireless Local Loop (drahtloser Teilnehmeranschluss)

der frequenzselektiven Messung. Für beide Messverfahren gelten folgende Grundsätze:

► Zu erfassen ist nur die Strahlung der zu untersuchenden Mobilfunkbasisstation.

► Die Betriebsparameter der Anlage während der Messung, insbesondere die eingestellten Sendeleistungen der einzelnen Kanäle, müssen bekannt sein. Eine Kooperation mit dem Netzbetreiber ist daher unerlässlich.

► Sendet die Anlage während der Messung nicht mit maximaler (bewilligter) Leistung, dann muss der Messwert numerisch auf die bewilligte Sendeleistung hochgerechnet werden. Eine Abweichung von der maximalen bewilligten Sendeleistung hat zwei Gründe: häufig sind die eingestellten Maximalleistungen niedriger als die bewilligten, da sich die Anlageinhaber gewisse Ausbaureserven offen halten wollen. Dazu kommt, dass selbst die eingestellte Maximalleistung nur kurzfristig erreicht wird, da die so genannten Verkehrskanäle nur temporär, bedarfsabhängig, zugeschaltet werden und mit minimal nötiger Sendeleistung betrieben werden (Leistungsregelung); dies im Gegensatz zum Kontrollkanal (BCCH), welcher immer mit der vollen, eingestellten Sendeleistung abgestrahlt wird.

► Die Intensität der Strahlung ist in Innenräumen örtlich unterschiedlich

hoch und weist kleinräumige Minima und Maxima auf. Massgebend für die Beurteilung ist das örtliche Maximum, wobei die Messhöhe zwischen 0,5 und 1,75 m über dem Fussboden beschränkt wird. Die Messantenne wird so lange durch den Raum bewegt, bis das Maximum der Feldstärke registriert ist.

► Sind Fenster vorhanden, die sich öffnen lassen, dann ist bei offenen Fenstern zu messen.

► Bezüglich der Messunsicherheit gilt Folgendes: Massgebend ist der abgelesene Messwert. Die Messunsicherheit wird weder dazugeschlagen noch abgezogen.

► Die gesamte Messunsicherheit setzt sich zusammen aus der Unsicherheit der Messeinrichtung und der Unsicherheit der Messmethode («Probenahme»). Die gesamte Messunsicherheit muss angegeben werden und darf  $\pm 45\%$  nicht überschreiten (es handelt sich dabei um die so genannte erweiterte Messunsicherheit, zu verstehen als 95%-Vertrauensintervall, bezogen auf Feldstärke). Für die erweiterte Unsicherheit der Probenahme wird generell ein Wert von  $\pm 30\%$  veranschlagt, die erweiterte Messunsicherheit der Messeinrichtung muss daher unter  $\pm 33,5\%$  liegen [7].

► Die Messeinrichtung muss im Abstand von 1 Jahr bei einer anerkannten Kalibrierstelle kalibriert werden.

Messfirmen können sich für NIS-Messungen gemäss den genannten Messemp-

fehlungen akkreditieren lassen. Per 1. März 2005 waren in der Schweiz zwölf Firmen für NIS-Messungen nach der GSM-Messempfehlung akkreditiert. Die Akkreditierung eines Messlabors ist von Vorteil, aber nicht Voraussetzung. Dem Auftraggeber und der Behörde ist es freigestellt, auch Messungen von nicht akkreditierten Firmen zu akzeptieren, sofern diese die geforderte Qualität der Messausrüstung und der Messdurchführung gewährleisten. Im Fall der Akkreditierung bestätigt die Schweizerische Akkreditierungsstelle, dass in einer Firma die benötigte Fachkompetenz und Qualitätssicherung vorhanden sind. Bei einer nicht akkreditierten Firma liegt dieser Nachweis nicht extern beglaubigt vor. Der Auftraggeber muss sich in diesem Fall selber vergewissern, ob der Auftragnehmer über eine ausreichende Fachkompetenz und Qualitätssicherung verfügt.

Generell stellt man fest, dass die Messwerte auch nach der Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand niedriger sind als die rechnerischen Prognosen. Ausnahmsweise kann allerdings auch das Umgekehrte auftreten, insbesondere wenn Orte mit empfindlicher Nutzung nahe bei oder in der Hauptstrahlrichtung einer benachbarten Antenne liegen. Wenn bei Messungen eine Überschreitung des Anlagegrenzwertes festgestellt wird, verlangt die Behörde eine Reduk-

## Gesundheitliches Gefährdungspotenzial Elektromog erforschen

Rund fünf Prozent der Schweizer Bevölkerung schreiben eigene gesundheitliche Beeinträchtigungen dem Phänomen Elektromog zu. Dies hat eine repräsentative Umfrage\* im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) ergeben. Wissenschaftlich nach wie vor unklar bleibt, ob tatsächlich ein Zusammenhang zwischen Elektromog und gesundheitlichen Beschwerden besteht. Zur Klärung hat der Bundesrat im März dieses Jahres die Durchführung eines vier Jahre dauernden nationalen Forschungsprogramms beschlossen.

Schadet Elektromog der Gesundheit? Diese Frage wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Zwar gibt es immer wieder Berichte über Gesundheitsbeschwerden, die von den Betroffenen auf Elektromog zurückgeführt werden. Die Häufigkeit dieses als «Elektrosensibilität» bezeichneten Phänomens in der Bevölkerung ist bis anhin jedoch unbekannt. Nebst den direkt Betroffenen fürchten sich viele Menschen vor Elektromog, ohne selber Probleme damit zu haben. Zu beiden Gruppen gibt es nun erstmals Zahlen für die Schweiz: Im Auftrag des Buwal hat das Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern 2048 Personen befragt.

### 370 000 sind elektrosensibel

Die Studie zeigt: Rund fünf Prozent der Befragten sind überzeugt, sensibel auf Elektromog zu reagieren und dadurch gesundheitlich beeinträchtigt zu sein. Als Beschwerden werden hauptsächlich unspezifi-

sche Krankheitssymptome wie Schlafstörungen oder Kopfschmerzen angegeben. Verdächtig als Ursache der Beschwerden werden an erster Stelle Hochspannungsleitungen und Handys, gefolgt von anderen Strahlungsquellen oder Elektromog generell. Mobilfunkbasisstationen sind weniger stark vertreten, als dies die Medienberichterstattung vermuten liesse. Der Anteil von fünf Prozent Betroffenen ist nicht so hoch, wie mobilfunkkritische Kreise befürchten. Hochgerechnet auf die gesamte Bevölkerung sind dies aber dennoch 370 000 Menschen, die sich als elektrosensibel einstufen. Das ist eine ernst zu nehmende Minderheit. Was es mit der Elektrosensibilität genau auf sich hat und wie elektrosensiblen Personen geholfen werden kann, hat die Universität Basel in einem Pilotprojekt untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass im Urteil der Fachspezialisten Elektromog bei weitem nicht immer die plausibelste Ursache für

die Beschwerden ist, auch wenn die Betroffenen dies vermuten oder davon überzeugt sind. Bemerkenswert ist, dass fast der Hälfte der Ratsuchenden mit gezielten, auf ihre Situation zugeschnittenen Massnahmen geholfen werden konnte.

Wesentlich mehr der von der Universität Bern Befragten, nämlich 53 Prozent, haben zwar selber keine Beschwerden im Zusammenhang mit Elektromog. Sie machen sich jedoch Sorgen um die eigene Gesundheit wegen mindestens einer der bekannten elektromagnetischen Feldquellen. Am häufigsten beunruhigen Mobilfunkbasisstationen (36% aller Befragten), gefolgt von Hochspannungsleitungen (30%), Mobiltelefonen (28%), der Strahlung elektrischer Geräte (26%) sowie derjenigen schnurloser Festnetztelefone (18%). Von allen in der Studie erfragten Umwelteinflüssen am meisten Sorgen bereitet allerdings nicht Elektromog, sondern die Verschmutzung

der Luft (69%), gefolgt von der UV-Strahlung (56%).

### Weiterführende Forschung notwendig

Wissenschaftlich erhärtete Informationen über das gesundheitliche Gefährdungspotenzial von Elektromog sind nach wie vor spärlich, sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene. Dies gilt insbesondere für das Phänomen der Elektrosensibilität und generell für Langzeitbelastungen bei niedriger Intensität. Um hier mehr Klarheit zu erhalten, muss die Forschung weitergehen. Zu diesem Zweck hat der Bundesrat am 11. März 2005 beschlossen, ein nationales Forschungsprogramm mit einer Gesamtsumme von 5 Millionen Franken für vier Jahre durchzuführen.

### Mediendienst Buwal

\*Röösli, M.; Huss, A.; Schreier, N. (Februar 2005), Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern: Repräsentative Befragung zu Sorgen und gesundheitlichen Auswirkungen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern in der Schweiz.



Foto: R. Strässle

**Die NIS-Verordnung soll die Bevölkerung vor Elektrosmog schützen.**

tion der Sendeleistung oder eine andere geeignete Massnahme.

Ein kleiner Makel haftet den beschriebenen Abnahmemessungen allerdings an: Sie können nicht unabhängig vom Netzbetreiber durchgeführt werden. Jede messtechnische Beurteilung umfasst neben der eigentlichen Messung auch die Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand, und für diese Hochrechnung wird die während der Messung eingestellte Sendeleistung benötigt, welche nur der Netzbetreiber kennt. Einige Kantonsbehörden sind daher dazu übergegangen, die eingestellten Sendeleistungen in den Netzzentralen der Betreiber stichprobenweise zu kontrollieren.

Generell lässt sich feststellen, dass NIS-Messungen in der öffentlichen Wahrnehmung einen höheren Stellenwert geniessen als Berechnungen und zur Vertrauensbildung beitragen.

### **Ausblick**

Das Buwal arbeitet derzeit an Vollzugs- und Messempfehlungen für die folgenden Anlagekategorien:

- ▶ Rundfunk- und Funkrundsendsendeanlagen
- ▶ elektrische Leitungen
- ▶ Transformatorstationen

In einer übernächsten Phase sind entsprechende Anleitungen auch für Eisenbahnanlagen, Amateurfunksendeanlagen, elektrische Unterwerke und Anlagen der Flugsicherung vorgesehen.

Immer wieder werden in der Öffentlichkeit die Grenzwerte der NISV in Zweifel gezogen, insbesondere von Umweltschutzkreisen und von Seiten der Ärzteschaft. Die Auseinandersetzung um die «richtigen» Grenzwerte ist wichtig

und muss geführt werden. Sie darf aber nicht losgelöst von den gesetzlichen Rahmbedingungen stattfinden. Gemäss den Kriterien des Umweltschutzgesetzes sind die Grenzwerte der NISV dann anzupassen, wenn

- ▶ neue wissenschaftliche Erkenntnisse eine Gefährdung oder Belästigung bei NIS-Belastungen unterhalb der Immissionsgrenzwerte nachweisen würden: in diesem Fall wären die IGW zu senken;
- ▶ der Fortschritt der Technik den Betrieb der Anlagen mit niedrigerer Strahlungsemission oder -belastung erlaubte als bisher: in diesem Fall wären die AGW zu senken.

### **Fünf Prozent der Schweizer Bevölkerung stuft sich als elektrosensibel ein.**

Diese Kriterien sind nach Einschätzung des Bundesrates heute nicht erfüllt. Eine Änderung der Grenzwerte ist deshalb zurzeit nicht geplant.

Beträchtlicher Handlungsbedarf besteht hingegen bei der Erforschung der gesundheitlichen und biologischen Auswirkungen schwacher Strahlung bei Langzeitexposition. Das Buwal hat deshalb vor zwei Jahren ein neues Nationales Forschungsprogramm «Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit» vorgeschlagen, dessen Durchführung der Bundesrat bewilligt hat [8].

Aktuelle Informationen des Buwal zu nichtionisierender Strahlung sind einsehbar im Internet unter [www.umwelt-schweiz.ch/elektrosmog](http://www.umwelt-schweiz.ch/elektrosmog).

### **Quellenangaben**

[1] Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Health Phys. 1998, 54, 115–123.

[2] Überschreitungen im öffentlich zugänglichen Bereich können in Einzelfällen allenfalls unter 380-kV-Leitungen (elektrische Feldstärke) und bei Transformatorstationen (magnetische Flussdichte) auftreten.

[3] [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg\\_nis/vorschriften/vollzugshilfen/mobilfunk/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_nis/vorschriften/vollzugshilfen/mobilfunk/index.html)

[4] Kontakte siehe [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg\\_nis/kontakte/aemter/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_nis/kontakte/aemter/index.html)

[5] Mobilfunk- und WLL-Basisstationen; Vollzugsempfehlung zur NISV. Vollzug Umwelt, Buwal, Bern, 2002.

[www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/nis/vorschriften/ve\\_mobilfunk\\_d.pdf](http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/nis/vorschriften/ve_mobilfunk_d.pdf)

[6] Mobilfunk-Basisstationen (GSM); Messempfehlung. Vollzug Umwelt, Buwal, Bern, 2002.

Mobilfunk-Basisstationen (UMTS-FDD); Messempfehlung. Entwurf vom 17.9.2003. [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg\\_nis/vorschriften/vollzugshilfen/messen/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_nis/vorschriften/vollzugshilfen/messen/index.html)

[7] Man beachte, dass die einzelnen Beiträge zur Unsicherheit nicht linear, sondern quadratisch addiert werden.

[8] Details dazu finden sich unter [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg\\_nis/auswirkungen/forschung/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_nis/auswirkungen/forschung/index.html)