

Nichtionisierende Strahlung und Gesundheitsschutz in der Schweiz

Grundlagen

Januar 2006

Federführung

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Beteiligte Ämter und Stellen:

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Bundesamt für Kommunikation (BAKOM)

Bundesamt für Energie (BFE)

Staatssekretariat für Wirtschaft (seco)

Schweizerisches Heilmittelinstitut (Swissmedic)

Eidgenössisches Starkstrominspektorat (ESTI)

Eidgenössisches Büro für Konsumentenfragen

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA)

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Gesundheit, 3003 Bern

Redaktion

M. Moser, S. Plaschy-Gruber, M. Meier, S. Ryf, B. Gerber
unter Mitwirkung der beteiligten Ämter und Stellen

Textredaktion

S. Kraut, 3006 Bern

Bezugsquelle

BAG-Internet <http://www.emf-cem.ch/nis>

Zu dieser Publikation gibt es den Bericht „*Nichtionisierende Strahlung und Gesundheitsschutz in der Schweiz / Überblick, Diskussion und Empfehlungen, Bericht einer interdepartementalen Arbeitsgruppe in Erfüllung des Postulates Sommaruga (00.3565)*“



**Bundesamt
für Gesundheit**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Allgemeine Grundlagen	7
2.1	Das elektromagnetische Spektrum	7
2.2	Emission – Immission – Exposition	10
2.3	Dosiskonzept und Kausalität: Von der Strahlung zur gesundheitlichen Auswirkung	12
3	Quellen, Expositionen und gesundheitliche Auswirkungen nichtionisierender Strahlung	16
3.1	Statische elektrische und magnetische Felder	16
3.1.1	Quellen und Expositionen	16
3.1.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	17
3.2	Niederfrequente elektrische und magnetische Felder	19
3.2.1	Quellen und Expositionen	19
3.2.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	22
3.3	Hochfrequente elektromagnetische Felder	26
3.3.1	Quellen und Expositionen	26
3.3.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	31
3.4	Infrarote Strahlung	35
3.4.1	Quellen und Expositionen	35
3.4.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	35
3.5	Sichtbare Strahlung	36
3.5.1	Quellen und Expositionen	36
3.5.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	39
3.6	UV-Strahlung	40
3.6.1	Quellen und Expositionen	40
3.6.2	Biologische und gesundheitliche Wirkungen	41
4	Gesundheitsschutz und NIS auf internationaler Ebene	46
4.1	Grenzwertempfehlungen der ICNIRP	46
4.2	WHO-Programme	48
4.2.1	Das EMF-Projekt der WHO	48
4.2.2	Das INTERSUN-Programm der WHO	50
4.2.3	International Agency for Research on Cancer (IARC)	50
4.3	Vorschriften und Aktivitäten in der EU	50
4.3.1	NIS-bezogene Dokumente und Erlasse der EU	50
4.3.2	„Neues Konzept“ („new approach“) und europäische Normen	53
4.3.3	NIS-relevante Aktionen in der EU	54

5	Gesundheitsschutz und NIS in der Schweiz	56
5.1	Rechtliche Regelungen	56
5.1.1	NIS in Bezug auf die allgemeine Bevölkerung	57
5.1.2	Bundesverfassung	57
5.1.3	Umweltschutz: Elektromagnetische Felder ortsfester Anlagen	58
5.1.4	Publikumsschutz: optische Strahlung	62
5.1.5	Produktbezogene Regelungen: Elektromagnetische Felder beweglicher Anlagen und optische Strahlung von Anlagen und Geräten	63
5.1.6	EMF-Quellen ohne einschlägige NIS-Regelungen	77
5.1.7	Arbeitnehmerschutz	78
5.1.8	Patientenschutz	79
5.1.9	Das Bundesgesetz über die technischen Handelshemmnisse und die Verfahren der gegenseitigen Anerkennung	80
5.2	Übersicht und Diskussion der rechtlichen Regelungen	82
5.2.1	Zusammenfassung der rechtlichen Situation	82
5.2.2	Expositionsbezogene und produktebezogene Regelungen	84
5.2.3	NIS-Grenzwerte in schweizerischen Regelungen	86
5.2.4	Vorsorge, Deklaration der Strahlung und Information der Konsumenten	88
5.2.5	Nationale vs. internationale Regelungen	92
5.3	NIS-bezogene Aktivitäten in der Schweiz	93
5.3.1	Präventionsprogrammen im Bereich der UV-Strahlung	93
5.3.2	Forschung im Bereich der EMF	94
6	Anhänge	96
6.1	Mitglieder der Arbeitsgruppe	96
6.2	Abkürzungen	98
6.2.1	Erlasse	98
6.3	Physikalische Grössen und Einheiten	99
6.4	NIS-relevante Produktnormen	100
6.4.1	Normen im EMF-Bereich	100
6.4.2	Normen im optischen Bereich	107

1 Einleitung

Nichtionisierende Strahlung (NIS) umfasst den Frequenzbereich von 0 Hz (statische Felder) bis $3 \cdot 10^{16}$ Hz (UV-Strahlung). Sie wird unterteilt in elektromagnetischen Felder (EMF) ($0 - 3 \cdot 10^{11}$ Hz) und optische Strahlung (Infrarot bis UV). Zusammen mit der ionisierenden Strahlung (Röntgen-, Gammastrahlung) bildet sie das elektromagnetische Spektrum (vgl. Abbildung 1).

Gesundheitsschädigende Auswirkungen sehr starker NIS sind seit langem bekannt. Es sind unmittelbare, akute Auswirkungen, welche bei Expositionen oberhalb bestimmter Schwellenwerte auftreten. Expositionen, wie sie im Alltag vorkommen, liegen unter diesen Schwellenwerten. Dass auch solche schwächeren NIS-Expositionen gesundheitsschädigende Auswirkungen haben können, wird erst seit kurzem wahrgenommen.

Aufgrund der starken Zunahme der Hautkrebsinzidenz in den 1980er-Jahren geriet die Schädlichkeit von UV-Strahlung als Folge zu starker Sonnenbestrahlung ins Bewusstsein. Gleichzeitig kam die bis heute nicht beantwortete Frage auf, ob Magnetfelder von Hochspannungsleitungen eine Erhöhung des Kinderleukämierisikos verursachen. Mit der starken Ausbreitung neuer Informations- und Telekommunikationstechniken anfangs der 1990er-Jahre stellte sich die Frage möglicher gesundheitlicher Folgen dieser neuen Technologien. Wurde in der Öffentlichkeit zuvor bereits die Frage einer Schädlichkeit von Radiosendern kontrovers diskutiert (z.B. Sender Schwarzenburg), so gerieten nun allfällige Risiken des Mobilfunks in eine breitere Diskussion.

Ebenfalls in den 1990er-Jahren wurden die ersten internationalen Empfehlungen zum Schutz vor bekannten, wissenschaftlich nachgewiesenen gesundheitsschädigenden Auswirkungen von NIS erarbeitet (z.B. ICNIRP *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). Empfohlen wurden eine Begrenzung der Exposition durch künstliche NIS-Quellen sowie Präventionsprogramme zu UV-bedingten Haut- und Augenschäden. Gleichzeitig wurde anerkannt, dass insbesondere im Bereich der EMF noch Wissenslücken und Unsicherheiten bezüglich Gesundheitsrisiken bestehen, was zu einer breiten internationalen Diskussion über mögliche Vorsorgemassnahmen geführt hat. Angesichts der steigenden Exposition der ganzen Bevölkerung durch EMF (oftmals unter dem Begriff „Elektrosmog“ zusammengefasst) gewinnt das Prinzip der Vorsorge immer mehr an der Bedeutung. In dieser Situation spielt die Information der Bevölkerung eine sehr wichtige Rolle.

In der Schweiz wurde am 1. Februar 2000 die auf dem Umweltschutzgesetz basierende Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) in Kraft gesetzt. Die NISV deckt allerdings nur den Bereich der EMF von ortsfesten Anlagen ab (z.B. elektrische Leitungen, Mobilfunkantennen), die optische Strahlung sowie die elektromagnetischen Felder von Geräten wie Haushaltsgeräten oder Mobiltelefonen werden durch die NISV nicht abgedeckt. Dieser Umstand wurde in einigen parlamentarischen Vorstössen angesprochen, in denen das gleiche Schutzniveau für alle NIS-Quellen, insbesondere bezüglich der Anwendung der Grenzwerte, des Vorsorgeprinzips und der Information von Konsumentinnen und Konsumenten gefordert wurde.

In der Motion Sommaruga vom 6.10.2000 (00.3565) „Nichtionisierende Strahlen. Grenzwerte“ wird der Bundesrat beauftragt, „...die gesetzliche Grundlage zu schaffen, um für die Abgabe von nichtionisierenden Strahlen von Handys und anderen Geräten, die solche Strahlen abgeben (Laserpointer, Solarien usw.), Grenzwerte festzulegen. Dabei soll der Grenzwert die nach wie vor unbekanntem Auswirkungen von nichtionisierenden Strahlen im Sinne eines Vorsorgewertes berücksichtigen.“ (Die Motion wurde in Form eines Postulats überwiesen.) In zwei weiteren Vorstössen wurden eine Deklaration der Strahlung für Handys und Haushaltapparate (Motion 00.3172 Simonetta Sommaruga) und Warnhinweise zur möglichen Gesundheitsgefährdung durch Mobiltelefone (Motion 02.3562 Ursula Wyss) verlangt.

Bei der Beantwortung dieser Vorstösse wurde festgestellt, dass die Situation bezüglich Gesundheitsschutz und NIS in der Schweiz komplex und wenig transparent ist und einer tieferen Analyse bedarf, um die Anliegen der Motionärinnen eingehend zu prüfen. Diese Analyse wurde durch eine interdepartementale Arbeitsgruppe unter Federführung des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) durchgeführt und liegt in Form zweier Berichte nun vor. Die Arbeitsgruppe bestand aus Vertreterinnen und Vertretern aller Ämter und Stellen der Bundesverwaltung, die sich mit Fragen des Gesundheitsschutzes in Bezug auf nichtionisierende Strahlung befassen.

Der erste Bericht mit dem Untertitel "Übersicht, Handlungsbedarf und Empfehlungen" gibt einen knappen Überblick über die Problemlage, diskutiert den Handlungsbedarf und nennt die von der interdepartementalen Arbeitsgruppe erarbeiteten Empfehlungen.

Der hier vorliegende zweite Bericht verfolgt folgende Ziele:

- Er liefert interessierten Personen Hintergrundinformationen zu den physikalischen Grundlagen nichtionisierender Strahlung und beschreibt relevante künstliche und natürliche NIS-Quellen mit ihren Expositionen im täglichen Leben, im Beruf oder bei medizinischen Anwendungen.
- Er beschreibt den Kenntnisstand zu gesicherten und vermuteten gesundheitlichen Auswirkungen von NIS und geht auch auf positive Wirkungen von NIS ein.
- Er gibt einen Überblick zu internationalen Empfehlungen zum Gesundheitsschutz, zu Präventions- und Vorsorgemassnahmen sowie zu Informations- und Forschungsaktivitäten.
- Er vermittelt einen Überblick und eine Analyse bezüglich Gesetzgebung, Regelungen und Initiativen in der Schweiz und der Europäischen Union.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 2 werden die grundlegenden Charakteristiken von nichtionisierender Strahlung beschrieben. Die Begriffe Dosis, Immission und Emission sowie Exposition werden erklärt.
- Kapitel 3 gibt einen Überblick über Technologien und NIS-Expositionen und behandelt die gesundheitlichen Auswirkungen nichtionisierender Strahlung. Für die Darstellung der spezifischen Eigenschaften werden elektromagnetische Felder (EMF) in statische, nieder- und

hochfrequente Felder aufgeteilt und optische Strahlung in infrarote, sichtbare und ultraviolette Strahlung.

- In Kapitel 4 sind Grenzwertempfehlungen, Aktionen und Programme, die auf internationaler Ebene laufen, insbesondere jene der WHO und der EU zusammengefasst.
- Kapitel 5 analysiert die komplexe rechtliche Situation bezüglich NIS in der Schweiz.

2 Allgemeine Grundlagen

2.1 Das elektromagnetische Spektrum

Die fundamentale Grösse des Elektromagnetismus ist die *Ladung*. Es gibt zwei Arten von Ladung, positive und negative. Gleiche Ladungen stossen sich ab, ungleiche ziehen sich an. Diese Kräfte, welche durch Ladungen erzeugt werden, werden durch das *elektrische Feld* beschrieben. Zwischen zwei unterschiedlich geladenen Objekten herrscht eine *Spannung*. Sind diese Objekte durch einen Leiter verbunden, so bewegen sich die Ladungen, es fliesst *Strom*. Strom erzeugt ein *magnetisches Feld*, während Spannung ein *elektrisches Feld* hervorruft. Die erwähnten physikalischen Grössen und ihre Einheiten sind im Anhang 6 zusammengefasst.

Sind die Ladungen oder der Strom konstant, so erzeugen sie statische elektrische bzw. magnetische Felder, *Gleichfelder*. Sind Ladung oder Strom zeitlich veränderlich, so erzeugen sie elektrische bzw. magnetische *Wechselfelder*. Eine solche periodische Zustandsänderung nennt man Schwingung, die Anzahl Schwingungen pro Sekunde *Frequenz*.

Ein zeitlich veränderliches elektrisches Feld erzeugt ein magnetisches Feld und umgekehrt. Die beiden Felder sind je nach Frequenz mehr oder weniger stark miteinander gekoppelt und werden so als ein Phänomen (elektromagnetisches Feld) oder zwei Phänomene (elektrisches Feld, magnetisches Feld) beschrieben. Ihre Ausbreitung wird *elektromagnetische Welle* oder *Strahlung* genannt und geschieht mit Lichtgeschwindigkeit. Frequenz und *Wellenlänge* sind über die Lichtgeschwindigkeit miteinander verknüpft¹.








Das elektromagnetische Spektrum						
						
statische EMF	niederfrequente EMF	hochfrequente EMF	Infrarot	Licht	UV	Ionisierende Strahlung
Elektromagnetische Felder (EMF)			Optische Strahlung			
Nichtionisierende Strahlung (NIS)						

Abbildung 1 Das elektromagnetische Spektrum

¹Je grösser die Frequenz, desto kleiner ist die Wellenlänge: $\lambda \cdot f = c$; (λ = Wellenlänge [m], f = Frequenz [Hz], c = Lichtgeschwindigkeit [m/s]). Die Lichtgeschwindigkeit ist abhängig vom Medium. Ihre obere Grenze ist die Vakuumlichtgeschwindigkeit mit 299'792 km/s)

Die Eigenschaften der elektromagnetischen Strahlung hängen hauptsächlich von ihrer Frequenz beziehungsweise von der Wellenlänge ab. Diese Eigenschaften führen zu sehr unterschiedlichen Anwendungen und wirken sich biologisch und gesundheitlich unterschiedlich aus. Der Frequenz entsprechend wird das elektromagnetische Spektrum in unterschiedliche Bereiche aufgeteilt. Primär wird zwischen *ionisierender* und *nichtionisierender* Strahlung (NIS) unterschieden.

Die nichtionisierende Strahlung wird wieder unterteilt in *optische Strahlung* und, in Ermangelung eines besseren Begriffs, elektromagnetische Felder (EMF) (statische, niederfrequente, hochfrequente). Dies ist etwas verwirrend, weil es sich eigentlich beim ganzen elektromagnetischen Spektrum um elektromagnetische Felder handelt. EMF wiederum wird unterteilt in statische, niederfrequente und hochfrequente EMF. Die optische Strahlung wird in die Bereiche Infrarot, Licht und UV unterteilt. Abbildung 1 und Tabelle 1 zeigen das elektromagnetische Spektrum und die sechs Unterbereiche von NIS.

Tabelle 1: Das elektromagnetische Spektrum

Bereich	Unterbereich	Frequenz	Wellenlänge	Quellen
NIS EMF	Statische elektrische und magnetische Felder	0 Hz	unendlich	Magnetfeld der Erde Magnetresonanztomographie Tram/Trolleybus Transportmagnete
	Niederfrequente EMF	1 Hz – 100 kHz	300'000 km – 3 km	Bahn Stromübertragung Haushaltsgeräte Energiesparlampen
	Hochfrequente EMF	100 kHz – 300 GHz	3 km – 1 mm	Radio- und Fernsehsender Mobilfunk Mikrowellenofen Radar
NIS Optische Strahlung	Infrarot	300 GHz	1 mm	Sonne Lampen Solarien Laser
	Sichtbares Licht	3,8 – 7,5 · 10 ¹⁴ Hz	780 nm – 400 nm	
	UV - Strahlung	0,075 – 3 · 10 ¹⁶ Hz	400 nm – 10 nm	
Ionisierende Strahlung		3 · 10 ¹⁶ Hz – unendlich	10 nm – 0 nm	Röntgengerät Kernreaktor Sonne

EMF

Statische elektrische und statische magnetische Felder

Wir alle sind dem statischen Magnetfeld der Erde (25 - 65 µT) ausgesetzt. Zwischen der Erde und der Ionosphäre besteht in ca. 70 km Höhe ein statisches elektrisches Feld von ca. 130 – 270 V/m.

In Gewittern können elektrische Felder von 3000 bis zu 20 000 V/m zwischen den Wolken und der Erdoberfläche aufgebaut werden. Typische Quellen künstlicher statischer elektrischer Felder sind Strassenbahnen und Trolleybusse. Starke statische Magnetfelder kommen in der Industrie (z.B. Hubmagneten) und in der Medizin (z.B. Magnetresonanztomographie) vor.

Niederfrequente EMF

Der grösste Teil der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder stammt von der allgemeinen Stromversorgung, von Geräten, die an die Stromversorgung angeschlossen sind, und von der Eisenbahn.

Hochfrequente EMF

Das elektrische und das magnetische Feld sind bei diesen hohen Frequenzen und kleinen Wellenlängen relativ stark miteinander verbunden und können sich schnell vom Leiter ablösen und ungebunden im Raum ausbreiten. Aus diesem Grund werden diese elektromagnetischen Wellen in der Telekommunikation zur Übertragung von Nachrichten benutzt.

Optische Strahlung

Infrarote Strahlung

Ab 300 GHz wird das elektromagnetische Spektrum nicht mehr durch die Frequenz sondern durch die Wellenlänge beschrieben (in abfallender Richtung). Infrarote Strahlung belegt den Wellenlängenbereich von 1 mm bis 780 nm. Die Strahlung wird als Wärme wahrgenommen. Der grösste Teil der Sonneneinstrahlung fällt in diesen Spektrumsbereich.

Sichtbares Licht

Das sichtbare Licht umfasst einen sehr schmalen Wellenlängenbereich von 400 nm (blaues Licht) bis 780 nm (rotes Licht). Es ist, neben der Wärme, der einzige Teil des Spektrums, den wir wahrnehmen können.

UV-Strahlung

Entsprechend der unterschiedlichen biologischen Wirkung werden folgende Teilbereiche unterschieden: UVC (100 – 280 nm), UVB (280 – 320 nm), UVA (320 – 400 nm). Der Bereich von 10 bis 100 nm wird als Vakuum-UV bezeichnet, weil diese Strahlung in der Luft vollständig absorbiert wird.

Neben *kontinuierlicher* Strahlung wird für einige Anwendungen (z.B. Mobiltelefon, Radar, Laser) auch *gepulste* NIS verwendet. Dabei wird die Strahlung in kurzen zeitlichen Abständen ein- und ausgeschaltet.

Optische Strahlung mit einer Wellenlängenverteilung (wie zum Beispiel die Sonnenstrahlung) wird als *nicht-kohärente* Strahlung bezeichnet, im Gegensatz zur Strahlung mit nur einer Wellenlänge, die als *kohärente* Strahlung bezeichnet wird. Laserstrahlung ist stark gebündelte kohärente Strahlung.

Ionisierende Strahlung

Mit steigender Frequenz (abfallende Wellenlänge) wird elektromagnetische Strahlung energiereicher. Bei Wellenlängen unter 10 nm reicht die Quantenenergie, um Atome und Moleküle in einen elektrisch geladenen Zustand zu versetzen, das heisst zu ionisieren. Die zurückbleibenden Ionen sind meist sehr reaktiv, so dass sie, falls sie in lebendem Gewebe entstehen, grossen Schaden anrichten können.

Ultraschall und Infraschall

Laut einigen Definitionen zählen auch die nicht hörbaren Bereiche des Schalls, Ultraschall und Infraschall (Vibrationen), zur NIS. Es handelt sich dabei nicht um Schwingungen elektrischer und magnetischer Felder, sondern um eine materiegebundene Ausbreitung von Druckwellen. Ultraschall und Infraschall werden in diesem Bericht nicht weiter behandelt.

2.2 Emission – Immission – Exposition

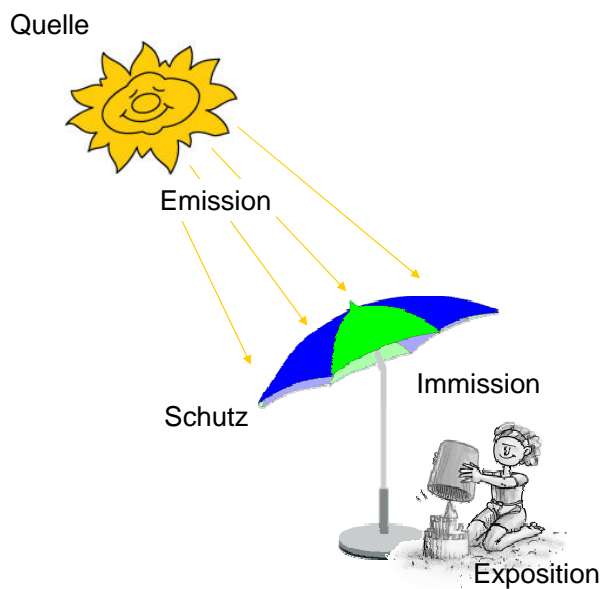


Abbildung 2 Emission – Immission - Exposition

Im Strahlenschutz werden folgende Begriffe verwendet, um die Strahlungsstärken von Strahlungsquellen sowie ihre Wirkungen zu bezeichnen:

- *Emission* ist die Strahlung, die von einer Strahlungsquelle ausgesendet wird.
- *Immission* ist die Strahlung an einem bestimmten Ort. Die Immission ist meistens niedriger als die Emission, da die Strahlung zwischen der Strahlungsquelle und dem Ort der Immission abgeschwächt werden kann.
- *Exposition* ist die Strahlung (Immission), welcher ein Objekt (Mensch, Tier, Pflanze, Boden oder Sachgut) während einer bestimmten Dauer (Expositionszeit) ausgesetzt ist.

- *Expositionszeit* ist die Zeit, während der ein Objekt der Strahlung ausgesetzt ist. Es werden Kurzzeitexpositionen (mit akuten Wirkungen) und Langzeitexpositionen (mit chronischen Wirkungen) unterschieden.
- Dosis ist die physikalische Grösse, welche diejenigen Eigenschaften der Strahlung, welche für bestimmte biologische Veränderungen relevant sind, am besten beschreibt. Dementsprechend sind für unterschiedliche biologische und gesundheitliche Auswirkungen unterschiedliche Dosisgrössen relevant.

Zwischen der Strahlungsquelle und dem Immissionsort kann die Strahlung durch verschiedene Mechanismen abgeschwächt werden, weshalb die Immission meist niedriger ist als die Emission. Die im Folgenden beschriebenen Abschwächungsmechanismen hängen stark von der Frequenz der NIS ab.

Abschwächung durch Entfernung

Die elektromagnetische Strahlung nimmt mit der Entfernung (r) stark ab. Das niederfrequente elektrische Feld einer Punktquelle nimmt mit $1/r^2$ ab, dasjenige eines Leiters mit $1/r$. Die Abstandscharakteristik des niederfrequenten magnetischen Feldes hängt stark von der Geometrie des stromdurchflossenen Leiters ab (Abb. 3). Im hochfrequenten Bereich unterscheidet man zwischen Nah- und Fernfeld, je nachdem, ob der Abstand zur Quelle kleiner oder grösser als die Wellenlänge der Strahlung ist. Dies ist zum Beispiel bei Antennen wichtig, deren Felder eine recht komplizierte Abstandscharakteristik haben. Im Fernfeld nimmt die elektrische Feldstärke linear mit der Entfernung ab ($1/r$), die Leistungsdichte quadratisch ($1/r^2$) (für physikalische Begriffe siehe Anhang 6.4).

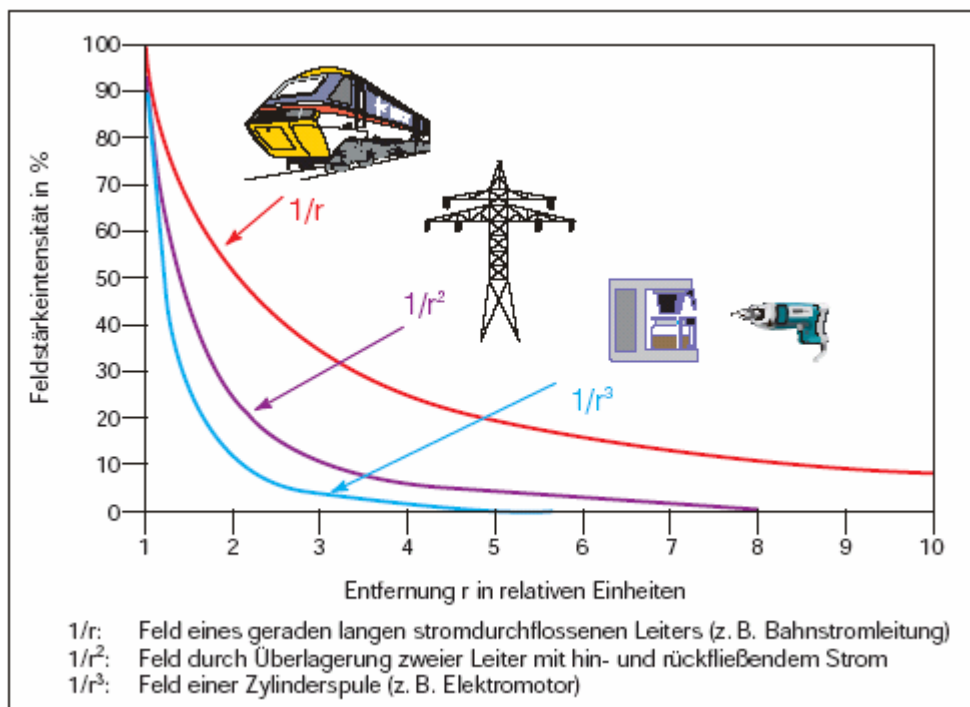


Abbildung 3 Distanzabhängigkeit niederfrequenter magnetischer Felder ²

Abschwächung durch Abschattung oder Abschirmung

Elektromagnetische Strahlung kann durch Objekte im Strahlungsweg abgeschwächt werden; ein Sonnenschirm schwächt zum Beispiel im optischen Bereich die UV-Strahlung ab. Im EMF-Bereich können die niederfrequenten elektrischen Felder durch ein elektrisch leitendes Gehäuse abgeschirmt werden (Faradaykäfig), während das statische oder niederfrequente magnetische Feld sehr durchdringend ist und nur mit speziellem Metall abgeschirmt werden kann. Bei hochfrequenten EMF muss die Abschirmung auf die jeweilige Frequenz abgestimmt sein.

Reflexion und Beugung

Die Strahlung kann auch an Materie reflektiert oder umgelenkt werden. Dadurch können die Felder abgeschwächt, an anderen Orten aber auch verstärkt werden. Diese Streustrahlung ist oft unerwünscht und macht die Berechnung von lokalen Feldstärken schwierig.

2.3 Dosiskonzept und Kausalität: Von der Strahlung zur gesundheitlichen Auswirkung

Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang zwischen der Exposition durch nichtionisierende Strahlung und möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit. Durch physikalische Wechselwirkungen der NIS (z.B. Absorption der Energie) mit biologischer Materie (Körper, Lebewesen) kann es zu biologischen Veränderungen kommen. Diese können harmlos sein (z.B. unwesentliche Temperaturerhöhung) oder kurz- oder langfristig gesundheitliche Folgen haben. Die Auswirkungen sind

² Elektromagnetische Felder im Alltag, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2002

umso stärker, je höher die Dosis ist. Die Dosis ist die physikalische Grösse, welche für bestimmte biologische Veränderungen relevant ist.

Für die biologische Wirkung von NIS spielt die Frequenz der Strahlung eine entscheidende Rolle. Bei niederfrequenter Strahlung entsteht eine Kopplung des Körpers an das elektrische und das magnetische Feld, es werden Ströme induziert. Bei hochfrequenter Strahlung absorbiert der Körper Energie des elektromagnetischen Feldes. Deshalb ist es sinnvoll, je nach Frequenz andere physikalische Grössen zur Dosisberechnung oder für allfällige Grenzwerte zu verwenden.

Eine wichtige Dosisgrösse für hochfrequente EMF ist die pro Zeiteinheit und Körpergewicht im Körper absorbierte Energie, die spezifische Absorptionsrate (SAR). Weil die Thermoregulationsmechanismen eine grosse Rolle spielen, ist nicht nur von Belang, wie viel Energie absorbiert wird, sondern in welcher Zeit. Experimente und Berechnungen zeigen, dass eine 30-minütige Exposition mit einer Ganzkörper-SAR von 4 W/kg zu einer Temperaturerhöhung von 1°C führen kann. Da die SAR-Werte im Körper schlecht messbar sind, werden mit Hilfe von Modellrechnungen die dazugehörigen äusseren Feldstärken berechnet. Diese Berechnungen gelten aber nur für Fernfeldbedingungen. Bei Nahfeldbedingungen, wie z.B. beim Mobiltelefon oder anderen Apparaten, müssen die SAR-Werte experimentell bestimmt werden.

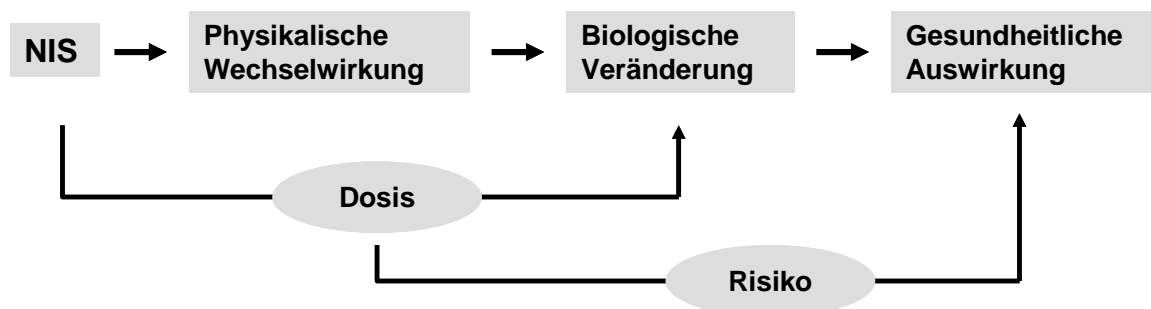


Abbildung 4 Wirkung von NIS auf die Gesundheit

Damit eine Strahlenbelastung mit einiger Sicherheit für ein beobachtetes Gesundheitsrisiko verantwortlich gemacht werden kann, müssen alle in Abb. 4 dargestellten Elemente bekannt und der Weg von der Exposition zur Auswirkung plausibel erklärbar sein. Die folgenden grundlegenden Kausalitätskriterien müssen erfüllt werden:

- Die Ursache liegt zeitlich vor der Wirkung (z.B. kann eine Krebserkrankung mit bekannter Latenzzeit nicht unmittelbar nach einer Strahlenexposition erfolgen).
- Das Ergebnis ist reproduzierbar (eine einzelne Studie kann nicht als Beweis für ein Ursache-Wirkungs-Verhältnis gelten, sondern muss durch unabhängige Studien wiederholt und bestätigt werden).
- Es besteht eine Dosis-Wirkungs-Beziehung: Die Dosisgrösse ist bekannt und bestimmt die Stärke der Auswirkung.

- Das Ergebnis ist biologisch plausibel (ähnliche Auswirkungen wie in Humanstudien wurden auch in Tierexperimenten beobachtet, und die grundlegenden Wirkungsmechanismen wurden in Studien an Zellkulturen bestätigt).

Für unterschiedliche Teile des NIS-Spektrums gibt es unterschiedliche kausal nachgewiesene Auswirkungen. Auf diese wird, zusammen mit entsprechenden Dosisgrößen und Wirkungsmechanismen, im folgenden Kapitel eingegangen. Die Grenzwertempfehlungen der ICNIRP (siehe Kap. 4.1), die im folgenden Kapitel als Referenzwerte gebraucht werden, berücksichtigen nur solche gesicherten Auswirkungen. Zu beachten ist, dass für die Allgemeinbevölkerung niedrigere Grenzwerte empfohlen werden als für die arbeitende Bevölkerung.

Neben gesicherten Auswirkungen gibt es, vor allem im Bereich der EMF, Hinweise auf Auswirkungen, deren Kausalitätskriterien noch nicht geklärt sind. Zwar werden einige der in Abb. 4 aufgeführten Elemente beobachtet, aber das vollständige Bild und damit die Erfüllung der Kausalitätskriterien fehlen bislang. Einige dieser *vermuteten Auswirkungen* werden im folgenden Kapitel aufgelistet.

Elektrosensitivität und Elektrosensibilität

Die Frage einer besonderen Empfindlichkeit gegenüber NIS wird vor allem im Zusammenhang mit EMF diskutiert. Obwohl Menschen kein eigentliches Sinnesorgan für die Wahrnehmung elektromagnetischer Felder haben, geben einige Personen an, dass sie unter EMF leiden würden und diese Felder zum Teil wahrnehmen könnten. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Elektrosensitivität und Elektrosensibilität. Elektrosensitivität ist die Eigenschaft, elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder bei sehr geringen Feldstärken wahrzunehmen, ohne dabei unbedingt gesundheitliche Beschwerden zu entwickeln. Bisherige Studien unterstützen die These, dass gewisse Personen in der Lage sind, bereits sehr schwache EMF wahrzunehmen. Der menschliche Wahrnehmungsbereich für elektrische Ströme wäre damit sehr viel breiter als ursprünglich angenommen.

Elektrosensibilität hingegen ist ein subjektives Phänomen und bedeutet, dass gewisse Personen nach eigenem Empfinden aufgrund des Einflusses von elektromagnetischen Feldern gesundheitliche Beschwerden entwickeln. In einer Erhebung des Bundesamtes für Gesundheit, die bei Personen durchgeführt wurde, die ihre gesundheitlichen Beschwerden EMF zuschrieben, waren die am häufigsten genannten Beschwerden Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Nervosität/Stress, Müdigkeit, Konzentrationsschwierigkeiten, Tinnitus, Schwindel, Gliederschmerzen und Herzbeschwerden. Der Nachweis eines tatsächlichen Zusammenhangs ist im Einzelfall aber kaum möglich. In verschiedenen Studien wurde denn auch gezeigt, dass elektrosensible Personen elektrische und magnetische Felder nicht wahrnehmen können. Trotz dieser negativen Resultate bleibt die Frage offen, ob es Personen gibt, die unter bestimmten Voraussetzungen oder im Verbund mit anderen Faktoren auf EMF empfindlich reagieren.

Elektromagnetische Felder können auch indirekte gesundheitliche Auswirkungen haben, indem sie mit elektronischen Beihilfen wie Herzschrittmachern, Neurostimulatoren etc. interferieren.

Dies kann zu lebensbedrohlichen Situationen führen. In diesem Bericht wird nicht weiter auf das Thema eingegangen.

3 Quellen, Expositionen und gesundheitliche Auswirkungen nichtionisierender Strahlung

Expositionsdaten sind ein zentrales Element zur Beurteilung der Gesundheitsrelevanz von EMF. Trotzdem sind diese Daten für viele EMF-Quellen nicht oder nur unvollständig vorhanden. Die im Folgenden angegebenen Expositionen stammen von unterschiedlichen und zugänglichen Literaturangaben, deren Qualität nicht überall nachgeprüft werden konnte. Zudem handelt es sich bei den Messungen meistens um Momentaufnahmen. Die Werte können einerseits zeitlich schwanken, andererseits stark vom Produkttyp abhängen. Die Werte sollen nur eine Idee zur Grössenordnung der jeweiligen Exposition geben und sind nicht zeitlich gemittelt. Es kann sich dabei auch um Spitzenwerte handeln.

3.1 Statische elektrische und magnetische Felder

3.1.1 Quellen und Expositionen

Der grösste Teil der statischen elektrischen und magnetischen Felder stammt aus natürlichen Quellen. Wir alle sind dem statischen Magnetfeld der Erde (25 - 65 μT) ausgesetzt. Zwischen der Erde und der Ionosphäre besteht ein statisches elektrisches Feld von ca. 130 – 270 V/m. In Gewittern können elektrische Felder von bis zu 3000 -20'000 V/m zwischen den Wolken und der Erdoberfläche aufgebaut werden.

Typische Verursacher von technisch erzeugten statischen Feldern sind Bahnen, Strassenbahnen und Trolleybusse, die mit Gleichstrom betrieben werden. Weitere Quellen im Bereich der Publikumsprodukte sind z.B. Decken mit eingebauten Permanentmagneten sowie die Permanentmagnete von Lautsprechern. Berufliche Expositionen können sehr viel grösser sein, da z. T. sehr starke Magnete und elektrische Ströme zum Einsatz gelangen.

Tabelle 2: Quellen und Expositionen von statischen elektrischen Feldern

Anlage/Gerät	Ort / Abstand [m]	Statisches elektrisches Feld [kV/m]
Strassenbahn	5 m neben Geleise	bis 0,03
Gleichstrombahn	Fahrgastraum	bis 0,3
Bildschirme	0,3	10 – 20

Magnetresonanztomograph (MRI)

Im medizinischen Bereich werden starke Magnetfelder vor allem bei Magnetresonanztomographen (MRI) angewendet. MRI ist ein bildgebendes Diagnoseverfahren in der Medizin. Im Prinzip werden Atomkerne in einem starken statischen Magnetfeld durch hochfrequente elektromagnetische Impulse beeinflusst und geben dadurch Resonanzsignale ab, aus denen Schnittbilder (Tomogramme) des Körpers errechnet werden. Die eingesetzten statischen Magnetfelder betragen bis zu 4 T, experimentell werden sogar bis 8 T angewendet. Während der ganzen Zeit der Untersuchungen ist die Patientin oder der Patient diesen Feldern ausgesetzt. Das Personal ist normalerweise nur relativ kurze Zeit, während der Positionierung des Patienten oder der Patientin, ähn-

lich grossen Feldern ausgesetzt. Bei interventionellem MRI, meist in offenen Geräten, kann das Personal für längere Zeit (mehrere Stunden) exponiert sein.

Tabelle 3: Quellen und Expositionen von statischen Magnetfeldern. Die ICNIRP-Grenzwertempfehlung für statische Magnetfelder beträgt für die Allgemeinbevölkerung 40 mT (ständige Exposition) und für die berufliche Exposition 200 mT (gemittelt über den Arbeitstag), respektive 2T / 5T (Spitzenwerte für Körper/Extremitäten). (Das Erdmagnetfeld beträgt 0.025-0.065 mT)

Anlage/Gerät	Ort / Abstand [m]	Statisches Magnetfeld [mT]
Tram	Arbeitsbereich / Sitz	0,1
Tram	neben Fahrbahn	bis 0,14
Telefonhörer/Kopfhörer	Oberfläche	0,3 – 1
Matratzen, Decken, Pflaster mit eingebetteten Permanentmagneten	Oberfläche	bis 50
Autoreifen	0,02	0,1
Magnetresonanztomographen	Arbeitsbereich /Ort des Patienten/der Patientin	200 / 200 - 5000
interventionelle (offene) Magnetresonanztomographen	Arbeitsbereich	200 -1500
Aluminiumschmelzwerke	Arbeitsbereich	4 – 30
Elektrostahlofen	Arbeitsbereich	bis 10
Elektrolytische Prozesse	Arbeitsbereich	8 – 15
Handschweissen	0,2	10

3.1.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Gesicherte Wirkungen

Es gibt drei unterschiedliche Mechanismen, wie statische Magnetfelder auf Organismen einwirken können:

- Elektrisch geladene Partikel, die sich in einem statischen Magnetfeld bewegen, können durch Induktionswirkungen elektrische oder magnetische Ströme verursachen. Mit diesem Mechanismus können z.B. im Blut durch elektrisch geladene Bestandteile kleine elektrische Ströme generiert werden. Solche Induktionen können auch in einem ganzen Organismus auftreten, der sich durch ein statisches Magnetfeld bewegt.
- Durch magnetomechanische Effekte können sich Moleküle und grössere biologische Strukturen im magnetischen Feld kompassähnlich ausrichten. In Menschen ist dieser Mechanismus vernachlässigbar, da er über wenig magnetische Substanzen verfügt.
- Ein statisches Magnetfeld kann Interaktionen zwischen Molekülen beeinflussen und dadurch die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen verändern.

Die grösste Gefahr in starken statischen Magnetfeldern geht jedoch von fliegenden Metallteilen oder sich bewegenden Metallteilen oder -splittern im Körper aus.

Tabelle 4: Gesicherte Wirkungen von statischen elektrischen und magnetischen Feldern

EMF	Interaktionsmechanismen	Dosis	Gesundheitliche Auswirkungen
Statische elektrische Felder	Oberflächenaufladung	Externe elektrische Feldstärke [V/m]	Unangenehmes Gefühl Elektroschock
Statische Magnetfelder	Elektrische Induktion ³	Externe magnetische Flussdichte	Veränderungen im kardiovaskulären Kreislauf und im Nervensystem
Bewegung im Magnetfeld eines MRIs	Elektrische Induktion	Externe magnetische Flussdichte 2 – 4 T	Schwindel, Übelkeit, Lichterscheinungen, metallischer Geschmack im Mund

Vermutete Wirkungen

In vielen Studien wurden weitere Effekte von statischen Magnetfeldern auf die Gesundheit untersucht. Studien zur *Reproduktion und Entwicklung* zeigten entweder keinen Effekt oder waren mangelhaft. Die meisten Untersuchungen zur *Genotoxizität* zeigten keine Effekte von statischen Magnetfeldern. Studien über *Krebs* waren meist mangelhaft. Hinweise auf eine veränderte *Melatoninproduktion*, Veränderungen von *Zellmembraneigenschaften* und *Enzymaktivitäten* im Magnetfeld wurden in einigen Studien beobachtet, müssen aber noch bestätigt werden. Es werden auch Effekte auf den Blutdruck und auf die Herzfrequenz vermutet.

Neben negativen Wirkungen werden auch positive Wirkungen vermutet. Bei der *Iontophorese* werden Ionen oder undissoziierte Wirkstoffe mit Hilfe von Gleichstrom durch die Haut auf schnelle und einfache Weise in den Körper eingebracht. Einige Studien wurden über *therapeutische Wirkungen* bezüglich Schmerzlinderung, Wundheilungen, Rheumabehandlung mittels Permanentmagneten durchgeführt. Die erhaltenen Resultate lassen keine eindeutigen Schlüsse über positive Wirkungen von Permanentmagneten als Therapieform zu.

³ in sich bewegenden Flüssigkeiten (z.B. Blut) und Geweben

3.2 Niederfrequente elektrische und magnetische Felder

3.2.1 Quellen und Expositionen

Elektrische Felder

In der Tabelle 5 sind einige Quellen niederfrequenter elektrischer Felder angegeben.

Tabelle 5: Quellen und Expositionen von niederfrequenten elektrischen Feldern. Zum Vergleich: die IC-NIRP-Grenzwertempfehlung ist frequenzabhängig und beträgt für die Allgemeinbevölkerung 5000 V/m bei 50 Hz und 87 V/m im kHz-Bereich bei einer Ganzkörper-Exposition

Anlage/Gerät	Ort / Abstand [m]	Elektrisches Wechselfeld [V/m]
Hochspannungsleitung (50 Hz, 380 V)	unter der Leitung	5000
Eisenbahn (16,7 Hz, 15 kV)	Bahnübergang	1500
Elektrische Haushaltsgeräte (10-20 kHz)	0,3	2 – 100
Fernseher	0,1	10
Bildschirme nach TCO	0,3	15 – 25
LCD-Bildschirm Notebook (30-40 kHz)	0,3	20
Heizdecken (50 Hz)	auf Decke	bis 7000 im Mittel 250
Industrielle Mikrowellenöfen (13-40 MHz)	Arbeitsbereich	10 – 300

Magnetische Felder

Magnetfelder der Stromversorgung

In elektrischen Kraftwerken wird Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hz produziert. Um die elektrische Energie zum Verbraucher zu transportieren, werden für grosse Distanzen Höchstspannungsleitungen mit Spannungen von 220 und 380 kV eingesetzt. Durch ein Hochspannungsnetz mit Spannungen von 60 bis 110 kV, einem Mittelspannungsnetz mit Spannungen von 1 kV bis 50 kV und einem Niederspannungsnetz mit Spannungen unter 1 kV wird der Strom zu den Endverbrauchern transportiert. Hochspannungsleitungen werden vor allem als Freileitungen geführt. Die Magnetfelder der Freileitungen sind unmittelbar unter der Leitung am stärksten und nehmen mit zunehmender Distanz rasch ab. Durch eine günstige Anordnung der Leiterseile sowie einer Phasenoptimierung kann die Ausdehnung des Magnetfeldes um die Leiter reduziert werden. Neben Freileitungen werden insbesondere im Niederspannungsnetz Erdkabel gebraucht. Die Magnetfelder sind unmittelbar über der Leitung am stärksten. Relativ starke Magnetfelder von bis zu 100 μ T können in unmittelbarer Umgebung von Transformatorenstationen auftreten.

Magnetfelder von Haushaltsgeräten und Elektroinstallationen

Niederfrequente Magnetfelder im Haushalt werden durch Elektroinstallationen, elektrische Haushaltsgeräte und hausesexterne Quellen verursacht. Die mittlere Magnetfeldexposition in Gebäuden beträgt ca. 0,05 – 0,2 μT . In den Häusern wird der Strom durch die Elektroinstallation zum Endgerät geleitet. Für schwache Geräte wie Lampen wird dazu nur eine Phase verwendet, für Grossgeräte wie Backofen, Boiler, Elektrozentralheizungen oder Waschmaschinen werden alle drei Phasen eingesetzt. Durch eine enge Anordnung der Hin- und Rückleiter und einer Vermeidung von Schleifen können Magnetfelder beträchtlich reduziert werden. Bei Haushaltsgeräten entstehen vor allem bei Geräten mit eingebauten Motoren oder Transformatoren stärkere magnetische Felder, die unter Umständen für Personen mit elektronischen Beihilfen eine gesundheitliche Gefahr darstellen können. Relativ starke niederfrequente Felder treten bei Halogenlampen-Seilsystemen auf, da die Zuleitungen nicht beieinander liegen und die Beleuchtung mit kleinen Spannungen (20 V) und entsprechend grossen Strömen betrieben wird. Starke Magnetfelder können bei denjenigen elektrischen Bodenheizungen entstehen, deren Hin- und Rückleiter weit auseinander liegen. Zu den stärkeren Quellen gehören auch die Induktionskochherde. Diese Herde strahlen ein elektromagnetisches Feld im Frequenzbereich von 25 kHz ab, das in den Pfannenböden eindringt und dort zur Erwärmung des Pfannenbodens Wirbelströme induziert. Im gleichen Frequenzbereich arbeiten Energiesparlampen. Die Frequenz des Wechselstroms von 50 Hz wird in diesen Lampen durch einen elektronischen Frequenzwandler auf 25 – 30 kHz heraufgesetzt. Dabei kann Streustrahlung auftreten.

Bildschirme

Bildschirme von Fernsehern oder Computern erzeugen elektrostatische Felder und elektrische und magnetische Wechselfelder. Die meisten heute erhältlichen Bildschirme entsprechen den strengen TCO-Normen⁴ und sind äusserst strahlungsarm.

Magnetfelder bei Bahnen

Bahnen werden mit niederfrequentem Wechselstrom von 16.67Hz betrieben. Die Fahrleitungen sind Einleitersysteme. Sie erzeugen Magnetfelder die eine lineare Abstandsabhängigkeit aufweisen. Um die Abschwächung der Magnetfelder zu verbessern, werden an den Fahrleitungsmasten Rückleiter montiert, über die ein Teil des Rückstromes geleitet wird. Der Rest des Rückstroms fliesst über die Schienen und das Erdreich zurück. Dies kann zur Folge haben, dass Bahnströme und entsprechende Magnetfelder auch in relativ grosser Entfernung von der Eisenbahnlinie gemessen werden können. Magnetische Felder im Zuginnern werden neben den Feldern "von Aussen" (Fahrdraht/Schiene) durch die interne Elektrik, Heizleitungen und bei Triebwagen durch Transformatoren, Leistungselektronik und Motoren verursacht. Die in Zügen auftretenden niederfrequenten Magnetfelder betragen auf den Sitzflächen zwischen 1 und 3 μT . In Triebwagen können jedoch stärkere magnetische Felder entstehen.

Magnetfelder in Autos

⁴ Die schwedische Zentralorganisation der Angestellten und Beamten TCO hat das Label TCO 92 bzw. 95 und 99 entwickelt. Geräte mit diesem Siegel verkörpern das technisch Machbare zur Minimierung der elektromagnetischen Felder.

Die Fahrzeugelektrik erzeugt nur geringe magnetische Felder. Weitaus grössere Quellen für niederfrequente magnetische Felder sind magnetisierte Reifen, die in unmittelbarer Nähe bis zu 100 μT erzeugen. Im Autoinnern treten in der Nähe der Räder erhöhte Magnetfeldwerte auf. Im Fussbereich der Vordersitze und auf dem Rücksitz wurden bis zu 10 μT gemessen. Die Frequenz der Magnetfelder entspricht der Drehzahl der Autoräder. Diese Magnetfelder könnten bei der Produktion der Reifen mit einfachen Entmagnetisierungsprozeduren eliminiert werden.

Tabelle 6: Quellen und Expositionen von niederfrequenten Magnetfeldern (die ICNIRP-Grenzwertempfehlung beträgt 100 μT bei 50 Hz),

Anlage/Gerät	Ort / Abstand [m]	Magnetisches Feld [μT]
Hochspannungsleiter 380 kV	50	1,1
Elektrische Bodenheizung	0,5	0 bis 3
versch. Haushaltgeräte	0,3	0,01 – 20
Kochherd	0,10	1,6
Mikrowellengerät	0,3	4 – 8
Induktionskochherd 25kHz	0,2	Bis 10
Halogenlampen-Seilsystem	0,3	1,33
Leuchtstofflampe	0,3	0,5 – 2
Bürogeräte	0,3	0,1 – 30
Bildschirm	0,5	0,2
Warenaufsicherungsanlage 73Hz	Schleusenmitte	bis 146
Warenaufsicherungsanlage (58 kHz)	Schleusenmitte	65
Entmagnetisierungsgerät an Supermarktkasse	Bauchhöhe	350
Auto	Hintersitz	bis 10
Bahn	Sitzfläche	1 – 3
Fahrleitung von Eisenbahnen	3,3	0,5 – 1
handgeführte Elektrowerkzeuge	Handbereich	bis 1200
Punktschweissen	Herzbereich des Schweißers	200 – 4000
Lokomotivführer auf Lok 2000	Arbeitsplatz	40 – 60
Lokomotivführer auf Krokodillok	Arbeitsplatz	60 – 100
Transformator und Stromverteilung	Arbeitsbereich / Büro darüber	75 – 400 / 5 – 20

Berufliche Exposition

Die stärksten Expositionen treten typischerweise an Arbeitsplätzen auf. Die teilweise beträchtlichen Expositionen kommen aus folgenden Gründen zustande:

- In der Industrie werden oft sehr grosse Leistungen benötigt. Dadurch fliessen grosse Ströme, zudem sind die Geräte oft nahe am Körper positioniert (Elektroschweissanlagen, Entmagnetisierungseinrichtungen).
- Durch weit auseinander liegende Hin- und Rückleiter werden die Magnetfelder nur schwach kompensiert (Umspann- und Schaltanlagen, Trafostationen, Hochspannungsleitungen, Eisenbahnen).
- Applikationen, die stark pulsierend arbeiten können relativ starke Ströme in Körper induzieren (Punktschweissanlagen, MRI).

Medizinische Exposition

Magnetfeldtherapie

Magnetfeldtherapien können die Knochenheilung unterstützen. Die Frequenzen der eingesetzten Magnetfelder liegen zwischen 0,2 bis 20 Hz. Es werden beträchtliche Magnetfelder appliziert, die in einem Abstand von 0,5 m seitlich der Spule bis 80 μT , in 1 m Abstand bis 10 μT betragen können.

Magnetfeldstimulation

In der Neurologie werden evozierte Potenziale mittels Magnetfeldstimulation erzeugt. Im Handbereich des Anwenders können die starken zeitlichen Veränderungen des Magnetfelds im Handbereich der untersuchenden Person z.T. deutlich spürbare Muskelreize hervorrufen.

3.2.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Gesicherte Wirkungen

Nerven- und Muskelstimulation bei niederfrequenten EMF

Elektrische und magnetische Wechselfelder mit Frequenzen von weniger als 10 MHz induzieren Ströme im Körper, welche die Nerven- und Muskelzellen reizen und stimulieren können. Ab einer gewissen Intensitätsschwelle wird dieser Reiz als Schmerz empfunden. Bei hohen Intensitäten kann es zu Verbrennungen, Herzkammerflimmern oder gar zum Tod kommen. Die entsprechende Dosisgrösse ist die im Körper induzierte Stromdichte (Einheit: mA/m^2). Der Schwellenwert für subtile Auswirkungen liegt bei 1 – 10 mA/m^2 , eine Erregbarkeit des zentralen Nervensystems erfolgt ab 100 – 1000 mA/m^2 und Herzkammerflimmern ab ca. 1000 mA/m^2 . Die Schwellenwerte für die Reize sind frequenzabhängig. Die ICNIRP empfiehlt als Basisgrenzwert bei der Netzfrequenz von 50 Hz einen Wert von 2 mA/m^2 . Da die Stromdichten im Körper nicht messbar sind, können die dazugehörigen äusseren Feldstärken nur mit Hilfe von Modellrechnungen berechnet werden. Ströme werden sowohl durch elektrische wie durch magnetische Felder generiert. Bei niederfrequenten EMF werden Gesundheitseffekten vor allem im Zusammenhang mit der Magnetkomponente betrachtet und angegeben.

All diesen Effekten ist gemeinsam, dass sie unmittelbar ab einem Dosis-Schwellenwert auftreten. Sie sind kausal nachgewiesen und bilden die Grundlage für die Festlegung der Schutzgrenzwerte. Die Immissionsgrenzwerte in der NISV und die internationalen Empfehlungen sind so festgesetzt, dass diese Effekte mit Sicherheit ausgeschlossen werden können.

Tabelle 7: Gesicherte Wirkungen von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern

EMF	Interaktionsmechanismen	Dosis [Einheit]	Gesundheitliche Auswirkungen
Elektrische Wechselfelder bis 10 MHz	Oberflächenaufladung Induktion der internen Felder und Ströme	Externe Elektrische Feldstärke [V/m] Induzierte Stromdichte [mA/m ²]	Unangenehmes Gefühl, Elektroschock, Verbrennungen Nerven- und Muskelstimulation Veränderung der Nervenfunktion
Magnetische Wechselfelder bis 10MHz	Induktion der Felder und Ströme	Induzierte Stromdichte [mA/m ²]	Nerven- und Muskelstimulation Veränderung der Nervenfunktion

Vermutete Wirkungen

Magnetische Felder und Krebs

In einer ihrer Monographien der Reihe „Evaluation of carcinogenic risks to humans“ hat die International Agency for Research on Cancer (IARC) den heutigen Kenntnisstand zu *niederfrequenten EMF* (von 3 – 3000 Hz) und Krebs zusammengetragen. In relativ vielen epidemiologischen Studien wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen Leukämie bei Kindern und der Stärke von Magnetfeldern in Wohnungen in der Nähe von Hochspannungsleitungen festgestellt. Diesen Studien zufolge besteht bei einer Langzeitexposition mit mehr als 0,4 µT ein ungefähr doppeltes Kinderleukämierisiko. Basierend auf diesem Zusammenhang hat die IARC niederfrequente Magnetfelder in die Kategorie der „möglicherweise krebserregenden Stoffe“ eingeteilt. „Möglicherweise krebserregend für den Menschen“ bedeutet, dass glaubwürdige Hinweise über einen Zusammenhang zwischen niederfrequenten EMF und einer Krebserkrankung existieren, diese aber nicht plausibel erklärt werden können, da die Wirkungsmechanismen nicht bekannt sind.

Für die Schweiz würde das doppelte Kinderleukämierisiko bei 0,4 µT bedeuten, dass, konservativ geschätzt, niederfrequente Magnetfelder einen Fall von zusätzlicher Kinderleukämie pro Jahr verursachen (0,4 µT sind in Wohnungen nicht sehr häufig. Die mittlere Belastung in Haushalten liegt in der Schweiz bei ungefähr 0,01 – 0,2 µT).

Als mangelhaft wurde in der gleichen Monographie die Datenlage bezüglich anderer Krebsarten bei Menschen bezeichnet. Auch Studien an Tieren konnten bisher keine schlüssigen Resultate liefern.

Hormonsystem

In mehreren Studien wurden die Auswirkungen von EMF auf das endokrine System und auf den Hormonhaushalt untersucht, vor allem die Auswirkung niederfrequenter EMF auf die Melatoninsekretion. Das Hormon Melatonin (Schlafhormon) spielt eine wichtige Rolle für den Tag-Nachtzyklus. Es wird fast ausschliesslich in der Nacht produziert. Da Melatonin die für Krebsentste-

hung verantwortlichen freien Radikale hemmt, wird angenommen, dass eine Verringerung der Melatoninproduktion das Krebsrisiko erhöht. Die Studien wurden sehr unterschiedlich konzipiert und sind nicht ohne weiteres untereinander vergleichbar. Ausserdem sind die natürlichen Schwankungen im Hormonhaushalt sehr gross. Ein eindeutiger Schluss ist deshalb nicht möglich.

Wirkungsmechanismen im Niedrigdosisbereich

Die Hinweise auf biologische und gesundheitliche Auswirkungen (vermutete Wirkungen) haben sich durchwegs bei Feldstärken ergeben, die um Grössenordnungen unterhalb der Schwelle für die Stimulation von Zellen liegen. Für ein Verständnis dieser Effekte - wenn sie sich denn als real bestätigen sollten, ist es unerlässlich, die zugrunde liegenden Wirkungsmechanismen zu erforschen. Dies wird vor allem mit in vitro-Studien an Zellkulturen und in Tierexperimenten gemacht. Im Folgenden wird eine Zusammenstellung der meist diskutierten biologischen Mechanismen gegeben.

Genotoxizität

Krebserkrankungen sind mehrstufige Prozesse. In der ersten Stufe (Initiation) wird die DNS einer Zelle dauerhaft verändert. Die Eigenschaft eines Agens, eine solche Veränderung auszulösen, wird als Genotoxizität bezeichnet. Veränderungen bei der Anzahl der Chromosomenaberrationen, bei den Mikrokernen oder bei der Zellvermehrung oder Apoptosis (programmierter Zelltod) nach einer EMF-Exposition können auf eine Genotoxizität von EMF hinweisen. Die bisherigen Resultate zeigen diesbezüglich jedoch ein widersprüchliches Bild – es gibt sowohl positive wie auch negative Hinweise. Die Möglichkeit, dass EMF als Krebspromotoren wirken könnten, wurde ebenfalls untersucht, aber auch hier kam es zu widersprüchlichen Resultaten.

Kalziumionentransfer

Durch den Transport von Kalziumionen durch Ionenkanäle in der Zellmembran werden Informationen aus dem extrazellulären Raum in die Zelle vermittelt. So werden die Prozesse des Metabolismus, die Reproduktion und Antworten auf äussere Reize gesteuert. Eine Veränderung des Kalziumionen-Transfers könnte diese Steuerungsprozesse beeinflussen. Bisherige Studien zum Einfluss der EMF auf den Kalziumionen-Transfer sind widersprüchlich.

Positive Wirkungen

Positive Wirkungen von niederfrequenten Magnetfeldern auf die menschliche Gesundheit konnten vor allem auf dem Gebiet der Knochenheilung und bei Schmerzreduktion im Falle degenerativer Gelenkerkrankungen wissenschaftlich nachgewiesen werden.⁵ Es wird auch untersucht, ob EMF die Wundheilung und Nervenregeneration beschleunigen können.

Gesundheitliche Bewertung

Eine gesundheitliche Bewertung niederfrequenter elektromagnetischer Felder wurde in den letzten Jahren von folgenden vier Expertengruppen durchgeführt (Tabelle 8):

⁵ M. Quittan et al. (2000). *Klinische Wirksamkeiten der Magnetfeldtherapie – Eine Literaturübersicht. Acta Medica Austriaca Heft 3/2000*; Roland Glaser (2004). *Elektro-Magneto-Therapie – Situation und Perspektiven. FGF-Newsletter 1/2004*

- National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), USA, 1998
- National Radiological Protection Board (NRPB), England, 2000
- International Agency for Research on Cancer (IARC / WHO), 2001
- California EMF Program, USA, 2003

Tabelle 8: Gesundheitliche Bewertung von niederfrequenten Feldern (? → nicht klassifizierbar)

Krankheit beim Menschen	IARC	NIEHS	NRPB	California EMF Program
Spürbarkeit elektrischer Felder	nicht untersucht	sicher		
Kinderleukämie	möglich	möglich	möglich	möglich/sicher
Erwachsenenleukämie Beruf	?	möglich	?	möglich/sicher
Erwachsenenleukämie Bevölkerung	?	?	?	möglich/sicher
Hirnkrebs Erwachsene	?		?	möglich
Fehlgeburten bei exponierten Müttern		?		möglich
Rückenmarkdegeneration		?	möglich	möglich
Melatoninabnahme		Evidenz schwach	?	?
Herzschlagvariabilität		Evidenz schwach		
Schlafstörungen		Evidenz schwach		
Geburtsanomalien, Tod Neugeborener		?		unwahrscheinlich
Parkinson			unwahrscheinlich	?
Hirnkrebs Kinder	?	?	?	?
Brustkrebs	?	?	?	?
Alzheimer		?	?	?
Suizide		?		?
Depressionen		?		
Plötzlicher Herztod		?		?
Kardiovaskuläre Erkrankungen		?		
Elektrosensibilität		?		?

3.3 Hochfrequente elektromagnetische Felder

3.3.1 Quellen und Expositionen

Telekommunikation

Die grössten Beiträge zur Exposition mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in unserem Umfeld werden durch Radio- und Fernsehsender sowie durch die mobile Telekommunikation verursacht. Die hochfrequenten Felder werden benötigt, um Informationen von einem Sender zu einem Empfänger zu übertragen. Dabei wird die Information auf unterschiedliche Weise auf diese hochfrequente Strahlung eingepreßt bzw. aufmoduliert. Zudem wird die hochfrequente Strahlung oft nicht kontinuierlich, sondern gepulst gesendet. Durch solche Modulationen entstehen neben der hochfrequenten Strahlung zusätzliche niederfrequente Strahlungskomponenten. Bisherige Untersuchungen deuten daraufhin, dass neben der Stärke des hochfrequenten Strahlungsanteils auch die Art und Form dieser niederfrequenten Strahlungskomponenten für biologische Prozesse relevant sein könnten. Die durchschnittliche Strahlenbelastung der Bevölkerung durch Radio- und Fernsehsender und durch Mobilkommunikationseinrichtungen ist, gemessen an den ICNIRP-Grenzwerten, sehr klein.

Mobile Telekommunikation

Die mobile Telekommunikation nach GSM-Standard sendet in zwei Frequenzbändern bei 900 und 1800 MHz. Die Felder von GSM haben eine gepulste Charakteristik, die bei den Mobiltelefonen ausgeprägter ist als bei Basisstationen. Das Telefon sendet während 1/8 der Zeit, während 7/8 der Zeit wird nicht gesendet. Die Sendeleistung der Mobiltelefone bei GSM ist auf 2 W (900 MHz) und 1 W (1800 MHz) begrenzt. Die Leistung wird bei guten Sendebedingungen vom Mobiltelefon herunterreguliert. Die Strahlungseigenschaften von Basisstationen sind relativ kompliziert. Die Grösse der Zelle, welche durch eine Basisstation versorgt wird, hängt von der Mobiltelefonendichte ab. In ländlichen Gebieten sind die Zellen grösser als in städtischen, entsprechend muss die Sendeleistung der Basisstationen auf dem Land grösser sein. Im Vergleich zum Rundfunk sind die Zellen und die Sendeleistung der Stationen aber eher klein (10 – 1000 W). Die mobile Telekommunikation nach UMTS sendet in den Frequenzbändern um 1,9 GHz und 2,1 GHz. Die Strahlung ist sowohl gepulst wie auch ungepulst. UMTS-Handys haben eine maximale Sendeleistung von 0,125 W.

DECT-Schnurlostelefone

Schnurlose Telefone für den Hausgebrauch senden im Frequenzbereich um 1,9 GHz und haben eine Reichweite von bis zu 300 m. Die Sendeleistung dieser Geräte beträgt bei einem Gespräch mit einem mobilen Partner ca. 10 mW, bei voller Belastung 225 mW. Das mobile Handgerät sendet nur während des Gesprächs, die meisten Basisstationen jedoch dauernd (mit einer Sendeleistung von ca. 2mW). Felder von DECT-Telefonen haben eine gepulste Charakteristik. Die Elektronik der DECT-Mobilteile erzeugt, wie auch GSM- oder UMTS- Mobiltelefone, zusätzliche niederfrequente Magnetfelder.

Rundfunk und Fernsehübertragung

Rundfunk und Fernsehsender senden im Frequenzbereich von ca. 100 kHz (Langwellenradio) bis zu 900 MHz (Fernsehsender). Lang- (ca. 100 – 300 kHz) und Mittelwellen (ca. 0,5 – 1,5 MHz) werden über Bodenwellen verbreitet, deren Reichweite beschränkt ist und mit steigender Frequenz kleiner wird. Kurzwellen (2 – 30 MHz) haben eine sehr grosse Reichweite auf Grund ihrer guten Reflexionseigenschaften an der Ionosphäre. Wellen mit Frequenzen über 30 MHz (UKW, Fernsehen) werden über direkte Wellen verbreitet, die theoretisch einen Sichtkontakt zwischen Sender und Empfänger erfordern und zu Übertragungsschwierigkeiten in Berggebieten führen können. Da es sich beim Rundfunk, im Gegensatz zum Mobilfunk, um eine unidirektionale Kommunikation handelt, bei der alle Empfänger die gleichen Signale empfangen, wird das Gebiet in Makrozellen aufgeteilt und mit wenigen Grosssendern mit grosser Leistung (bis mehrere 100 kW) versorgt. Die Strahlung der analogen Rundfunksender weist keine pulsierende Charakteristik auf. Im Gegensatz dazu ist die Strahlung von analogen Fernsehsendern zum Zwecke der Bildsynchronisation gepulst

Im Moment findet eine Umstellung auf digitales Radio (DAB: Digital Audio Broadcasting) und Fernsehen (DVB: Digital Video Broadcasting) statt. Einer der wichtigsten Vorteile dabei ist die Datenreduktion. Durch Kompressionsverfahren (MPEG) kann die Datenmenge drastisch reduziert werden. So können in ein und demselben Frequenzband mit derselben Sendeleistung, welche für ein analoges Programm gebraucht wird, mehrere digitale Programme gesendet werden. Bis jetzt werden digitale Programme mehrheitlich über Kabel gesendet. Die Verbreitung der Programme über terrestrische Wellen ist jedoch in Vorbereitung, da wegen der guten Empfangseigenschaften des digitalen Fernsehens auch eine grössere Verbreitung von portablen Empfängern erwartet wird.

Drahtlose Netzwerke

Verbindungen zwischen verschiedenen elektronischen Geräten wie Laptop, Kamera, Mobiltelefon etc. werden immer häufiger kabellos hergestellt. Die dazu verwendeten Standards wie WLAN oder Bluetooth arbeiten im lizenzfreien ISM-Band (Industrial, Scientific, Medical) um 2,4 GHz.

Wireless Local Area Network (WLAN)

Durch WLAN können mehrere Computer kabellos miteinander in Verbindung stehen und auf Server und Peripheriegeräte zugreifen. Die einzelnen angeschlossenen Computer kommunizieren mit speziellen Funk-LAN-Karten entweder direkt miteinander oder stellen Verbindungen zu einer Basisstation (Access Point) her, welche auch als Schnittstellen zu einem verkabelten Netzwerk oder dem Internet dient. Die Basisstationen und die Funkkarten senden mit einer Leistung von maximal 100 mW bei 2,4 GHz und bis zu 1 W im 5 GHz-Bereich. Die Strahlung hängt stark von der übermittelten Datenrate ab. Ohne Datenverkehr wird nur alle 0,1 s ein schwaches Signal von 0,5 mW ausgesendet.

Bluetooth

Bluetooth wird verwendet, um zum Beispiel den Laptop kabellos mit Tastatur, Maus, Kamera, Drucker, Beamer etc zu verbinden oder auch das Mobiltelefon mit einem Head-Set. Bluetooth ist in drei Leistungsklassen aufgeteilt, welche mit 1, 2.5 und 100 mW arbeiten und einer Reichweite von 10 bis 100 m haben. Die Strahlung hängt stark von der Datenrate ab.

Inhouse-Powerline-Systeme

Inhouse-Powerline-Systeme können in abgegrenzten Stromkreisen für die Computervernetzung verwendet werden. Informationen werden über die Elektroinstallation einer Wohnung oder eines Hauses übertragen. Die Frequenz der Inhouse-Powerline-Systeme liegt im MHz-Bereich, weshalb das Signal von den einige Meter langen Stromkabeln abgestrahlt werden kann. Dies führt zu Störsignalen, welche den Empfang von Kurzwellensignalen erschweren oder verunmöglichen kann⁶.

Babyphon

Baby-Überwachungsgeräte sind nicht standardisiert und die Sendeleistung ist oft nicht spezifiziert. Die Sendefrequenz liegt im MHz- bis GHz-Bereich, die Reichweite kann bis zu 1 km betragen. Bei manchen Geräten kann die Sendeleistung reguliert werden. Geräte, welche die vom BAKOM dem Babyfunk zugewiesenen Frequenz (27,8 MHz) oder dafür empfohlene Frequenzen (40,7 MHz oder 863 MHz) benutzen, dürfen keinen Dauerträger verwenden und senden nur ab einem gewissen Geräuschpegel im überwachten Zimmer.

Polizei, Feuerwehr

In der Schweiz wird zurzeit ein landesweites Sicherheits- und Rettungsfunknetz (Polycom) in den Frequenzbereichen 380-383/390-393 MHz aufgebaut. Dafür wird TETRAPOL verwendet, ein digitales zelluläres Bündelfunksystem für Sprach- und Datenübertragung. Die Sendeleistungen betragen bei den Basisstationen bis zu 25 W pro Kanal, bei den Mobilgeräten typischerweise 2 W.

Amateurfunk

Für den Amateurfunk stehen zahlreiche Frequenzen zwischen Langwelle und Mikrowelle (kHz bis GHz) zur Verfügung. Die Anlagen stehen nicht dauernd in Betrieb und erzeugen deshalb auch nicht permanent Strahlung. Die Konzession erlaubt eine maximale Sendeleistung von 1000 W, die meisten Anlagen haben Leistungen bis 100 W. Da die Antennen häufig in Wohngebieten stehen, sind ihre Abstände zu anderen Wohnungen klein. Deshalb können Amateurfunkanlagen im Betriebszustand in ihrer näheren Umgebung den Hauptteil zur Belastung an hochfrequenter Strahlung beitragen. Alle ortsfesten Anlagen fallen in den Bereich der NISV und müssen die festgesetzten Grenzwerte einhalten.

Radar

Bei Radar⁷ werden die auf einen kurzen Sendeimpuls folgenden Echos zur Ortung von reflektierenden Objekten benutzt. Die Sendeleistungen reichen von wenigen mW für Abstandswarner bis

⁶ http://www.bakom.ch/de/funk/elektromagnetisch/plc_solothurn/index.html

⁷ *Radio Detection And Ranging*

in den MW-Bereich bei Radaranlagen mit grosser Reichweite. Es werden verschiedene Radarsysteme unterschieden: Flugsicherungsradaranlagen zur Überwachung des Flugraums bis etwa 350 km Reichweite arbeiten mit Sendefrequenzen zwischen 1 und 4 GHz und Sendeleistungen bis zu mehreren MW. Der Verkehrsradar bestimmt die Geschwindigkeit von Fahrzeugen aufgrund der Frequenzverschiebung zwischen ausgesandter und empfangener Welle (Doppler-Effekt). Er arbeitet im Frequenzbereich von 9 bis 35 GHz und mit Sendeleistungen bis etwa 0,5 W. Militärische Radaranlagen werden für Überwachungsaufgaben und Feuerleitsysteme verwendet. Dementsprechend gross ist ihre Vielfalt, sie können Sendeleistungen bis in den MW-Bereich aufweisen.

VSAT-Anlagen

VSAT⁸-Kommunikationssysteme bestehen aus Richtstrahlantennen und werden vor allem zur Internet-Anbindung über Satelliten eingesetzt. Der dazu notwendige bidirektionale Datenfluss kann einerseits über nutzereigene Richtstrahlantennen mit Sende- und Empfangseigenschaften abgewickelt werden. Es gibt auch Konfigurationen, bei denen die nutzereigene Richtstrahlantenne nur empfangen kann, während das Senden der notwendigen Daten über den Kabelanschluss erfolgt. Kombinierte Sende- und Empfangsantennen nutzen das Frequenzband zwischen 29,5 bis 30 GHz zum Senden und den Bereich von 10,7 GHz bis 11,7 GHz für den Empfang. Typische Sendeleistungen betragen 0,8 W. Die Sendeantennen konzentrieren die Strahlung durch die Richtwirkungen in einen engen räumlichen Bereich, im zugänglichen Bereich ist lediglich die Streustrahlung wirksam. Die Intensität der Streustrahlung ist gering, sie wurde bisher noch nicht detailliert erfasst.

Mikrowellengeräte

Mikrowellengeräte produzieren elektromagnetische Strahlung im Frequenzbereich von 2,45 GHz. Diese Strahlungsenergie wird auf Wassermoleküle übertragen und in Wärme umgewandelt. Somit erwärmen sich wasserhaltige Nahrungsmittel. Während des Kochens mit der Mikrowelle sorgen Abschirmmassnahmen dafür, dass praktisch keine Strahlung nach aussen gelangt. Sobald die Türe geöffnet wird, schaltet das Gerät automatisch ab. Bei allen Mikrowellengeräten tritt eine geringe Leckstrahlung an der Sichtblende und der Türe aus. Diese Leckstrahlung liegt in den üblichen Aufenthaltsorten in der Umgebung des Gerätes um das Tausendfache unter dem Grenzwert.

RFID (Radio Frequency IDentification)

RFID ist eine Methode, um Daten berührungslos und ohne Sichtkontakt lesen und speichern zu können. Die technische Infrastruktur umfasst 1. den Transponder (Etikett oder Tag), 2. die Sende-Empfangs-Einheit und 3. den Server, der die Daten verwaltet. Die Technik wird sehr vielseitig verwendet, zum Beispiel für Zugangskontrollen, Warensicherung, Lagerbestandskontrolle, Tieridentifikation.

Die Systeme sind sehr unterschiedlich in ihrer Grösse, Frequenz (kHz bis GHz) und Reichweite.

⁸ *Very Small Aperture Terminal*

Für die Tieridentifikation werden schon lange implantierbare Tags verwendet. Inzwischen werden im Ausland auch implantierbare Tags für Menschen angeboten, welche zum Beispiel zur Identifikation von PatientInnen in Spitälern dienen oder als Mitgliederidentifikation in Clubs.

Artikelsicherungsanlagen

Artikelsicherungsanlagen werden in Läden, Bibliotheken etc. eingesetzt. Sie arbeiten in einem weiten Frequenzbereich (Hz bis GHz) und benutzen kontinuierliche oder gepulste Strahlungen. Artikelsicherungsanlagen bestehen aus drei Bestandteilen: elektrische Sensoren auf dem Verkaufsgut, Deaktivatoren sowie Detektoren an den Zugängen zur überwachten Zone. Sensoren haben eine eindeutige elektromagnetische Signatur, die mit den Deaktivatoren deaktiviert wird. Detektoren bestehen aus Sendern, die ein bestimmtes Signal an die Sensoren senden. An Ware geheftete aktive Sensoren stören beim Passieren durch den Detektor dieses definierte Signal, so dass Alarm ausgelöst wird. Artikelsicherungsanlagen können lokal sehr starke Felder verursachen, die die ICNIRP-Grenzwertempfehlungen und die Grenzwerte für HerzschrittmacherträgerInnen um ein Mehrfaches überschreiten. Eine akute gesundheitliche Gefährdung besteht für HerzschrittmacherpatientInnen und TrägerInnen anderer elektronischer Implantate.

Übersicht

Die Felder einiger hochfrequenter Anwendungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Die ICNIRP-Grenzwertempfehlung ist für den Bereich um 2 GHz 61 V/m. Dieser Grenzwert gilt aber für eine Ganzkörperexposition im Fernfeldbereich. Bei Anwendungen im Nahfeldbereich sollte der SAR-Wert angegeben werden, welcher aber für viele Geräte nicht bekannt ist. Normen, welche die Konformität mit den Grenzwerten regeln sollen, sind erst in Erarbeitung. Die SAR-Grenzwertempfehlung der ICNIRP in diesem Frequenzbereich beträgt für die Allgemeinbevölkerung 2 W/kg für Ganzkörper- und 4 W/kg für Teilkörperexposition. Der Grenzwert für die Leistungsflussdichte für die arbeitende Bevölkerung liegt je nach Frequenz zwischen 10 und 50 W/m². Die ICNIRP-Grenzwertempfehlung im MHz-Bereich beträgt 0,073 A/m oder 0,092 µT.

Tabelle 9: Quellen und Expositionen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern.

Anlage/Gerät	Ort/Abstand [m]	Elektromagnetisches Feld
KW-Sender Schwarzenburg (6,1 – 21,8 MHz)	Zone mit stärkster Exposition	0,070 A/m
WLAN Basisstation (2,45 GHz)	0,5	2 V/m
DECT-Telefon (1,9 GHz)	0,5	1 V/m
WLAN in Notebook (2,45 GHz)	0,2	bis 8 V/m
Bluetooth-Sender (2,45 GHz)	0,5	0,7 V/m
Kartenleser Identifikationseinrichtung RFID	0.075	20 µT
Mikrowellenofen (2,45 GHz)	0,05 / 0,5	10 – 140 / < 5 V/m
Plastikschiessverfahren (27 MHz)	Arbeitsbereich	bis 2000 V/m
Mikrowellentrocknung	0,2	10000 W/m ²

Metalldetektor	Schleusenmitte	105 μT
Diathermiegerät 27 MHz	0,05	900 – 4000 V/m

Medizinische Exposition

Diathermiegeräte wenden starke hochfrequente EMF an, um Körpergewebe lokal zu erwärmen. Diese Geräte werden beispielsweise in der Physiotherapie zur Schmerzlinderung eingesetzt. Typische Leistungen liegen bei ca. 100 bis 200 Watt. Die elektromagnetischen Felder können in implantierten Elektroden lokal Ströme von hoher Intensität induzieren. Dies kann die Temperatur lokal auf Werte erhöhen, bei denen permanente Gewebsschäden oder neurologische Läsionen auftreten. Dem Bedienungspersonal wird ein genügender Sicherheitsabstand empfohlen. In der Magnetresonanzbildgebung wird der Patient oder die Patientin, und bei interventionellen Geräten auch das Personal, Hochfrequenzfeldern im Bereich von 42 bis 298 MHz ausgesetzt.

3.3.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Gesicherte Wirkungen

Thermische Effekte

Elektromagnetische Felder zwischen 10 MHz und 10 GHz dringen in den Körper ein und können das Gewebe erwärmen, indem die aufgenommene Strahlungsenergie in Wärme umgewandelt wird. Eine Erwärmung des Körpers um mehr als 1°C kann fieberähnliche Reaktionen auslösen. Ausserdem kann bei schwangeren Frauen die Entwicklung des Fötus und bei Männern die Fruchtbarkeit beeinträchtigt werden, und es kann auch zu einer Trübung der Augenlinse (Grauer Star) kommen.

Tabelle 10: Gesicherte Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern

EMF	Interaktionsmechanismen	Dosis	Gesundheitliche Auswirkungen
100 kHz -10 MHz	Induktion von Strömen	induzierte Stromdichte [A/m ²]	Elektroschock Verbrennungen
100 kHz - 300 GHz	Energieabsorption → Wärme	Spezifische Absorptionsrate SAR [W/kg]	exzessive Erwärmung
Gepulste EMF 300MHz – 6GHz Puls < 30 μs	Thermoakustische Wellen	Puls < 30 μs SA [J/kg]	Mikrowellen-Hören

Folgen stark gepulster hochfrequenter EMF

Sehr stark gepulste hochfrequente EMF mit einer Pulsdauer von weniger als 30 μs und Frequenzen von 300 MHz bis 6 GHz kann Hörwahrnehmungen verursachen.

Vermutete Wirkungen

Reproduktion und Fertilität

In mehreren Studien wurden bei beruflich exponierten Personen Risiken für die Nachkommen untersucht, so zum Beispiel das Risiko für Abort oder Fehlbildungen des Fötus bei Physiotherapeutinnen, die mit Diathermiegeräten arbeiten, oder die Qualität der Spermien bei Arbeitern, die arbeitsbedingt intensiven hochfrequenten EMF ausgesetzt sind. Obwohl einzelne Studien auf ein leicht erhöhtes Risiko hindeuten, ist die Datenlage für eine eindeutige Beurteilung ungenügend.

Elektromagnetische Felder und Krebs

Im Bereich der hochfrequenten EMF wurde angesichts der hohen Verbreitung der mobilen Telekommunikation und der relativ hohen Kopfexpositionen beim Mobiltelefonieren vor allem die Frage eines allfälligen Zusammenhanges zwischen Mobiltelefonieren und Hirnkrebs diskutiert und untersucht. Obwohl einige in skandinavischen Ländern durchgeführte epidemiologische Studien auf einen schwachen Zusammenhang zwischen mobilem Telefonieren und Hirntumoren hinweisen, können in Anbetracht der langen Latenzzeit für Hirntumore und diverser methodologischer Probleme keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden. Mehr Klarheit sollten die laufenden Studien, vor allem die gross angelegte internationale INTERPHONE-Studie,⁹ schaffen, deren Ergebnisse frühestens 2005 zu erwarten sind.

In einigen Studien wurden in der Umgebung von Fernseh- und Radiosendern höhere Leukämie- und/oder Lymphomraten beobachtet. Die Aussagekraft dieser bisherigen Studien ist aus methodologischen Gründen beschränkt. Bessere Resultate sollen neue Studien liefern, vor allem jene, die gegenwärtig im Rahmen der deutschen und englischen Mobilfunk-Forschungsprogramme¹⁰ laufen. Dazu gehören Fall-Kontroll-Studien bezüglich Kinderleukämie in der Umgebung grosser Fernseh- und Radiostationen sowie bezüglich Uvealmelanome (seltener Augentumor) im Zusammenhang mit Radiofrequenzstrahlung.

Auswirkungen hochfrequenter EMF auf Hirnaktivitäten und kognitive Funktionen

In mehreren Studien wurde nachgewiesen, dass gepulste hochfrequente EMF wie z.B. der mobilen Telekommunikation die Hirnaktivität beeinflussen können.¹¹ So wurden z.B. Veränderungen beim Schlaf-Elektroenzephalogramm (Erhöhung der Amplitude im Alpha-Band) und bei den Parametern für kognitive Funktionen (Verkürzung der Reaktionszeit) festgestellt. Mögliche Folgen dieser neurologischen Veränderungen auf die Gesundheit sind unklar. Da bei den getesteten Expositionen die Temperaturerhöhung des Körpergewebes nicht mehr als 0,2 C° betrug, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass es sich entweder um noch unbekannte nicht-thermische Auswirkungen handelt oder dass thermische Effekte subtiler sind und bei geringeren Temperaturveränderungen auftreten als bisher angenommen wurde.

⁹ www.iarc.fr/pageroot/UNITS/RCA4.html

¹⁰ www.deutsches-mobilfunk-forschungsprogramm.de

¹¹ „Hochfrequente Strahlung und Gesundheit“, BUWAL, Bericht Nr. 162, Autor: M. Rösli (2003), NRPB Report “Health effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields”, Vol.14 No.2 (2003)

Auswirkungen hochfrequenter EMF auf das Wohlbefinden

In mehreren Querschnittbefragungen wurden statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonie und unspezifischen Symptomen wie Kopfweh, Unbehagen, Müdigkeit usw. beobachtet. Diese Symptome verstärkten sich bei längerem Telefonieren. Allerdings konnte nicht eindeutig eruiert werden, ob sie durch die Strahlung verursacht werden oder ob sie durch andere Faktoren im Zusammenhang mit dem Mobiltelefonieren wie etwa Stress, Verbindungsqualität usw. bedingt sind. Eine holländische Forschergruppe hat im September 2003 die Resultate einer Studie veröffentlicht, die einen Zusammenhang zwischen UMTS-Exposition und einer Verschlechterung des Wohlbefindens zeigen. Eine erweiterte Replikation dieser Studie ist im Gange. Resultate werden Ende 2005 erwartet.¹²

Herz-Kreislaufsystem

Es gibt wenige Studien zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Zusammenhang mit hochfrequenten EMF, obwohl diese Frage - insbesondere der Einfluss auf Bluthochdruck - oft diskutiert wurde. Angesichts der spärlichen Datenlage ist es auch hier noch nicht möglich, die Resultate dieser Studien zu beurteilen.

Blut-Hirn-Schranke (Blood Brain Barrier)

Die Blut-Hirn-Schranke, eine Barriere zwischen Hirngewebe und Blutkreislauf, verhindert, dass schädliche Stoffe wie Gifte oder Stoffwechselprodukte von Krankheitserregern in das Gehirn gelangen. In einigen Studien wurde eine Erhöhung der Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke durch hochfrequente EMF beobachtet. In einer neuesten Replikationsstudie konnten diese Effekte nicht mehr beobachtet werden.

Für hochfrequente EMF wurden wie auch für niederfrequente EMF eine mögliche Genotoxizität und der Einfluss auf den Kalziumionentransfer untersucht. Mit grossem Interesse werden diesbezüglich Resultate laufender Studien erwartet. (Siehe auch Kapitel 3.2.2)

Positive Wirkungen

Bei Hyperthermieanwendungen werden gewisse Körperteile oder Organe mit hochfrequenter Strahlung erwärmt, um insbesondere bei einer Krebstherapie die Zellen anfälliger für natürliche Abbauprozesse oder therapiezugänglicher zu machen. Ähnlich verfährt die Elektrochemotherapie, die kurze elektrische Pulse mit hohen Feldstärken lokal anwendet, was dazu führt, dass die Zellmembranen im behandelten Gewebe vorübergehend durchlässig werden. In Studien wird untersucht, ob dadurch ein zuvor injiziertes Krebsmedikament, das normalerweise durch die Zellen nur schlecht aufgenommen wird, leichter in die Zelle eindringen und lokal wirken kann.

Gesundheitliche Bewertung

Im Auftrag des BAFU wurde 2003 eine Bewertung der wissenschaftlichen Humanstudien im Niedrigdosisbereich durchgeführt¹³ und mit einem Nachtrag Ende 2004 auf den neusten Stand ge-

¹² <http://www.mobile-research.ethz.ch/>

¹³ *Hochfrequente Strahlung und Gesundheit*, BUWAL, Umweltmaterialien Nr. 162,(2003) mit Nachtrag A (2004),

bracht. Die Autoren der Studie kommen zum Schluss, dass die wissenschaftliche Datenlage unbefriedigend ist und Langzeitstudien fehlen. In Tabelle 11 sind die Evidenz für das Vorhandensein von Effekten von Hochfrequenzstrahlung und deren Relevanz für die Gesundheit zusammengefasst.

Tabelle 11: Gesundheitliche Bewertung von hochfrequenten Feldern

Evidenz	Wirkung			Expositionsquelle
	gravierend (drastische Einschränkung der Lebensqualität, lebensbedrohliche Effekte)	Einschränkung des Wohlbefindens (erhebliche Einschränkung der Lebensqualität, nicht lebensbedrohliche Effekte)	Gesundheitsrelevanz unklar (Effekte sind physiologisch messbar und bewegen sich in der normalen Bandbreite gesunder Menschen)	
gesichert		Interferenz bei Implantaten		elektronische Geräte
		Effekte aufs Gehör Mikrowellen-Hören		Radaranlagen
wahrscheinlich (Effekte sind mehrfach konsistent festgestellt worden)			Hirnströme Einfluss auf Schlafphasen	Mobiltelefon
		unspezifische Symptome ¹⁴		
möglich (vereinzelt Studien beobachten Wirkungen, die insgesamt aber nicht konsistent sind)	Leukämien / Lymphome	Schlafqualität		Rundfunksender
	Hirntumore	elektromagnetische Hypersensibilität	Kognitive Funktionen, Reaktionszeiten	Mobiltelefon
unwahrscheinlich (keine Hinweise für eine Wirkung, mehrfache Hinweise für deren Abwesenheit)	Mortalität			Mobiltelefon
	weitere Tumortypen			diverse
nicht beurteilbar (Datenlage ist zu spärlich, Einzelbefunde, kontroverse Resultate)	Brustkrebs	psychisches Befinden	Hormonsystem, Immunsystem, Kreislauf	diverse
	Augentumore			Mobiltelefon
		unspezifische Symptome ¹⁴		Mobilfunkbasisstation
	Abort, Genotoxizität, Hodentumore			diverse berufliche Expositionen

¹⁴ Als unspezifische Effekte werden Symptome bezeichnet, die nicht einer Ursache allein zugeordnet werden können, z.B. Kopfweh, Schlafstörungen, Nervosität etc.

3.4 Infrarote Strahlung

Infrarote Strahlung umfasst den Wellenlängenbereich von 1 mm bis 780 nm. Die Strahlung ist unsichtbar, aber spürbar und wird als Wärme wahrgenommen, daher auch als Wärmestrahlung bezeichnet.

3.4.1 Quellen und Expositionen

Als mögliche gesundheitsrelevante natürliche Quellen infraroter Strahlung ist die Sonne zu erwähnen. Der direkte, ungeschützte Blick in die Sonne kann in der Netzhaut des Auges irreparable Schäden verursachen. Von der gesamten Strahlungsenergie der Sonne auf der Erdoberfläche fallen 42 % (ca. 470 W/m^2) in den infraroten Bereich.

Bei künstlichen Quellen infraroter Strahlung sind prinzipiell zwei Kategorien zu unterscheiden: Quellen, deren Hauptzweck die Emission infraroter Strahlung ist und Quellen, die diese Strahlung als Begleiterscheinung aussenden. Zur ersten Kategorie gehören die Infrarot-Lampen (Industrie-, Gewerbe- und Haushaltanwendungen), alle Arten von Heizgeräten, Wärmekabinen/-sauna, Geräte wie Haartrockner, Laser, Hyperthermie-Geräte (med. Therapie) sowie weitere Apparaturen in Medizin und Industrie zum Trocknen, Erwärmen oder Schmelzen. In die zweite Kategorie fallen praktisch alle Lampen zur allgemeinen Beleuchtung, die je nach Typ einen beträchtlichen Anteil Infrarotstrahlung emittieren (vgl. 3.5 Sichtbare Strahlung).

3.4.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Infrarote Strahlung bewirkt im menschlichen Gewebe eine Erwärmung. Je nach Wellenlänge sind die Eindringtiefen ins Gewebe sehr unterschiedlich. Die kurzwellige Strahlung dringt in der Haut bis in die Unterhaut und im Auge bis zur Netzhaut ein, während die langwellige Strahlung bereits auf der äussersten Hautschicht resp. der Hornhaut des Auges absorbiert wird.

Starke Infrarotstrahlung führt zu *Hautverbrennungen*. Als Vorstadium der Verbrennung tritt die Schmerzempfindung auf, dies beispielsweise bei einer Bestrahlungsstärke von 10 kW/m^2 nach ca. 5 Sekunden oder bei $1,5 \text{ kW/m}^2$ nach ca. 10 Minuten. Längerandauernde und grossflächige Einwirkung von Infrarotstrahlung kann deutlich unterhalb der Schmerzempfindungsgrenze zu einer Erhöhung der Körperkerntemperatur führen. *Muskelverkrampfungen*, *Bewusstlosigkeit* (Kerntemperatur ca. 40°C) bis hin zu *Kreislaufkollaps* und *Schädigung von Organen* (Kerntemperatur $> 41^\circ\text{C}$) können die Folge sein.

Starke Infrarotstrahlung im Bereich von $1 - 4 \text{ kW/m}^2$ kann zu einer *akuten Trübung der Augenlinse* führen. Da aber mit Ausnahme von Lasern die meisten starken Strahlungsquellen ebenfalls im sichtbaren Bereich emittieren, wird das Auge nach der Blendung in der Regel geschlossen oder abgewendet, so dass diese akute Wirkung entsprechend selten auftritt. Schwache, aber über

Jahrzehnte hinweg regelmässige Infrarotexposition ($10 - 100 \text{ W/m}^2$) kann zu einer *chronischen Trübung der Augenlinse* (Katarakt) führen.

3.5 Sichtbare Strahlung

Sichtbare Strahlung umfasst den Wellenlängenbereich von 400 nm (blaues Licht) bis 780 nm (rotes Licht). Diese Strahlung ist sichtbar.

3.5.1 Quellen und Expositionen

Als mögliche gesundheitsrelevante natürliche Quellen der sichtbaren Strahlung ist die Sonne zu erwähnen. Von der gesamten Strahlungsenergie der Sonne auf der Erdoberfläche fallen 52% (ca. 580 W/m^2) in den sichtbaren Bereich.

Der überwiegende Teil der künstlichen Quellen optischer Strahlung dient der allgemeinen Beleuchtung. Obwohl in den meisten Fällen der Nutzen der sichtbaren Strahlung im Vordergrund steht, emittieren diese Quellen fast immer auch im Infrarot-Bereich und in unterschiedlicher Stärke teilweise auch im UV-Bereich. Ist letzteres der Fall, so wird das Gefährdungspotenzial in der Regel durch den UV-Anteil bestimmt. UV-Strahlung tritt als Begleiterscheinung vor allem bei Lampen wie sie in optischen Projektoren, zur Schaukastenbeleuchtung oder bei industriellen Anwendungen verwendet werden auf. Quellen mit UV-Anteil, denen die allgemeine Bevölkerung freiwillig oder unfreiwillig exponiert sind, sind Solarien, Geräte zur medizinischen Therapie und Diagnose sowie Lampen, die der allgemeinen Beleuchtung oder anderen Zwecken dienen und, obwohl sie grundsätzlich gegen UV abgeschirmt sind, bei Unfällen zu einer UV-Exposition führen können. Im Folgenden werden die wichtigsten Quellen, die hauptsächlich für die Anwendung im sichtbaren Bereich bestimmt sind, aufgeführt und bezüglich ihrer Gesundheitsgefährdung beurteilt.

Glühlampen sind typische thermische Strahler mit einem kontinuierlichen Spektrum. Zu etwa 90 % liegt die Strahlung im Infrarot-Bereich, 10 % ist sichtbares Licht und ein sehr geringer Anteil reicht in den langwelligen UV A-Bereich, der aber aus gesundheitlicher Sicht vernachlässigt werden kann. Glühlampen werden fast ausschliesslich zur allgemeinen Beleuchtung verwendet.

Halogen-Glühlampen (Nieder- und Hochvolt) sind im Prinzip gewöhnliche Glühlampen, die aber zur besseren Lichtausbeute und Erhöhung der Lebensdauer mit einem Füllgas und Halogenzusätzen versehen werden, was aber eine höhere UV-Emission mit sich bringt. Halogenlampen wie sie zur allgemeinen Beleuchtung im Haushalt verwendet werden, führen zwar kurzfristig nicht zu einem Erythem, könnten aber langfristig – bei häufiger Exposition während Jahrzehnten – zu Hautkrebs, z. B. auf dem Handrücken führen.¹⁵ Für Halogen-Tischlampen (20 W) wurden folgende Strahlungswerte festgestellt: Bestrahlungsstärke UV A $0,054 - 0,220 \text{ W/m}^2$, erythemwirksame

¹⁵ Césarini J-P and Muel B (1989). Erythema induced by quartz-halogen sources. *Photodermatol* 6(5): 222–227

Bestrahlungsstärke $0,0019 - 0,010 \text{ W/m}^2$ in $0,3 \text{ m}$ Abstand.¹⁶ Für Hauttyp II bedeutet dies einen Sonnenbrand nach 7 Stunden. Beide Untersuchungen liegen nun mehr als zehn Jahre zurück und beziehen sich wahrscheinlich auf Halogenlampen ohne spezielle UV-Filtervorsätze wie sie heutzutage auf dem Markt erhältlich sind. Marktführende Unternehmen bieten Halogenlampen mit UV-Filternscheiben resp. mit UV-Schutz-Glaskörpern an – „UV-Stop-Technik“ –, die der Norm SN EN 60598 Luminaires entsprechen. Andere Lampentypen wie Halogen-Gasentladungslampen (Hochdrucklampen) werden im privaten Haushaltsbereich kaum eingesetzt. Ihre UV-Emission ist deutlich grösser als jene von Halogen-Glühlampen. Weiteres dazu siehe im Abschnitt Hochdrucklampen.

Leuchtstofflampen wie sie zu Beleuchtungszwecken verwendet werden emittieren vorwiegend sichtbares Licht sowie infrarote Strahlung und eine unbedeutende Menge an UV-Strahlung (Bestrahlungsstärke UV A $0,022 \text{ W/m}^2$ resp. UV A $0,027 - 0,040 \text{ W/m}^2$, UV B $0,003 \text{ W/m}^2$, erythemwirksame Bestrahlungsstärke $0,00006 \text{ W/m}^2$ ^{17, 18}). In Untersuchungen des NRPB wurde festgestellt, dass die emittierte UV-Strahlung ca. 10 % oder weniger der ICNIRP-Grenzwerte beträgt.¹⁹ Nach einer Risikoabschätzung kommt das NRPB zum Schluss, dass bei üblicher Nutzung von Leuchtstofflampen weder akute noch signifikante chronische Schädigungen zu erwarten sind.²⁰

Mittel- und Hochdruck(-entladung)lampen finden Anwendung in optischen Geräten wie Projektoren, zur Beleuchtung von Schaufenstern und Verkaufslokalen, Beleuchtung in Theater und bei Unterhaltungsveranstaltungen oder werden in verschiedenen industriellen und medizinischen Anwendungen eingesetzt. Ihre UV-Emission kann beachtliche Werte erreichen. Verwendet werden diese Lampen in aller Regel mit Filterscheiben, um einerseits die UV-Emission zu minimieren oder andererseits ein spezielles Spektrum zu erzielen. Messungen bei Quecksilberdampflampen zur Beleuchtung (400 W) in 2 m Abstand zeigten erythemwirksame Bestrahlungsstärken von $0,0001 - 0,0125 \text{ W/m}^2$ mit Filter und $0,006 - 3,9 \text{ W/m}^2$ ohne Filter.²¹

Laser und Leuchtdioden (LED) emittieren im ganzen optischen Bereich. Wegen ihrer stark gebündelten, monochromatischen Strahlung (zeitliche und räumliche Kohärenz) finden Laser und LED in Forschung, Industrie, Medizin und Technik eine sehr breite Anwendung. Die starke Fokussierung der Strahlungsenergie stellt aber auch eine erhebliche Gesundheitsgefahr dar. Die Bestrahlungsstärken von Lasern reichen von mW/m^2 bis GW/m^2 (Abbildung 5).

Mit der Zuordnung von Lasereinrichtungen zu verschiedenen Laserklassen soll auf die mögliche Gefährdung aufmerksam gemacht werden. Mit steigender Klassennummer, nimmt auch das Ge-

¹⁶ McKinlay A F (1992). *Artificial sources of UVA radiation: uses and emission characteristics*. In *Biological Responses to UVA Radiation* (F Urbach, Ed). Overland Park KS, Valdenmar

¹⁷ Whillock M J (1988). *Ultraviolet radiation levels associated with the use of fluorescent general lighting, UVA and UVB lamps in the workplace and home*. Chilton, NRPB-R221

¹⁸ McKinlay et al. (1988). *Hazards of Optical Radiation. Guide to Sources, Uses and Safety*. Bristol, Adam Hilger

¹⁹ NRPB: National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, UK

²⁰ Whillock M J (1988). *Ultraviolet radiation levels associated with the use of fluorescent general lighting, UVA and UVB lamps in the workplace and home*. Chilton, NRPB-R221

²¹ Piltingsrud H V (1978). *An evaluation of ultraviolet radiation personnel hazards from selected 400-watt high intensity discharge lamps*. *Am Ind Hyg Assoc J* 39(5):406-13

fährdungspotenzial des entsprechenden Lasers zu. Gemäss der Norm EN 60825–1:2001 werden folgende Klassen unterschieden:

Klasse 1

Die zugängliche Laserstrahlung ist bei bestimmungsgemäsem Betrieb ungefährlich.

Klasse 1M

Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, z. B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. (*Anmerkung: Bei Einsatz solcher sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten*).

Klasse 2

Die zugängliche Laserstrahlung ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich. (*Anmerkung: Vom Vorhandensein des Lidschlussreflexes zum Schutz der Augen (nach ca. 0,25 s) darf nach neusten Untersuchungen nicht ausgegangen werden*).

Klasse 2M

Die zugängliche Laserstrahlung ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Strahlquerschnitt nicht durch optische Instrumente, z. B. Lupen, Linsen, Teleskope, verkleinert wird. (*Anmerkung: Bei Einsatz optisch sammelnder Instrumente können vergleichbare Gefährdungen wie bei Klasse 3R oder 3B auftreten*).

Klasse 3R

Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge.

Klasse 3B

Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge, häufig auch für die Haut.

Klasse 4:

Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- und Explosion verursachen.

Für die Bevölkerung können Laserpointer, Showlaser und Kosmetiklaser eine Gefahr darstellen. Laserpointer sind günstig und sehr einfach erhältlich und sind dadurch weit verbreitet und werden häufig eingesetzt – z.B. als Anzeigehilfen bei Präsentationen. Dadurch wird das potenzielle Risiko von Laserpointern häufig unterschätzt. Unfallgefahr besteht vor allem dort, wo Laserpointer der Klassen 3R oder 3B eingesetzt werden. Die Verwendung von Laser bei Veranstaltungen (Showlaser) ist zwar in der Schall- und Laserverordnung geregelt, mangelnder Vollzug und Unkenntnis von Veranstaltern führen aber dazu, dass starke Laser in den Publikumsbereich gerichtet werden. Kosmetiklaser sind sowohl im Verkauf als auch in Kosmetikstudios anzutreffen. Es sind dies meist starke bis sehr starke Laser (Laserklassen 3B und 4) und werden von nicht ausgebildetem Personal angewendet. Dabei werden nicht selten Hautpartien in der Nähe der Augen bestrahlt.

Die Laseranwendungen in der Medizin und der Industrie sind geregelt und sehen weitreichende Sicherheitsvorschriften vor (Medizinprodukte Verordnung, Suva-Vorschriften).

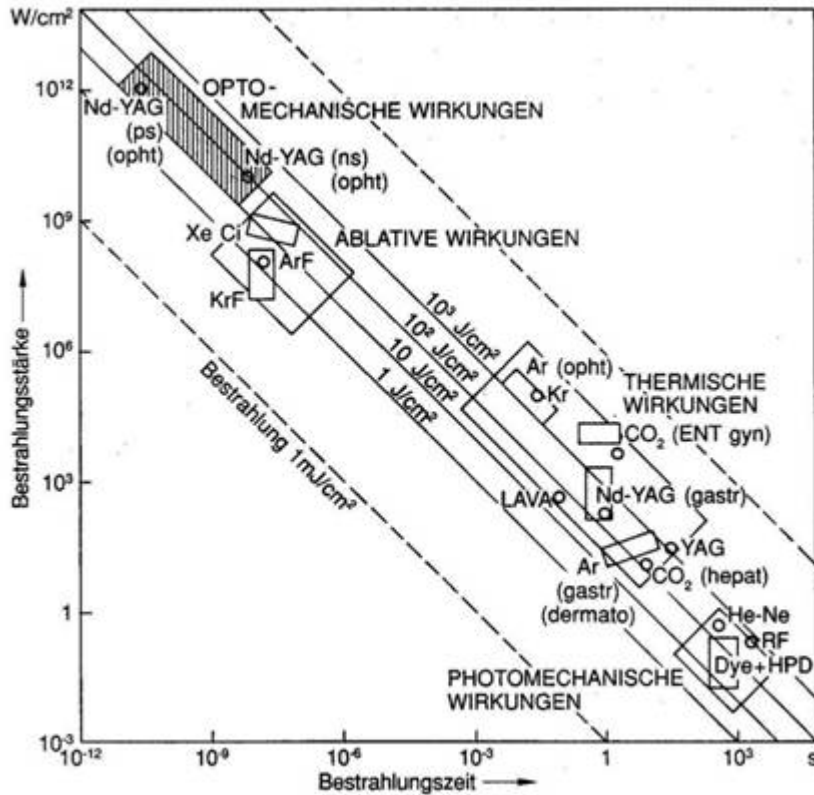


Abbildung 5: Wirkungen von Laser in Abhängigkeit der Bestrahlungsdauer und -stärke [J.-L. Boulnois, Lasers Med. Sc. 1(1986)]

3.5.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Zwar vermag kurzwelliges sichtbares Licht noch photochemische Prozesse auszulösen – längerwelliges Licht führt lediglich zu Erwärmung –, aber selbst aus intensiver sichtbarer Strahlung sind keine Schädigungen für die Haut bekannt. Das Auge hingegen kann durch sichtbare Strahlung geschädigt werden. Sehr hohe Bestrahlungsstärken wie diejenige von Blitzlampen oder Scheinwerfern können bereits nach sehr kurzen Bestrahlungszeiten zu *thermischen Schäden der Netzhaut* führen. Unter der Annahme, dass sich das Auge wenn es geblendet wird nach ca. 0,25 Sekunden schliesst (Lidschlussreflex), sind wenige Netzhautverbrennungen zu erwarten. Wie aber kürzlich experimentell festgestellt wurde, zeigen viele Personen längere Reaktionszeiten und bei manchen bleibt der Lidschlussreflex vollständig aus.

Länger andauernde und starke Bestrahlungen (Minuten bis Stunden) unterhalb einer Wellenlänge von 500 nm können über photochemische Prozesse zu irreversiblen Netzhautschäden führen, bekannt als „Blue-Light-Hazard“.

3.6 UV-Strahlung

Entsprechend der unterschiedlichen biologischen Wirkung werden folgende Teilbereiche unterschieden: UV C (100 – 280 nm), UV B (280 – 320 nm), UV A (320 – 400 nm). Der Bereich von 10 bis 100 nm wird als Vakuum-UV bezeichnet, weil diese Strahlung in der Luft vollständig absorbiert wird.

3.6.1 Quellen und Expositionen

Sonne

Die bedeutendste natürliche Quelle optischer Strahlung ist die Sonne. Sie deckt mit ihrer breitbandigen Emission auch den ganzen optischen Bereich ab. Durch Reflexionen und Absorption in der Atmosphäre (Wasser, Sauerstoff, Ozon, Aerosole u.a.) wird die Strahlung der Sonne auf ihrem Weg zur Erde vor allem im UV-Bereich deutlich reduziert. Die Strahlung im Wellenlängenbereich von ca. 320–290 nm wird stark und unterhalb von 290 nm fast vollständig absorbiert. Von der solaren Gesamtstrahlung auf der Erdoberfläche von 1120 W/m² liegt 6% im UV-Bereich (52% im sichtbaren Bereich, 42% im Infrarot-Bereich). Im schweizerischen Mittelland erreicht die solare UV-Bestrahlungsstärke im Hochsommer ca. 60 W/m² (UV A 57 W/m², UV B 3 W/m²), was einer erythemwirksamen (Sonnenbrand) Bestrahlungsstärke von 0,2 W/m² entspricht.²² Diese führt bei den häufigsten Hauttypen in der Schweiz (Hauttyp II und III) nach 20 bis 30 Minuten zu einem Erythem (Sonnenbrand).

Künstliche Quellen

Leuchtstofflampen werden im *Solarium* oder zur *medizinischen Therapie* eingesetzt. Bei diesen Leuchtstofflampen handelt es sich um einen speziellen Typ mit erhöhter Emission im UV-B- und insbesondere im UV-A-Bereich. In der Regel dienen sie zur Ganzkörperbestrahlung in so genannten Sandwichliegen. Im Solarium liegen die Bestrahlungsstärken für UV A bei 200–350 W/m², UV B bei 1,5–3,5 W/m² und die erythemwirksamen Bestrahlungsstärken bei 0,2–0,4 W/m².²³ Für die Hauttypen II und III bedeutet dies ein Erythem nach 10 bis 30 Minuten. Anders als bei Leuchtstofflampen zu Beleuchtungszwecken können die Lampen im Solarium oder der medizinischen Therapie zu akuten und chronischen Schädigungen führen.

Mittel- und Hochdruck(-entladungs)lampen, wie sie im Solarium als Gesichtsbräuner oder Ganzkörperstrahler Verwendung finden, weisen Bestrahlungsstärken von UV A 250 – 550 W/m², UV B 0,2 – 4,0 W/m² und erythemwirksame Bestrahlungsstärken von 0,15 – 0,4 W/m² auf.²⁴ Hauttypen II und III erleiden dabei nach 10 bis 40 Minuten ein Erythem. Mittel- und Hochdruck-

²² Gerber B et al. (2000). *Ultraviolet Emission Spectra of Sunbeds*. *Photochem Photobiol* 76(6): 664–668

²³ *ibid.*

²⁴ *ibid.*

lampen können zu akuten und chronischen Schädigungen führen, insbesondere wenn eine Beschädigung oder gar das Fehlen der Filterscheibe nicht rechtzeitig bemerkt wird.

3.6.2 Biologische und gesundheitliche Wirkungen

Bräunung der Haut

Die *Bräunung der Haut* stellt eine Abwehr- respektive Schutzreaktion der Haut dar. Bräunung ist eine Pigmentierung der Haut, wenn diese UV-Strahlung ausgesetzt wird. Man unterscheidet zwei Pigmentierungsarten: die Sofortpigmentierung und die Spätpigmentierung. Die Sofortpigmentierung wird vor allem durch UVA-Strahlen ausgelöst. Dabei verschieben sich vorhandene Pigmente (Melanin) aus tief in der Oberhaut (Epidermis) liegenden Zellen mit langen Ausläufern (Melanozyten) in höher gelegene Zellen (Keratinocyten). Erst auf diesem Transportweg nimmt das Melanin durch Einwirken von UVA und Blutsauerstoff (Oxidation) seine dunklere Farbe an, die an der Oberfläche der Haut sichtbar wird. Die Spätpigmentierung wird durch UVB verursacht und erscheint zirka 48 Stunden nach der Exposition. Dabei wird in den Melanozyten zusätzliches Melanin produziert, das sich anschliessend wie bei der Sofortpigmentierung in die Keratinocyten verschiebt. Diese Bräunung ist im Vergleich zur Sofortpigmentierung länger anhaltend und nimmt während mehrerer Tage zu.

Verdickung der Hornschicht

Die *Verdickung der Hornschicht* in der Oberhaut ist ein Phänomen, das nur durch UVB-Strahlen ausgelöst wird und teilweise als Schutz für eine weitere UV-Exposition wirkt. Es braucht eine gewisse Zeit, bis die Haut einen Eigenschutz aufgebaut hat, und dieser ist selten höher als Lichtschutzschutzfaktor (LSF) 4.

Beschleunigte Hautalterung

Die *beschleunigte Hautalterung* äussert sich durch tiefe Falten in der Haut, sie wird trocken und ledern. Ausgelöst wird dieser Prozess vor allem durch UVA-Strahlung.

Erythem

Nach übermässiger UV-Exposition kann es zu einem *Erythem* kommen, einem leichten Sonnenbrand. Beim Erythem erweitern sich die Blutgefässe in der Haut, was zu einem stärkerem Blutfluss führt und als Rötung der Haut sichtbar wird. UVB hat eine deutlich grössere Erythemwirksamkeit als UVA (s. Abbildung 6). Die Schwellbestrahlung, die zu einem Erythem führt, ist für verschiedene Hauttypen unterschiedlich (Tabelle 12).

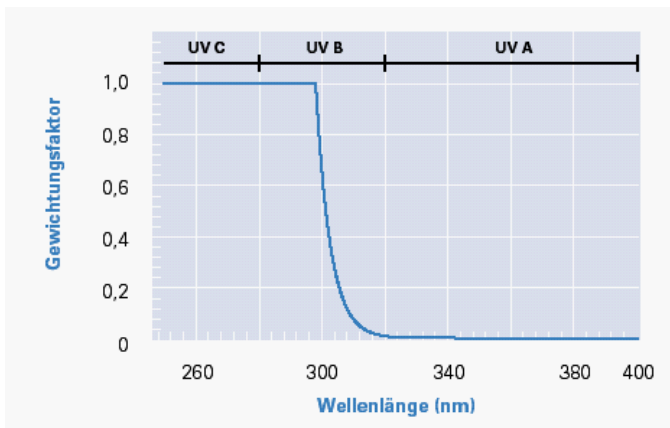


Abbildung 6: CIE-Wirkungsspektrum für das Erythem in Abhängigkeit der Wellenlänge

Tabelle 12: Die verschiedenen Hauttypen

Hauttyp	UV-Empfindlichkeit	Hautreaktion bei direkter und intensiver UV-Exposition	Häufige Personenmerkmale	Erythemschwelle (J/m ²)	Häufigkeit in Mitteleuropa
I	höchste	immer Sonnenbrand, nie Bräunung	rothaarig, Sommersprossen, helle Haut	200	5%
II	hohe	immer Sonnenbrand, anschliessend Bräunung	blonde Haare, blauäugig, helle Haut	250	33%
III	mässige	manchmal Sonnenbrand, immer Bräunung	brünette Haare, bräunlicher Teint	350	50%
IV	geringe	minimaler Sonnenbrand, immer Bräunung	dunkelhaarig, braunhäutig	450	12%
V	von Natur aus guter UV-Schutz dank besonderer Pigmentierung		z. B. asiatische Rassen	–	–
VI	von Natur aus sehr guter UV-Schutz		dunkelbraun bis schwarz pigmentierte Haut, afrikanische Rassen	–	–

DNA-Strang-Bruch

UV-Strahlung kann die Erbsubstanz (DNA-Strang) schädigen: Es kann zu einem *DNA-Strang-Bruch* kommen. Sowohl UVA als auch UVB-Strahlung kann als auslösender Faktoren wirken, wenn auch der Mechanismus unterschiedlich ist. Zwar existiert für DNA-Strang-Brüche ein Reparaturmechanismus, damit können aber nicht alle Schäden behoben werden. Ist die Reparaturkapazität der Haut erschöpft, kann Hautkrebs entstehen.

Hautkrebs

Durch intensive und häufige UV-Exposition kann *Hautkrebs* ausgelöst werden. Dabei wird unterschieden in *Melanom*, *Basaliom* und *Spinaliom*, wobei die beiden letztgenannten auch als *Nicht-*

Melanome zusammengefasst werden. Die Nicht-Melanome führen im Gegensatz zum Melanom in den wenigsten Fällen zum Tod. Die Wirksamkeit der UV-Strahlung für Hautkrebs ist derjenigen für das Erythem sehr ähnlich: stark im UVB-Bereich, deutlich geringer im UVA-Bereich. Dabei ist zu bemerken, dass die Rolle von UVA noch nicht vollständig geklärt ist und es neueste Hinweise gibt, wonach diese von grösserer Bedeutung – insbesondere für die Hautkrebsentstehung – sein könnte als bislang angenommen.

Hautkrebs weist in der Schweiz eine sehr hohe Inzidenz auf; dies nicht nur im europäischen, sondern auch im weltweiten Vergleich (Abbildung 7). Mit mehr als 13'000 Neuerkrankungen (1'500 Melanome, 11'500 Nicht-Melanome) jährlich ist Hautkrebs die häufigste Krebsart in der Schweiz – Tendenz steigend (Abbildung 8).

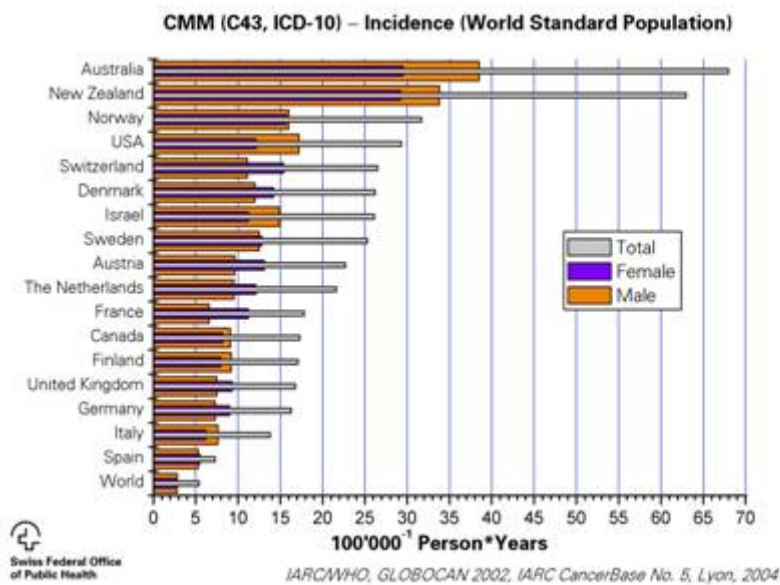


Abbildung 7: Jährliche Melanom-Neuerkrankungen im internationalen Vergleich

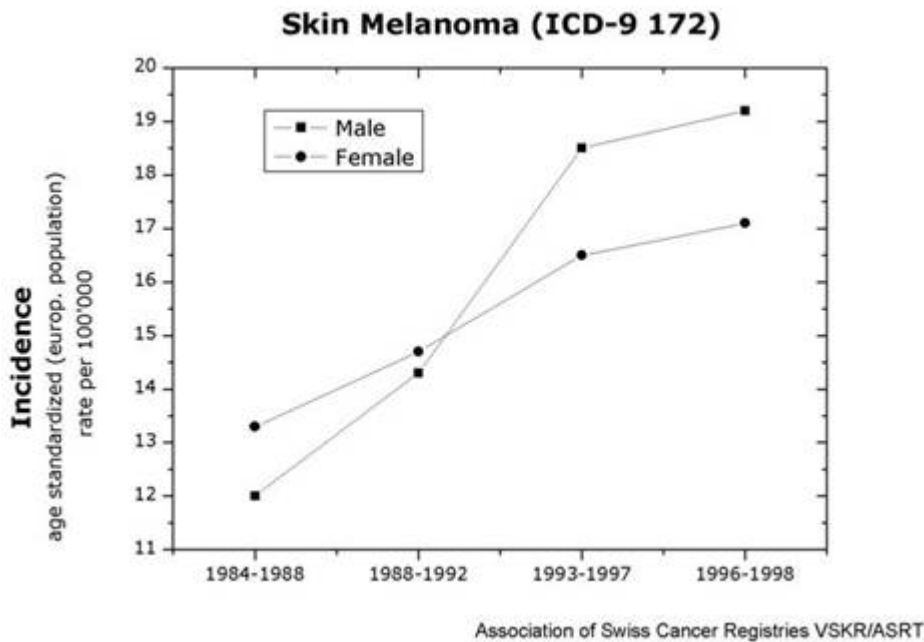


Abbildung 8: Entwicklung der Melanom-Neuerkrankungen in der Schweiz von 1984–1998

Störungen des Immunsystems

UV-Strahlung vermag *Störungen des Immunsystems* auszulösen. Dabei weist UVB die grössere, UVA eine geringere Wirkung auf. Eine solche Störung kann virale Erkrankungen (Masern, Herpes, Windpocken), bakterielle Erkrankungen (Tuberkulose, Lepra) und parasitäre Erkrankungen (Malaria) fördern. Zudem wird besonderes die Immunschwäche Aids verstärkt.

Die *Bildung von Vitamin D* ist eine positive Wirkung der UV-Strahlung: Vitamin D ist notwendig für den Kalkeinbau in den Knochen. Diese Wirkung wird nur durch UVB-Strahlung ausgelöst.

Augenschäden

Die häufigsten *Augenschäden* werden durch UVB verursacht. Akute Schäden sind Entzündungen der Hornhaut (Photokeratitis) und der Bindehaut (Photokonjunktivitis), auch bekannt als Schneeblindheit. Langfristig kann eine Trübung der Augenlinse (Katarakt oder grauer Star) auftreten. Im Berufsleben nennt man die akute Folge der Augenbestrahlung durch UV-Strahlen auch „Schweisserblende“.

Wirkungsspektren

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit Ausnahme der Sofortbräunung und der beschleunigten Hautalterung das Wirkungsspektrum der UV-Strahlung für die übrigen erwähnten Effekte ungefähr demjenigen für das Erythem entspricht. Aus diesem Grund und weil das Erythem als Rötung der Haut gut sichtbar ist, ist dieses eine gute biologische Beurteilungsgrösse für die UV-Strahlung. Die Begriffe *erythemwirksame Bestrahlungsstärke* und *Erythemschwelle* sind in diesem Zusammenhang wichtig: Wird das Emissionsspektrum einer UV-Quelle mit dem Wirkungsspektrum für das Erythem (Abbildung 6) gewichtet und aufsummiert, so gelangt man

zur erythemwirksamen Bestrahlungsstärke. Als Erythemschwelle wird die hauttypabhängige Bestrahlungsmenge bezeichnet, die bei einer nicht vorgebräunten Haut zu einem Erythem führt (Tabelle 12). Ist die erythemwirksame Bestrahlungsstärke einer UV-Quelle bekannt, so kann die Zeitdauer bis zum Erreichen der Erythemschwelle berechnet werden.

Langzeitschäden wie Hautalterung, Hautkrebs oder Katarakt können auch auftreten, wenn die Erythemschwelle nicht überschritten wird, die Bestrahlung aber häufig erfolgt – Haut und Augen registrieren jede UV-Strahlung und nicht nur diejenige, die über der Erythemschwelle liegt. Häufiges Sonnenbaden – während der Freizeit und vor allem während den Ferien in sonnenreichen Gebieten – kann zu einer Überexposition führen, was sich insbesondere bei hellen Hauttypen gesundheitsschädigend auswirken kann.

4 Gesundheitsschutz und NIS auf internationaler Ebene

4.1 Grenzwertempfehlungen der ICNIRP

Die ICNIRP (International Commission for Nonionizing Radiation Protection) ist das bedeutendste internationale Expertengremium im NIS-Bereich. Sie ist als Gremium offiziell anerkannt, unter anderem von der WHO, der ILO (International Labour Organisation) und der EU. Die ICNIRP überprüft periodisch wissenschaftliche Publikationen bezüglich der physikalischen Charakteristika von NIS-Quellen und deren biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen, bewertet diese und gibt Schutzempfehlungen ab. Die Resultate werden in Form von Guidelines, Reviews, Proceedings und Reports veröffentlicht und sind auf der Webseite der ICNIRP zu finden.²⁵

Von besonderer Bedeutung für das Risikomanagement sind vor allem die Guidelines mit Grenzwertempfehlungen. Dabei empfiehlt die ICNIRP unterschiedliche Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung und für beruflich exponierte Personen. Grenzwerte für die berufliche Exposition haben zum Ziel, gesunde Erwachsene zu schützen, die bei der Durchführung ihrer Arbeit unter bekannten Bedingungen exponiert werden, sich der eventuellen Gefahr bewusst sind und entsprechende Vorsichtsmassnahmen ergreifen. Die Bevölkerung hingegen setzt sich aus Personen jeglichen Alters mit unterschiedlichem Gesundheitszustand zusammen und kann besonders empfindliche Gruppen und Individuen einschliessen. In vielen Fällen ist sich die Bevölkerung der Exposition nicht bewusst und kann nicht von vornherein Vorkehrungen treffen, um die Exposition zu verringern oder zu vermeiden. Deshalb gelten bei der Allgemeinbevölkerung strengere Schutzstrategien.

Grenzwertempfehlungen für elektromagnetische Felder

Die Grenzwertempfehlungen für den EMF-Bereich wurden bisher in folgenden Guidelines veröffentlicht:

- Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz), Health Physics Vol. 74, No 4, pp 494-522, 1998
- Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields, Health Physics Vol. 66, No 1, pp 100-106, 1994
- Statement on Health Issues Related to the Use of Hand-Held Radiotelephones and Base Transmitters, Health Physics, Vol. 70, No.4, pp 587-593, 1996

Die in den Guidelines empfohlenen Grenzwerte basieren auf den bekannten, wissenschaftlich nachgewiesenen Auswirkungen (beschrieben in Kapitel 3.1 bis 3.3). Alle diese Auswirkungen im Bereich der EMF treten erst ab einem bekannten Schwellenwert auf. Für die berufliche Exposition wurden Grenzwerte empfohlen, die um einen Faktor 10 unterhalb dieser Schwellenwerte liegen. Für die allgemeine Bevölkerung wird ein Faktor 50 angewendet. Diese Faktoren sind nicht

²⁵ <http://www.icnirp.de/>

wissenschaftlich abgestützt, folgen aber den oben erwähnten Überlegungen. Die so genannten Basisgrenzwerte beziehen sich auf die grundlegenden dosimetrischen Grössen (siehe Kapitel 2.3.3). Weil diese grundlegenden dosimetrischen Grössen nicht immer messbar sind, werden so genannte Referenzwerte (Stärke oder Intensität der Strahlung) abgeleitet, welche für den praktischen Vollzug besser zugänglich sind.

In Tabellen 13 und 14 sind die empfohlenen Grenzwerte (Referenzwerte) für EMF für die Allgemeinbevölkerung und für berufliche Expositionen angegeben. In den meisten Ländern wurden diese empfohlenen Grenzwerte verbindlich festgelegt.

Die ICNIRP anerkennt, dass im EMF-Bereich noch einige Wissenslücken bestehen. Sie weist darauf hin, dass für vermutete, wissenschaftlich nicht nachgewiesene Auswirkungen andere Massnahmen des Risikomanagements geeigneter wären, wie z.B. Information. Solche Massnahmen sollten aber separat und nach anderen Kriterien erarbeitet werden als die Grenzwerte, die „evidence based“ festgelegt werden.

Tabelle 13: ICNIRP-Grenzwertempfehlungen für die Allgemeinbevölkerung. Die Frequenz f bezieht sich auf die in der ersten Tabellenspalte angegebene Einheit

Frequenz	elektrische Feldstärke [V/m]	magnetische Feldstärke [A/m]	magnetische Flussdichte [μ T]	Mittelungsdauer [Min]
< 1 Hz	–	32 000	40 000	
1–8 Hz	10 000	$32\,000 / f^2$	$40\,000 / f^2$	
8–25 Hz	10 000	$4000 / f$	$5000 / f$	
0,025–0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	
0,8–3 kHz	$250 / f$	5	6,25	
3–100 kHz	87	5	6,25	
100–150 kHz	87	5	6,25	6
0,15–1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	6
1–10 MHz	$87 / f^{(0.5)}$	$0,73 /$	$f\,0,92 / f$	6
10–400 MHz	28	0,073	0,092	6
400–2000 MHz	$1,375 \cdot f^{(0.5)}$	$0,0037 \cdot f^{(0.5)}$	$0,0046 \cdot f^{(0.5)}$	6
2–100 GHz	61	0,16	0,20	6
10–300 GHz	61	0,16	0,20	$68 / f^{(1.05)}$

Tabelle 14: ICNIRP-Grenzwertempfehlungen für berufliche Expositionen. Die Frequenz f bezieht sich auf die in der ersten Tabellenspalte angegebene Einheit

Frequenz	elektrische Feldstärke [V/m]	magnetische Feldstärke [A/m]	magnetische Flussdichte [μ T]	Mittelungsdauer [Min]
< 1 Hz	–	163000	200000	
1–8 Hz	20 000	$163000 / f^2$	$200000 / f^2$	

8–25 Hz	20 000	20000 / f	25000 / f	
0,025–0,82kHz	500 / f	20 / f	25 / f	
0,82–65 kHz	610	24.4	30.7	
0,065–0.1 MHz	610	1.6 / f	2.0 / f	
0,01–1 MHz	610	1.6 / f	2.0 / f	6
1–10 MHz	610 / f	1.6 / f	2.0 / f	6
10–400 MHz	61	0.16	0,2	6
400–2000 MHz	$3 \cdot f^{(0.5)}$	$0.008 \cdot f^{(0.5)}$	$0,01 \cdot f^{(0.5)}$	6
2-10 GHz	137	0.36	0.45	6
10–300 GHz	137	0.36	0.45	$68 / f^{(1.05)}$

Grenzwertempfehlungen für optische Strahlung :

Die ICNIRP hat folgende Grenzwertempfehlungen sowohl für kohärente (Laser) und nicht-kohärente optische Strahlung für verschiedene Anwendungsbereiche veröffentlicht.

- Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation), Health Physics Vol. 87, No 2, pp 171-186, 2004.
- Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4µm, Health Physics Vol. 79, No 4, pp 431-440, 2000
- Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3µm), Health Physics Vol. 73, No 3, pp 539-554, 1997
- Guidelines on UV Radiation Exposure Limits, Health Physics, Vol. 71, No. 6, pp 978, 1996
- Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm, Health Physics Vol. 71, No 5, pp 804-819, 1996
- Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation, Health Physics, Vol. 56, No. 6, pp 971-972, 1989

4.2 WHO-Programme

4.2.1 Das EMF-Projekt der WHO

Als Reaktion auf die wachsende Besorgnis der Öffentlichkeit in vielen Mitgliedstaaten über eventuelle gesundheitliche Auswirkungen durch die Belastung mit einer zunehmenden Zahl und Vielfalt von EMF-Quellen hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Mai 1996 ein internationales Projekt zur Beurteilung der Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf Gesundheit und Umwelt ins Leben gerufen.

Dieses internationale EMF-Projekt

- überprüft die wissenschaftliche Literatur hinsichtlich der biologischen Auswirkungen von EMF-Belastungen;

- zeigt Wissenslücken auf, die auf die Notwendigkeit von Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Beurteilung gesundheitlicher Gefahren hinweisen;
- gibt Anregungen für einen zielorientierten Themenkatalog für hochqualifizierte EMF-Forschung;
- beurteilt die gesundheitlichen Gefahren des Einflusses von EMF-Belastungen nach Abschluss der erforderlichen Forschungsarbeiten;
- gibt Anregungen für international akzeptable einheitliche Standards;
- informiert über Risikoerkennung, Risikokommunikation, Risikomanagement und
- bietet Hilfestellung für nationale Programme und nichtstaatliche Institutionen.

Mehr Informationen über das Projekt sowie eine umfangreiche Dokumentation finden sich auf der Website des Programms. Von besonderem Interesse sind die Monographien aus der Reihe „Environmental Health Criteria“, die nebst den ICNIRP-Publikationen die Grundlagen für Risikomanagement im Bereich der EMF darstellen.

Bisher erschienen sind:

- Environmental Health Criteria 137 (1993): Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz), WHO, Geneva, Switzerland, ISBN 92-4-157137-3
- Environmental Health Criteria 69 (1987): Magnetic Fields, WHO, Geneva, Switzerland, ISBN 92-4-154269-1
- Environmental Health Criteria 35 (1984): Extremely Low Frequency (ELF) Fields, WHO, Geneva, Switzerland, ISBN 92-4-154095-8

Vorsorge bei der WHO

Als massgebende internationale Gesundheitsorganisation formuliert die WHO ihre Empfehlungen zu Gesundheit und Sicherheit in der Regel auf Grundlage gesicherter wissenschaftlicher Beweise. An der dritten Europäischen Ministerkonferenz zu Umwelt und Gesundheit 1999 wurde sie jedoch aufgefordert, bei der Einschätzung von Risiken das Vorsorgeprinzip stärker zu berücksichtigen und eine präventivere, proaktivere Haltung in Bezug auf mögliche Gefahren anzunehmen. Die vierte Ministerkonferenz Umwelt und Gesundheit 2004 stand im Zeichen einer besseren Zukunft der Kinder in Europa. Ein wichtiger Punkt der Konferenz war die Anwendung des Vorsorgeprinzips bei Entscheidungen im Bereich Umwelt und Gesundheit

Zurzeit wird ein übergreifendes Rahmenwerk zur Anwendung des Vorsorgeprinzips ausgearbeitet. Dieses soll im Bereich EMF als Pilotprojekt getestet werden, aber dann generell anwendbar sein. Dabei soll das Vorsorgeprinzip nicht nur für die Festlegung gewisser Massnahmen dienen, sondern vielmehr als übergreifendes Prinzip aufgefasst werden, das für den ganzen Prozess: von Problemcharakterisierung, Risikobewertung, Evaluation und Anwendung möglicher Grundsatzoptionen bis und mit Begleitung und Aufarbeitung der Umsetzung und der Festlegung von Forschungsvorhaben, anzuwenden ist. Vorsorgliche Massnahmen sollen einen kontinuierlichen, iterativen Prozess bilden, um nachhaltig nach Möglichkeiten zur Verminderung gesundheitsschädlicher Einwirkungen zu suchen. Ein proaktiver Ansatz in Bezug auf Vorsorge zur Schaffung der Voraussetzungen für Nachhaltigkeit und Gesundheit statt bloss nachträgliche Reaktion auf Prob-

leme, so die WHO, sei zum Wohle der Kinder und zukünftiger Generationen von unschätzbarem Wert.²⁶

4.2.2 Das INTERSUN-Programm der WHO

Das INTERSUN-Programm fördert und bewertet Forschungsarbeiten zu den gesundheitlichen Auswirkungen von UV-Strahlung und erarbeitet den geeigneten Umgang damit mittels Guidelines, Empfehlungen sowie mit der Verbreitung von Information. Im Folgenden sind Schwerpunkte des Programms aufgelistet:

- Wissenschaftliche Forschung für wesentliche, aber ungenügend verstandene Prozesse, die durch UV-Strahlung ausgelöst werden sowie Unterstützung von epidemiologischen Arbeiten;
- UV-Index – ein Instrument zur Erhöhung der öffentlichen Wahrnehmung von Gesundheitsgefahren im Zusammenhang mit UV-Exposition und der Notwendigkeit von Schutzmassnahmen;
- Sonnenschutz für Kinder – ein Rahmenwerk und praktische Unterlagen für erzieherische Aktionen zum Thema Sonnenschutz für Kinder;
- Solarien – obwohl Sonnenlicht die grösste Quelle von UV-Exposition darstellt, werden auch die gesundheitlichen Risiken von Solarien berücksichtigt;
- Tourismus - spezielle Sonnenschutzhinweise für Touristen und Reiseveranstalter;
- Arbeitsmedizin – UV-Strahlung als Gefahr am Arbeitsplatz.

4.2.3 International Agency for Research on Cancer (IARC)

Eine wissenschaftliche Analyse der Krebsrisiken wird im Auftrag der WHO von der International Agency for Research on Cancer (IARC) ausgearbeitet. Die IARC ist ein Teil der Weltgesundheitsorganisation WHO. Ihr erklärtes Ziel ist es, die Forschung bezüglich den Ursachen von Krebs und den Mechanismen der Krebsentstehung zu koordinieren und zu leiten sowie wissenschaftliche Strategien zur Krebsbekämpfung zu entwickeln. Die Ergebnisse ihrer Arbeit werden ebenfalls in einer Monographien-Reihe publiziert. Für die NIS von Bedeutung ist die Monographie:

- Non-Ionizing Radiation, Part I Static and Extremely Low Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields (Vol 80, 2002)

4.3 Vorschriften und Aktivitäten in der EU

4.3.1 NIS-bezogene Dokumente und Erlasse der EU

Im Folgenden sind die wichtigsten Erlasse und Dokumente der EU in Bezug auf NIS aufgelistet. Es sind nur diejenigen Dokumente genannt, die sich mit Strahlung befassen. Andere Aspekte der

²⁶ http://www.who.int/peh-emf/publications/reports/en/precautionary_framework_october2004.pdf

NIS-Quellen wie die elektromagnetische Sicherheit, Kompatibilität usw. werden hier nicht behandelt.

Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF

Das grundlegende Dokument der EU in Bezug auf den Schutz der allgemeinen Bevölkerung ist die Empfehlung des Rates 1999/519/EG zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Die Kernbotschaft der Empfehlung lautet, die ICNIRP-Grenzwerte seien einzuhalten. Damit soll *„die Bevölkerung in der Gemeinschaft vor nachweislich gesundheitsschädlichen Auswirkungen geschützt werden.“* Die Grenzwerte werden als Mindeststandards betrachtet, so dass die Mitgliedstaaten die Möglichkeit haben, strengere Vorschriften zu erlassen.

Gleichzeitig wurden die Normenorganisationen CEN²⁸/CENELEC²⁹/ETSI³⁰ beauftragt, im Bereich der Elektrotechnik, der Informationstechnik und der Telekommunikation harmonisierte Normen zu erarbeiten *„mit Anforderungen zum Schutz des Menschen gegen die gefährlichen Folgen einer Belastung durch elektromagnetische Felder, die von elektrischen Geräten erzeugt werden“*³¹⁻³². Die Normen sollen sich auf Geräte beziehen, die unter die Niederspannungs-Richtlinie³³ und die Richtlinie über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen³⁴ fallen.

Obwohl die Kernbotschaft der Empfehlung auf den *nachgewiesenen* gesundheitlichen Auswirkungen beruht, wurde anerkannt, dass in Situationen mit unsicherer Beweislage Vorsorgemaßnahmen nötig sein können: *„Die Mitgliedstaaten sollten den Fortschritt der wissenschaftlichen Kenntnisse und der Technologie in Bezug auf den Schutz vor nichtionisierender Strahlung unter Berücksichtigung des Vorsorgeaspekts beachten. Sie sollten ferner anhand der Leitlinien einschlägiger internationaler Organisationen, wie der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP), für eine regelmäßige genaue Überprüfung und Beurteilung sorgen.“* (Erw. 19 der Empfehlung)

In der Empfehlung wurde auch die Notwendigkeit, die Bevölkerung angemessen zu informieren, erkannt: *„Zur Steigerung des Risikobewusstseins und zur Aufklärung über die Schutzmaßnahmen gegenüber elektromagnetischen Feldern sollten die Mitgliedstaaten die Verbreitung von Information und praktischen Vorschriften auf diesem Gebiet besonders im Hinblick auf die Auslegung, Installation und Verwendung von Geräten fördern und dabei Expositionsniveaus anstreben, wel-*

²⁷ Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz - 300 GHz), (1999/519/EG); Abl. L 199 vom 30.7.1999, S. 59.

²⁸ CEN: European Committee for Standardization / Europäisches Komitee für Normung, <http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>

²⁹ CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization / Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung, <http://www.cenelec.org/Cenelec/Homepage.htm>

³⁰ ETSI: European Telecommunications Standards Institute, <http://www.etsi.org/>

³¹ Normungsauftrag der Europäischen Kommission M/305 vom 7. September 2000

³² Standardization mandate addressed to CEN, CENELEC and ETSI to develop harmonized standards for the assessment, measurement and calculation of workers' exposure to static magnetic and varying electric, magnetic and electromagnetic fields with frequencies from 0Hz to 300 GHz. (M305)

³³ Richtlinie 73/23/EWG des Rates vom 19. Februar 1973 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Abl. L77 vom 26. März 1973),

³⁴ Richtlinie 99/5/EG des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität (Abl. L91 vom 7. April 1999),

che die empfohlenen Grenzwerte nicht überschreiten.“ (Erw. 17) Und weiter: „Es ist auf eine angemessene Aufklärung über die mit elektromagnetischen Feldern verbundenen Gefahren unter Berücksichtigung der Wahrnehmung der Risiken in der Öffentlichkeit zu achten.“ (Erw.18). Es sind zwei Ziele der Information zu erkennen: Einerseits soll durch entsprechende technische Beratung die Einhaltung der Grenzwerte gewährleistet sein, und andererseits soll die Information der Besorgnis der Bevölkerung entgegen wirken.

Neben Information wird auch der Forschung eine spezielle Bedeutung eingeräumt: „Zur Erweiterung der Kenntnisse über die gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder sollten die Mitgliedstaaten Forschungsarbeiten im Bereich dieser Felder und der menschlichen Gesundheit im Rahmen ihrer nationalen Forschungsprogramme unter Berücksichtigung gemeinschaftlicher und internationaler Forschungsempfehlungen und -anstrengungen, die aus möglichst vielen verschiedenen Quellen stammen, fördern und überprüfen.“

Die Empfehlung bezieht sich ausschliesslich auf EMF. Dabei wurde aber festgehalten, der Gefahrennachweis im optischen Bereich sei noch zu lückenhaft, um auch hier gesetzgeberische Massnahmen zur Exposition der allgemeinen Bevölkerung festzulegen. Es wird aber empfohlen, dass die Richtlinie zu beruflichen Exposition durch optische Strahlung auch für die allgemeine Bevölkerung angewendet werden könne, aber mit zusätzlichen Massnahmen der Prävention.

Richtlinien zum Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch NIS

Die wichtigsten EU-Dokumente im Bezug auf Arbeitnehmerschutz und berufliche Exposition durch NIS sind

- Richtlinie 2004/40/EG³⁵ des EU-Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder);
- Vorschlag der EU-Kommission (10678/04 ,SOC 318, CODEC 838) für eine Richtlinie zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (optische Strahlung)³⁶;
- Die Richtlinie soll die Exposition im ganzen Spektrum (UV, sichtbares und infrarotes Licht) sowohl für inkohärente wie auch für kohärente optische Strahlung regeln.

Mit diesen Erlassen folgte der Rat der Aufforderung des Europäischen Parlaments, gesetzgeberische Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer gegenüber NIS vorzuschlagen.³⁷ Wie in der Empfehlung zum Schutz der allgemeinen Bevölkerung beruht die Kernbotschaft der Richtlinien auf den ICNIRP-Grenzwerten für berufliche Exposition. Ein entsprechendes Mandat für die Erfassung der Expositionen am Arbeitsplatz wurde an die Normierungsgremien erteilt. Im Gegen-

³⁵ Richtlinie 2004/40/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder). ABl. L 159 vom 30. April 2004, S. 1

³⁶ Kommissionsvorschlag 10678/04 (SOC 318, CODEC 838) „Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Optische Strahlung);

³⁷ Resolution on combating the harmful effects of non-ionizing radiation. Official Journal C205, 25/07/1994, p. 0439

satz zu der Empfehlung enthält die Richtlinie keine Bestimmungen zur Anwendung des Vorsorgeprinzips.

Mitteilung der Kommission zur Anwendung des Vorsorgeprinzips

In ihrer Mitteilung vom 2.2.2000³⁸ definiert die Kommission einige Grundsätze, die bei der Anwendung des Vorsorgeprinzips beachtet werden sollen. So hält sie fest: „Das Vorsorgeprinzip ist anzuwenden, wenn wissenschaftliche Beweise ungenügend, nicht schlüssig oder unsicher sind und gemäss einer vorläufigen wissenschaftlichen Risikobewertung begründeter Anlass zur Besorgnis besteht, dass die potentiell gefährlichen Folgen auf die Umwelt und die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen mit dem von der EU angestrebten hohen Schutzniveau unvereinbar sind.“

Die Kommission gibt ferner einige Leitlinien für die Anwendung des Vorsorgeprinzips. Es sei wichtig, dass die Umsetzung eines auf dem Vorsorgeprinzip beruhenden Ansatzes mit einer möglichst umfassenden wissenschaftlichen Risikobewertung beginne, dass in jedem Stadium dieser Bewertung das Ausmass der wissenschaftlichen Unsicherheit ermittelt werde und bei Entscheidungen die möglichen Folgen eines Nichttätigwerdens erwogen werden. Die Grundsätze der Verhältnismässigkeit, Nicht-Diskriminierung und Kohärenz sollten ebenfalls Berücksichtigung finden. Zudem sei das Verfahren so transparent wie möglich zu gestalten.

4.3.2 „Neues Konzept“ („new approach“) und europäische Normen

Die EG hat verschiedene Lösungen entwickelt, um Hindernisse auszuräumen, die dem freien Warenverkehr im Wege standen. Besonders hervorzuheben sind dabei das neue Konzept („new approach“) für die Produktregulierung und das Gesamtkonzept für die Konformitätsbewertung („global approach“). Den beiden sich ergänzenden Konzepten gemeinsam ist, dass sie das Einschreiten des Staates auf ein unentbehrliches Mindestmass beschränken und somit der Industrie bei der Erfüllung ihrer Verpflichtungen gegenüber der Öffentlichkeit den grösstmöglichen Handlungsspielraum gewähren (vgl. auch Kapitel 5.1.5).

Für nationale technische Vorschriften gelten die Bestimmungen der Artikel 28 und 30 des Vertrags zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft (EG-Vertrag)³⁹, die mengenmässige Beschränkungen sowie alle Massnahmen gleicher Wirkung verbieten. Dies heisst:

- in einem Land legal hergestellte bzw. in den Verkehr gebrachte Produkte können im Prinzip in der gesamten Gemeinschaft frei vertrieben werden, sofern diese Produkte Schutzniveaus entsprechen, die mit denen des exportierenden Mitgliedstaats vergleichbar sind, und innerhalb des exportierenden Landes in den Verkehr gebracht werden;
- liegen keine Gemeinschaftsmassnahmen vor, steht es den Mitgliedstaaten frei, in ihrem Hoheitsgebiet Rechtsvorschriften zu erlassen;

³⁸ Mitteilung der EU Kommission „Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips“ (COM 2000 vom 2.2.2002)
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l32042.htm>

³⁹ konsolidierte Fassung des Vertrags zur Gründung der europäischen Gemeinschaft, Amtsblatt Nr. C 325 vom 24. Dezember 2002

- Handelshemmnisse, die sich aus Unterschieden in den Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten ergeben, sind nur in genau definierten und beschränkten Fällen hinnehmbar.

Ein neue ordnungspolitische Verfahrensweise und Strategie wurde in der Entschliessung des Rates von 1985 über eine neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung festgelegt, die die folgenden Grundsätze enthält:⁴⁰

- Die Harmonisierung beschränkt sich auf die wesentlichen Anforderungen;
- Nur Produkte, die den wesentlichen Anforderungen entsprechen, können in den Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden;
- Bei harmonisierten Normen, deren Fundstellen im Amtsblatt veröffentlicht und die in nationale Normen umgesetzt worden sind, ist eine Übereinstimmung mit den entsprechenden wesentlichen Anforderungen anzunehmen;
- Die Anwendung harmonisierter Normen oder anderer technischer Spezifikationen bleibt freiwillig, und den Herstellern steht die Wahl jeder technischen Lösung frei, solange die Konformität mit den wesentlichen Anforderungen gewährleistet ist;
- Hersteller haben die Wahl zwischen verschiedenen Konformitätsbewertungsverfahren, die in den anwendbaren Richtlinien vorgesehen sind;
- Die Konformitätsbewertung liegt in der alleinigen Verantwortung des Herstellers; die nationalen Behörden intervenieren nur im Falle von Marktkontrollen.

Der Hersteller muss unter anderem

- die Konformität seines Produkts bewerten und gegebenenfalls einer neutralen Stelle (benannte Stelle für Konformitätsbewertung) zur Prüfung vorlegen;
- ein technisches Dossier erarbeiten (technische Unterlagen), das Angaben zu Entwurf, Fertigung und Funktionsweise des Produkts enthält;
- eine EG-Konformitätserklärung ausstellen;
- die CE-Kennzeichnung am Produkt anbringen.

Ziel der Marktaufsicht ist es sicherzustellen, dass die Bestimmungen der einschlägigen Richtlinien gemeinschaftsweit eingehalten werden. Sie wird von den nationalen Aufsichtsbehörden vorgenommen, die nötigenfalls Massnahmen zur Durchsetzung der Konformität ergreifen müssen.

4.3.3 NIS-relevante Aktionen in der EU

UV-Prävention

Die EU-Kommission unterstützt die Arbeit der EUROSkin⁴¹, einer unabhängigen europäischen Organisation, deren Ziel es ist, durch verbesserte Prävention die Inzidenz und Mortalität von Hautkrebs zu senken.

⁴⁰ Entschliessung des Rates vom 7. Mai 1985 über eine neue Konzeption auf dem Gebiet der technischen Harmonisierung und der Normung [Entschliessung des Rates (85/C 136/01) - Amtsblatt C 136 vom 4. Juni 1985]

⁴¹ <http://www.euroskin.info/>

Information und Ausbildung im Bereich EMF

Um die Information im Bereich EMF zu fördern, wurde 2004 im Auftrag der „Health and Consumer Protection Directorate-General“ das Projekt „European Information System on Electromagnetic Fields Exposure and Health Impacts (EIS-EMF)“ gestartet.⁴² Ziel des Projekts ist es, innerhalb der EU die Kanäle für eine EMF-Risikokommunikation zu entwickeln und zu implementieren.

EMF-Forschung in der EU

Am 3. März 2004 hat die Europäische Kommission entschieden, drei neue wissenschaftliche Kommissionen für die Bereiche Konsumentensicherheit, öffentliche Gesundheit und Umwelt zu bilden. Deren Rolle liegt darin, „*der Kommission hochwertige und unabhängige wissenschaftliche Einschätzungen zu Konsumentensicherheit oder Gefahren für die öffentliche Gesundheit oder für die Umwelt zu liefern.*“⁴³

Weiterhin hat die Kommission 2004 innerhalb des 6. Rahmenprogramms („Policy-oriented Research on the Impact of Environmental issues on Health in Europe“) eine Forschungs-Koordinationsplattform mit dem Namen „EMF-NET“ gegründet, mit dem Ziel, einen Rahmen für die Koordination der Forschung und für die Verbreitung von Forschungsergebnissen innerhalb der EU zu schaffen.⁴⁴ Das Projekt, dotiert mit 1,5 Mio. € soll vorerst bis 2007 laufen.

COST-Aktion 281 "Potential Health Implications from Mobile Communication Systems".

Im Rahmen von COST (Europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und technischen Forschung) wird im Aktionsprogramm COST 281 die Koordination der europäischen Forschung über gesundheitliche Auswirkungen neuer Kommunikations- und Informationstechnologien gefördert.

Alle diese Dokumente und Aktionen sind neueren Datums und zeigen deutlich die Absicht der EU, den Gesundheitsschutz im Bereich der nichtionisierenden Strahlung, und hier vor allem bezüglich der elektromagnetischen Felder, zu verstärken.

⁴² www.jrc.cec.eu.int/eis-emf

⁴³ Beschluss 2004/210/EG der Kommission vom 3. März 2004 zur Einsetzung Wissenschaftlicher Ausschüsse im Bereich Verbrauchersicherheit, öffentliche Gesundheit und Umwelt
Amtsblatt. vom 04.03.2004, Nr. L 66 S. 45

⁴⁴ <http://www.jrc.cec.eu.int/eis-emf/emfnet.cfm>

5 Gesundheitsschutz und NIS in der Schweiz

5.1 Rechtliche Regelungen

Nachfolgend soll eine Übersicht über die rechtlichen Regelungen bezüglich des Gesundheitsschutzes im Bereich der nicht ionisierenden Strahlung (NIS) dargestellt und die Situation in der Schweiz analysiert werden. Das Hauptgewicht wird auf die Auflistung einerseits jener Erlasse gelegt, welche NIS bereits heute generell oder sektoriell in Bezug auf Anlagen und Geräte regeln. Andererseits sollen jene Erlasse aufgeführt werden, die NIS-relevante Anlagen, Geräte und Themengebiete in ihrem Geltungsbereich erfassen, jedoch noch keine NIS-betreffenden Bestimmungen enthalten. Es soll zudem kurz auf die Regeln zur Vermeidung von technischen Handelshemmnissen eingegangen werden.

Im Einzelnen werden die Fragen nach dem Zweck des Erlasses, der Definition des Gesundheitsschutzes, der Geltung für NIS-relevante Geräte und Anlagen sowie nach den Regelungen bezüglich der Errichtung oder des Inverkehrbringens, des Betriebs oder der Anwendung, der Information und Deklaration geprüft. Zusätzlich soll aufgezeigt werden, in welchen Fällen die schweizerische Regelung auf EG-Recht oder auf internationale technische Produktnormen verweist und durch welche Behörden der Vollzug der Gesetzgebung im Einzelfall erfolgt.

In der geltenden Rechtslage lassen sich grundsätzlich zwei Gebiete unterscheiden, in denen die NIS geregelt ist: Regeln betreffend die allgemeine Bevölkerung (Umweltschutz, Publikumschutz, produktbezogene Regelungen) und Regeln betreffend besondere Personengruppen (Arbeitnehmerschutz, Patientenschutz).

In der Schweiz gibt es für den Schutz im Bereich der NIS keinen umfassenden Gesetzesrahmen, wie es beispielsweise für den Bereich der ionisierenden Strahlung der Fall ist. Im Hinblick auf den allgemeinen Gesundheitsschutz basieren diese Regelungen zudem auf unterschiedlichen Ansätzen. Es gibt einerseits die Bereiche Umwelt- und Arbeitnehmerschutz mit expositionsbezogenen Ansätzen, d.h. der Mensch und seine Exposition durch NIS sowie der Schutz seiner Gesundheit stehen im Zentrum. Diese Rechtserlasse gelten im Prinzip für alle NIS-Quellen, die in den jeweiligen Geltungsbereich der Regelungen fallen. Hinzu kommt der Bereich der produktbezogenen Regelungen. Bestimmte Produkte werden anhand von gemeinsamen Merkmalen in Produktgruppen zusammengefasst und mittels minimalen Anforderungen für das Inverkehrbringen einheitlich geregelt (z.B. Fernmeldeerzeugnisse, Medizinprodukte, Spielzeuge). Diese Erlasse gelten nur für die von ihrem spezifischen Geltungsbereich erfassten NIS-Quellen. Es ist darauf hinzuweisen, dass ein Gerät oder eine Produktkategorie gleichzeitig vom Geltungsbereich mehrerer Rechtserlasse mit unterschiedlichen Schutzzwecken erfasst werden können.

Eine Regelung bezüglich NIS ist im Umweltschutzgesetz (USG)⁴⁵ unter dem Begriff „Strahlen“ und explizit in der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV)⁴⁶ enthal-

⁴⁵ Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz, SR 814.01

⁴⁶ Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, SR 814.710

ten. Ebenso finden sich im Bereich Arbeitnehmerschutz in der Verordnung über die Unfallversicherung (UVV)⁴⁷, in der Verordnung über die Unfallverhütung (VUV)⁴⁸ sowie in den Richtlinien der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) über maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen gesundheitsgefährdender Stoffe und über Grenzwerte für physikalische Einwirkungen (so genannte „MAK-Werte“⁴⁹) explizite Regelungen zu NIS. In den anderen Erlassen des Bundes, die zum Gesundheitsschutz in Bezug auf NIS beigezogen werden können, wird die NIS nicht ausdrücklich erwähnt.

Allgemein lässt sich sagen, dass im Umweltschutz und Arbeitnehmerschutz die rechtliche Regelung in der Schweiz weitgehend befriedigend und ausreichend ist. Im Bereich der produktbezogenen Regelungen gibt es aber Lücken und Mängel, denen mit geeigneten Massnahmen begegnet werden sollte (vgl. auch Kapitel 5.1.5).

Im Kapitel 5.2.1 ist eine tabellarische Darstellung der Ausführungen über die schweizerischen Rechtserlasse zu finden.

5.1.1 NIS in Bezug auf die allgemeine Bevölkerung

In der schweizerischen Gesetzgebung sind Immissionsgrenzwerte für die allgemeine Bevölkerung und die darauf basierenden Emissionsbegrenzungen für elektromagnetische Felder (EMF) nur in der NISV ausdrücklich festgelegt worden. Konkrete Emissionsbegrenzungen sind dabei nur für ortsfeste Anlagen vorgesehen. Für die übrigen von NIS betroffenen Bereiche (EMF von beweglichen Anlagen und Geräten, optische Strahlung von Anlagen und Geräten) besteht kein solcher einheitlicher und horizontal wirkender Grundlagenerlass. Für eine Anzahl EMF-Quellen gibt es in Bezug auf NIS nur ungenügende rechtliche Vorschriften, die hinzu gezogen werden könnten.

5.1.2 Bundesverfassung

Nach Art. 118 der Bundesverfassung⁵⁰ (BV) trifft der Bund im Rahmen seiner Zuständigkeiten Massnahmen zum Schutz der Gesundheit. Dieser Schutzauftrag des Bundes betrifft den Schutz des Menschen vor unmittelbaren Beeinträchtigungen der Gesundheit⁵¹ und gilt im Rahmen seiner expliziten Zuständigkeiten. So erlässt er insbesondere Vorschriften über den Schutz vor ionisierenden Strahlen,⁵² wo er über eine umfassende Gesetzgebungskompetenz verfügt,⁵³ die er vollumfänglich ausgeschöpft hat. In der Schweiz ist damit der Schutz der Gesundheit vor ionisierender Strahlung durch die Strahlenschutzgesetzgebung einheitlich und umfassend geregelt. Für den Schutz der Gesundheit vor nichtionisierender Strahlung (NIS) existiert im heutigen Zeitpunkt kein solcher einheitlicher und umfassender Gesetzesrahmen. NIS wird auf Stufe der Bundesverfassung nicht explizit erwähnt.

⁴⁷ Verordnung vom 20. Dezember 1982 über die Unfallversicherung, SR 832.202

⁴⁸ Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung), SR 832.30

⁴⁹ Broschüre der SUVA „Grenzwerte am Arbeitsplatz 2005“, <http://www.witsp1.suva.ch/sap/its/mimes/waswo/99/pdf/01903-d.pdf>

⁵⁰ Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999, SR 101

⁵¹ Bernhard Ehrenzeller / Philippe Mastronardi / Rainer J. Schweizer / Klaus A. Vallender, *Die Schweizerische Bundesverfassung, Kommentar* (nachfolgend: *Komm. BV*), Rz. 13 zu Art. 74 und Rz. 3 zu Art. 118

⁵² Art. 118 Abs. 1 und Abs. 2 Bst. c BV.

⁵³ *Komm. BV*, Rz. 4 und 5 zu Art. 118.

Nach Art. 74 BV erlässt der Bund Vorschriften über den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen. Der Umweltschutzartikel erfasst die mittelbaren schädlichen Einwirkungen auf den Menschen.⁵⁴ Die Verfassung überträgt dem Bund im Bereich des Umweltschutzes eine umfassende Gesetzgebungskompetenz mit nachträglich derogatorischer Wirkung. Die Bundeskompetenz ist als Querschnittskompetenz ausgestaltet und überschneidet sich mit einer Reihe weiterer Bundeskompetenzen.⁵⁵

NIS wird auf Stufe der Bundesverfassung nicht explizit erwähnt. Für den Schutz der Gesundheit vor nichtionisierender Strahlung (NIS) existiert im heutigen Zeitpunkt kein einheitlicher und umfassender Gesetzesrahmen.

5.1.3 Umweltschutz: Elektromagnetische Felder ortsfester Anlagen

Das Umweltschutzgesetz und die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung

Gestützt auf Art. 74 BV und das Umweltschutzgesetz (USG)⁵⁶ wurde die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung erarbeitet. Sie ist aktuell der einzige Bundeserlass, welcher spezifisch den Schutz vor NIS regelt.

Gemäss Zweckartikel des USG sollen Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen geschützt werden. Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung⁵⁷ (NISV)⁵⁸ soll Menschen vor schädlicher oder lästiger nichtionisierender Strahlung schützen.⁵⁹ Die Grundlage für die Massnahmen zum Schutz vor NIS findet sich in Artikel 11 USG:

- Emissionen müssen mit Massnahmen bei der Quelle begrenzt werden (Abs. 1);
- im Rahmen der Vorsorge müssen Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Abs. 2),
- und schliesslich werden die Emissionsbegrenzungen verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden (Abs. 3). Der Bundesrat bestimmt mit dem Erlass von Immissionsgrenzwerten, was als schädliche oder lästige Einwirkungen gilt. Er berücksichtigt dabei die Wirkung von Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit (Kinder, Kranke, Betagte, Schwangere).⁶⁰

⁵⁴ *Komm. BV, Rz. 13 zu Art. 74 und Rz. 3 zu Art. 118*

⁵⁵ *Z.B. Energieversorgung (Art. 89 ff.), Landwirtschaft (Art. 104) oder Arbeitnehmerschutz (Art. 110). Komm. BV, Rz. 9 und 10 zu Art. 74*

⁵⁶ *Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz, SR 814.01*

⁵⁷ *Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), SR 814.710*

⁵⁸ *Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, SR 814.710*

⁵⁹ *Art. 1 NISV*

⁶⁰ *Art. 13 Abs. 2 USG*

Vom Geltungsbereich des Umweltschutzgesetzes werden nur jene Einwirkungen erfasst, die durch den Bau oder Betrieb von Anlagen erzeugt werden. Als Anlagen gelten insbesondere ortsfeste Einrichtungen. Den Anlagen sind Geräte, Maschinen, Fahrzeuge, Schiffe und Luftfahrzeuge gleichgestellt.⁶¹ Auf die Regelung von beweglichen Geräten in der NISV wurde verzichtet, da diese Produkte international gehandelt werden und der Bundesrat deshalb technische Anforderungen an Geräte nicht im Alleingang festlegen wollte.⁶² So regelt die NISV beispielsweise nicht die Begrenzung der Emissionen von Strahlung, die von elektrischen Geräten wie Mikrowellenöfen, Kochherden, Haushaltgeräten, Elektrowerkzeugen oder Mobiltelefonen erzeugt werden.⁶³ Die NISV gilt auch nicht für Emissionen, die von Anlagen in einem Betrieb stammen und auf das Betriebspersonal einwirken. Für den Schutz des Personals kommen in diesem Fall die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes und über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten⁶⁴ zur Anwendung (siehe Kapitel 5.1.6).

Das zweistufige Schutzkonzept des USG konkretisiert sich auch in der NISV. Deren Geltungsbereich ist jedoch in zweifacher Hinsicht beschränkt:

- In Bezug auf das NIS-Spektrum gilt die NISV nur für EMF, die bei der Übertragung oder Anwendung von elektrischem Strom und bei Sendeanlagen entstehen (Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz⁶⁵). Für die allgemeine Bevölkerung sind für den ganzen genannten Frequenzbereich Immissionsgrenzwerte (IGW) für räumlich ausgedehnte Expositionen durch EMF festgelegt worden, ungeachtet von deren Herkunft. Sie entsprechen den Empfehlungen der ICNIRP und sollen den Schutz des Menschen vor wissenschaftlich gesicherten schädlichen Einwirkungen sicherstellen (siehe auch Kapitel 4.1).⁶⁶ Die IGW müssen überall dort eingehalten werden, wo sich Menschen - auch nur kurzfristig - aufhalten können (Orte für kurzfristigen Aufenthalt; OKA).⁶⁷ Sie gelten jedoch nur für Strahlung, die gleichmässig auf den ganzen menschlichen Körper einwirkt (Ganzkörperexpositionen).
- Hinsichtlich der NIS-Quellen: Soweit es um konkrete emissionsbegrenzende Massnahmen und Zuständigkeiten geht, werden nur jene Einwirkungen geregelt, die durch den Bau oder den Betrieb von ortsfesten (stationären) Anlagen erzeugt werden.⁶⁸ Spezifisch für die genannten stationären Quellen wurden in Konkretisierung des Vorsorgeprinzips zusätzlich so genannte Anlagegrenzwerte (AGW) eingeführt, die strenger sind als die Immissionsgrenzwerte. Der Anlagegrenzwert ist eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung für die von einer einzelnen Anlage allein erzeugte Strahlung⁶⁹ und er ist unabhängig von der effektiv bestehenden Umweltbelastung so tief angesetzt, als dies für die entsprechende Anlagekategorie

⁶¹ Art. 7 Abs. 1 und 7 USG

⁶² Erläuternder Bericht zur NISV, S. 4.

⁶³ Art. 2 Abs. 2 Bst. d NISV

⁶⁴ Art. 74 Abs. 3 BV; Erläuternder Bericht zur NISV, a.a.O., S. 9

⁶⁵ Erläuternder Bericht zur NISV, S. 3. Nicht geregelt werden insbesondere Wärmestrahlung, Licht und Ultraviolettstrahlung.

⁶⁶ Erläuternder Bericht zur NISV vom 23. Dezember 1999, S. 5, unter <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/luft/nis/vorschriften/1.pdf>

⁶⁷ Art. 13 Abs. 1 NISV

⁶⁸ Art. 2 Abs. 1 Bst. a NISV

⁶⁹ Art. 3 Abs. 6 NISV

technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.⁷⁰ Die Anlagegrenzwerte liegen um die Faktoren 10 bis 300 unterhalb der Immissionsgrenzwerte. Sie sind an allen Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN, z.B. Wohnungen und Büros) einzuhalten.⁷¹

Im Anhang 1 NISV werden die Anforderungen der Vorsorge an bestimmte ortsfeste Anlagen in acht Anlagekategorien festgelegt:

1. Hochspannungsleitungen;⁷²
2. Transformatorenstationen;⁷³
3. Unterwerke und Schaltanlagen;⁷⁴
4. Elektrische Hausinstallationen;^{75 76}
5. Eisenbahnen und Strassenbahnen;⁷⁷
6. Sendeanlagen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse;⁷⁸
7. Sendeanlagen für Rundfunk und übrige Funkanwendungen⁷⁹ sowie
8. Radaranlagen.⁸⁰

Bei den elektrischen Hausinstallationen sind fest angeschlossene⁸¹ sowie gesteckte⁸² ortsfeste Erzeugnisse vom Geltungsbereich der NISV ausgeschlossen (siehe Kapitel 5.1.5, Niederspannungserzeugnisse).⁸³

Fällt eine NIS-emittierende Anlage unter eine der Kategorien in Anhang 1 NISV, so muss sie die dort festgelegten Anforderungen der Vorsorge erfüllen - in den meisten Fällen ist dies die Einhaltung des Anlagegrenzwerts (AGW) an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)⁸⁴. Handelt es sich um eine Anlage, die nicht unter eine der Kategorien von Anhang 1 NISV subsumierbar ist,

⁷⁰ Art. 11 Abs. 2 USG, Erläuternder Bericht zur NISV, S. 6 f.

⁷¹ Art. 4 Abs. 1 i.V.m. Art. 3 Abs. 3 NISV

⁷² Frei- und Kabelleitungen zur Übertragung elektrischer Energie, d.h. Wechselstrom-Freileitungen und Wechselstrom-Kabelleitungen mit Einleiterkabeln in getrennten Rohren mit einer Nennspannung von mindestens 1000 V; Anhang 1 Ziffern 1 und 11 NISV

⁷³ Transformation von Hoch- auf Niederspannung; Anhang 1 Ziffern 2 und 21 NISV

⁷⁴ Transformation zwischen zwei verschiedenen Hochspannungsebenen sowie für Hochspannungsschaltanlagen; Anhang 1 Ziffern 3 und 31 NISV

⁷⁵ Elektrische Hausinstallationen nach Art. 14 des Elektrizitätsgesetzes vom 24. Juni 1902 (SR 734.0). Ausgeschlossen sind fest angeschlossene sowie gesteckte ortsfeste Erzeugnisse; Anhang 1 Ziffern 4 und 41 NISV.

⁷⁶ Hausinstallationen nach Art. 14 des Elektrizitätsgesetzes (Definition der Hausinstallation) i.V.m. Artikel 1 Absatz 2 (Definition der Niederspannungsinstallation = Geltungsbereich der NIV) sowie Art. 2 (Liste der Anlagen, die als Niederspannungsinstallation gelten) der Verordnung vom 7. November 2001 über elektrische Niederspannungsinstallation (SR 734.27, NIV).

⁷⁷ Mit Wechselstrom betrieben; Anhang 1 Ziffern 5 und 51 NISV

⁷⁸ Sendeanlagen mit einer gesamten äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W; Anhang 1 Ziffern 6 und 61 NISV

⁷⁹ Anlagen, welche insgesamt eine äquivalente Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W aufweisen und die während mindestens 800 Stunden pro Jahr am gleichen Standort senden; Anhang 1 Ziffern 7 und 71 NISV

⁸⁰ Anlagen, welche eine mittlere äquivalente Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W aufweisen und die während mindestens 800 Stunden pro Jahr am gleichen Standort senden; Anhang 1 Ziffern 8 und 81 NISV

⁸¹ Als fest angeschlossen gelten Erzeugnisse, die mit der speisenden Niederspannungsinstallation direkt, d.h. nicht mittels Steckdose - Stecker, verbunden sind. Diese Erzeugnisse können i.d.R. nicht ohne Zuhilfenahme von Werkzeug und ohne dass die speisende Installation spannungslos gemacht wurde, von dieser getrennt werden. Beispiele: Kochherd, Backofen, Abwaschmaschine, Waschmaschine, Tumbler, etc.) Die Fussbodenheizung und die Heizung sind typischerweise fest angeschlossene Erzeugnisse, die Leitungen gehören grundsätzlich zur Installation.

⁸² Als fest gesteckt gelten Erzeugnisse, die mit der speisenden Installation über Steckdose - Stecker verbunden sind, die aber wegen ihrer Grösse, ihrem Gewicht oder anderen besonderen Eigenschaften (z.B. Einbau) nicht beliebig bewegt werden können, somit "ortsfest" sind. Beispiele: Waschmaschine, Tumbler, Tiefkühltruhe, etc.).

⁸³ Anhang 1 Ziffern 4 und 41 NISV.

⁸⁴ Davon abweichend wird für alte elektrische Leitungen, für alte Fahrleitungsanlagen sowie für elektrische Hausinstallationen nicht die Einhaltung eines AGW, sondern die Erfüllung bestimmter Hardware-Vorschriften verlangt.

so unterliegt sie dennoch dem Vorsorgeprinzip⁸⁵ des USG. Die Vollzugsbehörden müssen bei diesen Anlagen im Einzelfall festlegen, was technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist, denn das Vorsorgeprinzip muss unabhängig von den in der NISV festgehaltenen Grenzwerten umgesetzt werden.⁸⁶

Unabhängig davon, ob Anhang 1 Anforderungen an die Vorsorge definiert, muss die Strahlung sämtlicher Anlagen den Immissionsgrenzwert (IGW) an Orten für kurzfristigen Aufenthalt (OKA) einhalten. Die Strahlung mehrerer Anlagen kann sich überlagern und es muss sichergestellt sein, dass auch bei einer Kumulation der Strahlung der Immissionsgrenzwert nicht überschritten wird.⁸⁷ Steht fest oder ist zu erwarten, dass ein oder mehrere Immissionsgrenzwerte durch eine einzelne Anlage allein oder durch mehrere Anlagen zusammen überschritten werden, so ordnet die Behörde ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen so weit an, bis die Grenzwerte eingehalten werden.⁸⁸

Der Vollzug des Umweltrechts obliegt grundsätzlich den Kantonen, soweit das Gesetz ihn nicht dem Bund vorbehält.⁸⁹ Diese Regelung wird in der NISV für die nichtionisierende Strahlung ausgeführt und konkretisiert.⁹⁰ Der Vollzug erfolgt dann durch den Bund, wenn Bundesbehörden andere Bundesgesetze anwenden und dabei Entscheide über Anlagen treffen, die NIS erzeugen.⁹¹ Dabei geht es in erster Linie um Bewilligungen, Plangenehmigungen oder Konzessionierungen von Anlagen, mit denen Standorte oder ganze Linienführungen bestimmt werden (z.B. Starkstromanlagen, elektrische Leitungen, Transformatorstationen, Unterwerke, Eisenbahnen, Flugsicherungsanlagen, militärische Sendeanlagen). Wo dies nicht der Fall ist, liegt die Zuständigkeit bei den Kantonen (z.B. Mobilfunkantennen, Rundfunksender, Betriebsfunkanlagen, Amateurfunkanlagen).⁹²

Gesamthaft betrachtet sind die umweltrechtlichen Vorschriften mit Bezug auf NIS im Vergleich mit anderen Ländern recht streng. Insbesondere der Anlagegrenzwert (AGW), welcher im Sinne der Vorsorge dem Vorbeugen von unbekanntem Risiken dient, ist im internationalen Vergleich eine spezielle Regelung. Die Ausgestaltung der Vorsorge in diesem Bereich ist in der Schweiz grundsätzlich als vorbildlich zu betrachten. Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) haben zudem den Auftrag, dem Bundesrat eine Anpassung der Immissionsgrenzwerte der NISV zu beantragen, wenn neue wissenschaftliche Kenntnisse über gesundheitliche Auswirkungen dies erfordern⁹³. Gleiches gilt für die Anlagegrenzwerte, wenn der technische Fortschritt emissionsärmere

⁸⁵ Art. 11 Abs. 2 USG

⁸⁶ Art. 4 Abs. 2 NISV; soweit der Bundesrat gewisse Anlagekategorien explizit aus dem Anhang 1 NISV ausgeschlossen hat, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um Bagatellanlagen handelt, für die sich eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung erübrigt. Es handelt sich insbesondere um Sendeanlagen, die weniger als 800 Stunden pro Jahr oder mit einer Leistung von weniger als 6 W ERP senden. Gemäss erläuterndem Bericht zur NISV ebenfalls a priori von Vorsorgemassnahmen unberührt sind elektrische Leitungen und Verkehrsmittel, die mit Gleichstrom betrieben werden.

⁸⁷ Erläuternder Bericht zur NISV, S. 6 f.

⁸⁸ Art. 5 NISV

⁸⁹ Art. 36 i.V.m. Art. 41 USG

⁹⁰ Art. 17 i.V.m. Art. 18 NISV

⁹¹ Art. 18 NISV

⁹² Erläuternder Bericht zur NISV, a.a.O., S. 14 f.

⁹³ Siehe hierzu z.B.: Interpellation Saudan 04.3291: Mobile Funkantennen. Anwendung der NISV.

Technologien betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar erscheinen lässt. Aufgrund der immer noch bestehenden Unsicherheit über die Risiken von NIS ist weitere Forschung und die Auswertung der bestehenden Erkenntnisse allerdings sehr wichtig, um die Immissionsgrenzwerte nach Artikel 14 USG anzupassen, sollte sich herausstellen, dass das bestehende Schutzniveau ungenügend ist.

In der schweizerischen Gesetzgebung sind Immissionsgrenzwerte für die allgemeine Bevölkerung in Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) festgelegt worden. Die Immissionsgrenzwerte gelten für den beschränkten Bereich der Exposition durch EMF.

Konkrete emissionsbegrenzende Massnahmen werden nur für jene NIS vorgeschrieben, die durch den Bau oder den Betrieb von ortsfesten (stationären) Anlagen erzeugt wird. Bei den Immissionsgrenzwerten der NISV handelt es sich um die von der ICNIRP empfohlenen Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung. Darüber hin aus konkretisiert die NISV bei bestimmten Anlagen das Vorsorgeprinzip.

Auf die Regelung von beweglichen Geräten in der NISV wurde verzichtet, da diese Produkte international gehandelt werden und der Bundesrat technische Anforderungen an Geräte nicht im Alleingang festlegen wollte (siehe dazu Kapitel 5.1.7).

5.1.4 Publikumsschutz: optische Strahlung

Schall- und Laserverordnung

Die Schall- und Laserverordnung⁹⁴ (nachfolgend SLV) basiert auf dem Umweltschutzgesetz und bezweckt den Schutz des Publikums vor schädlichen, d.h. gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen bei Veranstaltungen.⁹⁵ Die SLV gilt für Veranstaltungen in Gebäuden und im Freien, bei welchen elektroakustisch erzeugter oder verstärkter Schall auf das Publikum einwirkt oder Laserstrahlen erzeugt werden. Sie gilt nicht für Infra- und Ultraschall.⁹⁶ Nachfolgende Ausführungen beschränken sich auf die Thematik der Laserstrahlen.

Die SLV knüpft an den Schutz des Publikums an Veranstaltungen an und enthält keine produktbezogenen Vorschriften für das Inverkehrbringen von Laseranlagen. Diese Geräte oder Anlagen müssen den anwendbaren Produktebestimmungen entsprechen. Auch der Schutz der Arbeitnehmer ist nicht Gegenstand der SLV. In diesem Fall kommen die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes zur Anwendung (siehe Kapitel 5.1.8). Wer Veranstaltungen mit Laseranlagen durchführt, muss diese so einrichten und betreiben, dass sie beim Publikum keine schädlichen Immissionen erzeugen. Als schädlich gelten insbesondere Immissionen, welche die maximal zulässigen Bestrahlungswerte für direkte Einwirkung von Laserstrahlen auf die Hornhaut des Auges nach

⁹⁴ Verordnung vom 24. Januar 1996 über den Schutz des Publikums von Veranstaltungen vor gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen (Schall- und Laserverordnung), SR 814.49, aktuell in Revision

⁹⁵ Art. 1 Schall- und Laserverordnung

⁹⁶ Art. 2 Schall- und Laserverordnung

der Norm für die Strahlungssicherheit von Lasereinrichtungen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)⁹⁷ überschreiten.⁹⁸ Der Vollzug der SLV erfolgt durch die Kantone.⁹⁹

Die Schall- und Laserverordnung bezweckt den Schutz des Publikums vor schädlichen, d.h. gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen bei Veranstaltungen. Der Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer an Veranstaltungen wird durch die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes festgelegt.

5.1.5 Produktbezogene Regelungen: Elektromagnetische Felder beweglicher Anlagen und optische Strahlung von Anlagen und Geräten

Grundsatz: Neues Konzept und Gesamtkonzept („new and global approach“) sowie technische Produktnormen

Eine Vielzahl der elektrischen Geräte und Anlagen des Alltagsgebrauchs werden in produktbezogenen Erlassen zusammengefasst und mittels minimalen Anforderungen für das Inverkehrbringen einheitlich geregelt. Dies gilt beispielsweise für Telekommunikationsgeräte (z.B. Mobiltelefone), Niederspannungserzeugnisse (z.B. Haushaltsgeräte), Spielzeuge (z.B. elektrische Modelleisenbahn), Medizinprodukte (z.B. Medizinallaser). Zusätzlich zu diesen spezifischen Erlassen fungiert das Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG)¹⁰⁰ als Auffanggesetz. Es kommt subsidiär zur Anwendung, wenn ein Produkt, eine Produktgruppe oder ein spezifisches Produktrisiko nicht explizit geregelt sind.

In den Erlassen zu diesen Produktgruppen werden die Anforderungen an das Produkt für das Inverkehrbringen auf zwei Arten geregelt: Nach dem „new and global approach“ und nach dem Prinzip der anerkannten Regeln der Technik.

Nach dem neuen Konzept und dem Gesamtkonzept („new and global approach“) der EG¹⁰¹ werden für das Inverkehrbringen grundlegende, meist sehr generell gehaltene Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen an das Produkt gestellt. In ihnen wird festgelegt, welche Anforderungen ein bestimmtes Produkt in jedem Fall erfüllen muss, damit es in Verkehr gebracht werden darf (reglementierter Bereich). Zur Konkretisierung dieser grundlegenden Anforderungen können die Behörden technische Normen formell bezeichnen. Nach Möglichkeit ist auf international harmonisierte technische Normen zurück zu greifen. Zusätzlich kann sie auch unabhängige schweizerische Normenorganisationen beauftragen, technische Normen zu schaffen. Sind solche bezeichnet und ist das Produkt nach diesen hergestellt worden, so gilt die Vermutung, dass auch die grundlegenden Anforderungen erfüllt sind. Die Anwendung von bezeichneten technischen Normen bleibt freiwillig. Dies bedeutet gleichzeitig, dass der Hersteller bzw. Inverkehrbringer – unter Übernahme der vollen Nachweispflicht – auch andere Wege zur Erfüllung der grundlegenden Anforder-

⁹⁷ IEC-Norm Nr. 825-1 / SN EN 60825 für Strahlungssicherheit von Laseranlagen, Klassifizierung von Anlagen und Benutzer-Richtlinie (1993)

⁹⁸ Art. 8 Schall- und Laserverordnung

⁹⁹ Art. 10 Abs. 1 Schall- und Laserverordnung

¹⁰⁰ Bundesgesetz vom 19. März 1976 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten, SR 819.1

¹⁰¹ siehe auch: Leitfaden für die Umsetzung der nach dem neuen Konzept und nach dem Gesamtkonzept verfassten Richtlinien. Internetadresse: <http://europa.eu.int/comm/enterprise/newapproach/legislation/guide/document/guidepublicde.pdf>

rungen wählen kann. Nicht alle Geräte, die NIS abgeben, sind durch NIS-spezifische Normen geregelt.

Soweit keine grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen an das Produkt festgelegt wurden, muss es dem Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen bzw. nach den anerkannten Regeln der Technik hergestellt worden sein (nicht reglementierter Bereich). Das Produkt darf bei bestimmungsgemäsem Gebrauch die Sicherheit und Gesundheit der Benutzer oder Dritter nicht gefährden. Unter „anerkannte Regeln der Technik“ sind alle technischen Festlegungen zu verstehen, welche nach national, möglichst aber auch nach international herrschender Auffassung geeignet sind, unter verhältnismässigem Aufwand die Sicherheit eines bestimmten Produkts zu gewährleisten. In Frage kommen in erster Linie internationale oder nationale technische Normen, im Weiteren aber auch Empfehlungen oder andere Festlegungen aus Fachkreisen (z.B. Schweiz. Ingenieur und Architektenverein (SIA), Vereinigung kantonaler Feuerversicherer). Zum Stand von Wissenschaft und Technik zählen auch die Immissionsgrenzwertempfehlungen der ICNIRP.

Der Hersteller bzw. Inverkehrbringer ist verantwortlich dafür, dass ein Produkt vor dem Inverkehrbringen alle nötigen Anforderungen erfüllt. Er muss insbesondere sicherstellen, dass ein Produkt, das auf dem Schweizer Markt in den Verkehr gebracht werden soll, entsprechend den grundlegenden Anforderungen entworfen und hergestellt sowie einer Konformitätsbewertung unterzogen wird. Er muss das Produkt einem in der anwendbaren Regelung vorgesehenen Konformitätsbewertungsverfahren unterziehen, um das entsprechende Konformitätskennzeichen anbringen zu dürfen.¹⁰² Die Einhaltung der Vorschriften wird durch die Behörden mit nachträglichen Stichproben auf dem Markt kontrolliert.

Nach dem neuen Konzept und Gesamtkonzept („New and global approach“) werden an ein Produkt grundlegende, meist sehr generell gehaltene, Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für das Inverkehrbringen gestellt. Diese Anforderungen können durch formell bezeichnete technische Normen konkretisiert werden (reglementierter Bereich).

Soweit keine grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen festgelegt worden, muss das Produkt dem Stand von Wissenschaft und Technik oder den anerkannten Regeln der Technik entsprechen, was ebenfalls durch Heranziehen von technischen Normen beurteilt wird (nicht reglementierter Bereich). Hierzu zählen auch die Immissionsgrenzwertempfehlungen der ICNIRP.

Der Hersteller bzw. Inverkehrbringer ist verantwortlich dafür, dass ein Produkt vor dem Inverkehrbringen alle nötigen Anforderungen erfüllt und einem Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen wird.

Für die Durchsetzung des Gesundheitsschutzes in Bezug auf NIS braucht es für die NIS-relevanten Geräte spezifische grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen sowie konkretisierende technische Normen. Für einen Teil der Produkte bestehen jedoch (noch) keine technischen Normen mit spezifischem NIS-Bezug.

¹⁰² Leitfaden für die Umsetzung der nach dem neuen Konzept und Gesamtkonzept verfassten Richtlinien: <http://europa.eu.int/comm/enterprise/newapproach/legislation/guide/document/guidepublique.pdf>

Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten und dessen Ausführungsverordnungen

Die Gesetzgebung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (TEG) umfasst das Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG)¹⁰³, sowie die folgenden Ausführungserlasse:

- die Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEV),¹⁰⁴
- die Aufzugsverordnung,¹⁰⁵
- die Druckgeräteverordnung¹⁰⁶ sowie
- die Druckbehälterverordnung.¹⁰⁷

Die TEG-Gesetzgebung hat einen doppelten Zweck: die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten sowie die Vermeidung technischer Handelshemmnisse. Das STEG verfügt nicht über einen eigentlichen Zweckartikel, es umschreibt jedoch sein Hauptziel bereits in seinem Titel: die Sicherheit von TEG. Dieser Sicherheitsgedanke wird in der Bestimmung über die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von TEG wieder aufgenommen. TEG dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie bei ihrer bestimmungsgemässen und sorgfältigen Verwendung Leben und Gesundheit der Benutzer und Dritter nicht gefährden.¹⁰⁸

Als TEG gelten insbesondere verwendungsbereite Maschinen, Apparate, Anlagen, Werkzeuge und Schutzausrüstungen, die beruflich oder ausserberuflich benützt werden¹⁰⁹. Der Begriff der technischen Einrichtung oder des technischen Geräts ist sehr weit gefasst und durch das Gesetz nicht abschliessend definiert.¹¹⁰ Eine mögliche Definition des Begriffes „Technik“ ist das „schöpferische Schaffen von Erzeugnissen, Vorrichtungen und Verfahren unter Benutzung der Stoffe und Kräfte der Natur und unter Berücksichtigung der Naturgesetze“.¹¹¹ Bei den im Gesetz ausdrücklich genannten Geräten handelt es sich daher bloss um typische Beispiele.

Dem grundsätzlich weiten sachlichen Anwendungsbereich des STEG steht sein subsidiärer Charakter gegenüber. Das STEG ist als eigentliches Auffanggesetz konzipiert. Es erfasst grundsätzlich alle TEG in seinem Geltungsbereich, kommt jedoch nur zur Anwendung, soweit deren Sicherheit nicht durch andere spezialgesetzliche bundesrechtliche Bestimmungen gewährleistet ist.¹¹² Dies bedeutet, dass die Voraussetzungen des STEG auf Produktkategorien oder Produktheaspekte welche bereits durch andere Gesetze oder Verordnungen des Bundes geregelt sind, keine Anwendung findet (Bsp.: Motorfahrzeuge, Schiffe). Möglich ist allerdings, dass auf ein technisches Gerät sowohl ein STEG-relevanter (spezialrechtlicher) Ausführungserlass als auch ein

¹⁰³ Bundesgesetz vom 19. März 1976 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten, SR 819.1

¹⁰⁴ Verordnung vom 12. Juni 1995 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten, SR 819.11

¹⁰⁵ Verordnung vom 23. Juni 1999 über die Sicherheit von Aufzügen, SR 819.13

¹⁰⁶ Verordnung vom 20. November 2002 über die Sicherheit von Druckgeräten, SR 819.121

¹⁰⁷ Verordnung vom 20. November 2002 über die Sicherheit von einfachen Druckbehältern, SR 819.122

¹⁰⁸ Art. 3 STEG

¹⁰⁹ Art. 2 STEG

¹¹⁰ vgl. Botschaft zum STEG vom 12. Februar 1975 (BBl 1975 I 849) sowie Urteil 531/02 der Rekurskommission UVG vom 26.03.04, S. 9

¹¹¹ Brockhaus-Enzyklopädie, Ausgabe 1973; vgl. auch Urteil 531/02 der Rekurskommission UVG vom 26.03.04, S. 9

¹¹² Art. 1 STEG, siehe auch weiter unten

anderer spezialrechtlicher Erlass anwendbar ist¹¹³. Grundsätzlich erfasst das STEG damit jedes NIS-emittierende TEG, welches nicht durch eine andere bundesrechtliche Bestimmung reglementiert wird, bzw. welches bundesrechtlich anderweitig zwar geregelt ist, aber dessen NIS-bezogenes Teilrisiko ungeregt geblieben ist. In Bezug auf NIS sind somit insbesondere die in den anwendbaren Ausführungserlassen des STEG geregelten Maschinen sowie der nicht geregelte Bereich von Interesse. Die STEG-Gesetzgebung ist auf das Anpreisen und Inverkehrbringen von TEG anwendbar und gilt ausdrücklich nur für neue technische Einrichtungen und Geräte. Occasionsgeräte, die sich bereits auf dem Schweizer Markt befinden, werden grundsätzlich nicht erfasst.

Grundsätzlich müssen TEG gemäss dem neuen Konzept und Gesamtkonzept ("new and global approach") den vom Bundesrat festgelegten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen, oder, wenn keine solchen Anforderungen festgelegt worden sind, nach den anerkannten Regeln der Technik hergestellt worden sein.¹¹⁴ Im geregelten Bereich wird bezüglich der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen jeweils auf europäische Richtlinien verwiesen bzw. werden europäische Richtlinien ins Schweizer Recht umgesetzt. Bei den Maschinen wird auf die Richtlinie RL 98/37/EG¹¹⁵ über Maschinen verwiesen¹¹⁶. In Bezug auf NIS sieht dieser Erlass folgende Regelungen vor:

- Anhang I, Pkt 1.5.10: Die Maschine muss so konzipiert und gebaut sein, dass jegliche Emission von Strahlung durch die Maschine auf das für ihr Funktionieren notwendige Mass beschränkt wird und eine Einwirkung auf die gefährdeten Personen vollständig unterbunden oder auf ein ungefährliches Mass begrenzt wird.
- Anhang I, Pkt 1.5.12: Lasereinrichtungen an Maschinen müssen so konzipiert und gebaut sein, dass unbeabsichtigtes Strahlen verhindert wird und durch die Laserstrahlung keine Gesundheitsgefährdung eintritt.

Das *seco* als zuständiges Bundesamt¹¹⁷ bezeichnet die zur Konkretisierung der grundlegenden Anforderungen geeigneten technischen Normen.¹¹⁸ Da nach Möglichkeit auf international harmonisierte technische Normen zurück zu greifen ist,¹¹⁹ wurden unter der STEG-Gesetzgebung bis heute ausschliesslich Normen bezeichnet, welche von europäischen Normungsorganisationen wie dem Europäischen Komitee für Normung¹²⁰ (CEN), dem Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung¹²¹ (CENELEC) und dem Europäischen Institut für Telekommunikationsnor-

¹¹³ Bsp.: gewisse Maschinen müssen hinsichtlich ihrer mechanischen Risiken der STEV, bezüglich ihrer elektrischen Gefahren aber auch der Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV) und der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) entsprechen.

¹¹⁴ Art. 3 STEG

¹¹⁵ Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen

http://europa.eu.int/comm/enterprise/mechan_equipment/machinery/welcdir.htm

¹¹⁶ Art. 2 Abs. 1 STEV

¹¹⁷ Art. 4a STEG; die Bezeichnung der technischen Normen erfolgt durch das *seco*.

¹¹⁸ Art. 4a Abs. 1 STEG

¹¹⁹ Art. 4a Abs. 2 STEG

¹²⁰ CEN: Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization / Europäisches Komitee für Normung; <http://www.cenorm.be>

¹²¹ CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization / Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung; <http://www.cenelec.org>

men¹²² (ETSI) beschlossen und in der EG zur Konkretisierung der betreffenden Richtlinien anerkannt worden sind. In Bezug auf NIS wurden bisher folgende technische Normen vom seco bezeichnet:

- Maschinen:
 - a) SN EN 12198-1: Sicherheit von Maschinen - Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung -Teil 1: Allgemeine Leitsätze.
 - b) SN EN 12626: Sicherheit von Maschinen - Laserbearbeitungsmaschinen - Sicherheitsanforderungen (ISO 11553:1996 modifiziert).

Der Vollzug der STEG-Gesetzgebung erfolgt durch verschiedene Behörden, deren Zuständigkeit sich nach der Art und Verwendung des TEG richten. Grundsätzlich sind die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva) und die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) für die Kontrolle der TEG im beruflichen, respektive privaten Bereich zuständig (Maschinen, Aufzüge, nicht reglementierter Bereich). Einige TEG unterliegen der Kontrollkompetenz von Fachorganisationen.

Die Kontrollorgane führen stichprobenweise nachträgliche Kontrollen über die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften für TEG durch. Sie verfolgen begründete Hinweise, wonach TEG den Vorschriften nicht entsprechen. Die nachträgliche Kontrolle umfasst einerseits eine formelle Überprüfung (Konformitätserklärung und Vollständigkeit der technischen Unterlagen), sowie andererseits eine Sicht- und Funktionskontrolle.

Das STEG und seine Ausführungsverordnungen regeln subsidiär alle technischen Einrichtungen und Geräte, soweit deren Sicherheit nicht durch andere, spezialgesetzliche bundesrechtliche Bestimmungen gewährleistet ist.

Für einen Teil der Produkte bestehen (noch) keine technischen Normen mit spezifischem NIS-Bezug.

Elektrizitätsgesetz und Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse

Das Elektrizitätsgesetz (EleG)¹²³ regelt die Erstellung und den Betrieb von elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen¹²⁴. Als Schwachstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen normalerweise keine Ströme auftreten können, die für Personen oder Sachen gefährlich sind. Als Starkstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen Ströme benützt werden oder auftreten, die unter Umständen für Personen oder Sachen gefährlich sind.¹²⁵ Starkstromanlagen ihrerseits werden noch einmal unterteilt in Hochspannungsanlagen (mit Spannungen über 1000 V Wechselstrom oder 1500 V Gleichstrom) und Niederspannungsanlagen (mit Spannungen bis und mit 1000 V Wechselstrom oder 1500 V Gleichstrom).^{126 127} Zu den Niederspannungsanlagen gehören auch die Hausinstallationen (elektrische Einrichtungen in Häusern, zugehörigen Räumen und Neben-

¹²² ETSI: European Telecommunications Standards Institute / Europäischen Institut für Telekommunikationsnormen / Institut Européen des normes de télécommunication; <http://www.etsi.org>

¹²³ Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 über die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (EleG), SR 734.0

¹²⁴ Art. 1 EleG

¹²⁵ Art. 2 EleG

¹²⁶ Art. 1 der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV), SR 734.27

¹²⁷ Art. 3 Ziff. 13 und 21 der Starkstromverordnung, SR 734.2

gebäuden).¹²⁸ Der Bundesrat erlässt Vorschriften zur Vermeidung von Gefahren und Schäden, welche durch Stark- und Schwachstromanlagen entstehen.¹²⁹

Die Vorschriften über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung der NISV gelten für alle Hochspannungsanlagen (Leitungen, Schaltanlagen und Unterwerke), für Transformatorenstationen zur Transformierung von Hoch- auf Niederspannung sowie für Niederspannungsinstallationen (Hausinstallationen¹³⁰).¹³¹ Ausgeschlossen bei den Hausinstallationen sind jedoch fest angeschlossene sowie gesteckte ortsfeste Erzeugnisse.¹³² Als fest angeschossen gelten Erzeugnisse, die mit der speisenden Niederspannungsinstallation direkt, d.h. nicht mittels Steckdose - Stecker, verbunden sind. Diese Erzeugnisse können i.d.R. nicht ohne Zuhilfenahme von Werkzeug und ohne dass die speisende Installation spannungslos gemacht wurde, von dieser getrennt werden (z.B. Kochherd, Backofen, Abwaschmaschine, Waschmaschine, Tumbler, etc.) Die Fussbodenheizung und die Heizung sind typischerweise fest angeschlossene Erzeugnisse, die Leitungen gehören grundsätzlich zur Installation.

Als fest gesteckt gelten Erzeugnisse, die mit der speisenden Installation über Steckdose - Stecker verbunden sind, die aber wegen ihrer Grösse, ihrem Gewicht oder anderen besonderen Eigenschaften (z.B. Einbau) nicht beliebig bewegt werden können, somit "ortsfest" sind (z.B. Waschmaschine, Tumbler, Tiefkühltruhe, etc.) Ausgenommen vom Geltungsbereich der NISV sind ebenfalls die elektrischen Geräte (siehe Kapitel 5.1.3).¹³³

Niederspannungserzeugnisse werden in der Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse¹³⁴ (NEV) geregelt. Das Hauptziel der NEV ist die Sicherheit von Niederspannungserzeugnissen. So dürfen diese bei bestimmungsgemäsem und möglichst auch bei voraussehbarem unsachgemäßem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen gefährden.¹³⁵ Die NEV gilt für Geräte und Anlagen zur Verwendung mit einer Nennspannung bis 1000 V Wechselspannung oder bis 1500 V Gleichspannung (Niederspannungserzeugnisse). Sie gilt nicht für Niederspannungserzeugnisse, deren elektrische Sicherheit in Spezialerlassen geregelt ist (z.B. Medizinprodukte, Spielzeuge).¹³⁶ Die Niederspannungserzeugnisse werden nach dem europäischen „new and global approach“ geregelt und die NEV umschreibt die Anforderungen an ein Erzeugnis für die Phase des Inverkehrbringens.¹³⁷

Im reglementierten Bereich dürfen Niederspannungserzeugnisse zur Verwendung mit einer Nennspannung zwischen 50 V und 1000 V Wechselspannung oder zwischen 75 V und 1500 V Gleichspannung nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie den grundlegenden Anforderungen

¹²⁸ Art. 14 EleG

¹²⁹ Art. 3 Abs. 1 EleG

¹³⁰ Elektrische Hausinstallationen nach Art. 14 (Definition der Hausinstallation) des Elektrizitätsgesetzes i.V.m. Artikel 1 Absatz 2 (Definition der Niederspannungsinstallation = Geltungsbereich der NIV) sowie Art. 2 (Liste der Anlagen, die als Niederspannungsinstallationen gelten) der Verordnung vom 7. November 2001 über elektrische Niederspannungsinstallationen (SR 734.27, NIV).

¹³¹ Anhang 1 NISV

¹³² Anhang 1 Ziffern 4 und 41 NISV.

¹³³ Art. 2 Abs. 2 Bst. d NISV

¹³⁴ Verordnung vom 9. April 1997 über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV), SR 734.26

¹³⁵ Art. 3 NEV

¹³⁶ Art. 1 Abs. 1 und 2 NEV

¹³⁷ Art. 2 Abs. 1 und 2 NEV

nach Anhang I der EG-Richtlinie 73/23 vom 19. Februar 1973 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (EG-Niederspannungsrichtlinie) entsprechen.¹³⁸

Anhang 1 der EG-Niederspannungsrichtlinie schreibt als Sicherheitsziel vor, dass mit technischen Massnahmen die Entstehung von Temperaturen, Lichtbogen oder Strahlungen, aus denen sich Gefahren ergeben können, verhindert wird.¹³⁹ Schutzgegenstand gemäss EG-Niederspannungsrichtlinie (und damit auch gemäss NEV) ist neben der elektrischen Sicherheit im engeren Sinn (Elektroschock, Isolationsmängel, Schutz vor Stromschlägen) beispielsweise auch der Schutz vor akustischen Schäden (z.B. bei Telefonen) und vor NIS. Das Bundesamt für Energie (BFE) bezeichnet im Einvernehmen mit dem Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) die technischen Normen, die geeignet sind, die grundlegenden Anforderungen der EG-Niederspannungsrichtlinie zu konkretisieren. Soweit möglich bezeichnet es international harmonisierte Normen. Das Bundesamt kann unabhängige schweizerische Normenorganisationen beauftragen, technische Normen zu schaffen.¹⁴⁰

Andere Niederspannungserzeugnisse mit einer Nennspannung bis 50 V Wechselspannung oder bis 75 V Gleichspannung sowie Niederspannungserzeugnisse, die in Anhang II der EG-Niederspannungsrichtlinie aufgelistet sind, müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen (nicht reglementierter Bereich). Als anerkannte Regeln der Technik gelten insbesondere die international harmonisierten Normen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC)¹⁴¹ und des Europäischen Komitees für elektrotechnische Normung (CENELEC),¹⁴² und - wo solche fehlen - schweizerische Normen.¹⁴³

Der Vollzug der Elektrizitätsgesetzgebung obliegt dem Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI). Dieses prüft bei den genehmigungspflichtigen Anlagen im Rahmen der Plangenehmigung und bei den Erzeugnissen und den Anlagen, die nicht der Plangenehmigung unterliegen, im Rahmen der Marktüberwachung und der Oberaufsicht über die elektrischen Anlagen, ob die gesetzlichen Vorschriften in Bezug auf elektrische Sicherheit im engeren Sinn und Gesundheitsschutz im weiteren Sinne eingehalten sind.¹⁴⁴

Das EleG und seine Ausführungsverordnungen regeln den Aspekt der elektrischen Sicherheit von Geräten und Anlagen, welche nicht durch eine andere spezialgesetzliche Bestimmung geregelt werden.

Stationäre Hochspannungs- und Niederspannungsanlagen sowie Transformatorenstationen werden durch die NISV erfasst.

¹³⁸ Art. 4 NEV

¹³⁹ RL 73/23/EG, Anhang I, Art. 2 Bst. b

¹⁴⁰ Art. 5 NEV

¹⁴¹ IEC: International Electrotechnical Commission / Commission Electrotechnique Internationale / Internationale Elektrotechnische Kommission, <http://www.iec.ch>

¹⁴² CENELEC: Comité Européen de Normalisation Electrotechnique / European Committee for Electrotechnical Standardization / Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung, <http://www.cenelec.org>

¹⁴³ Art. 9 NEV

¹⁴⁴ Art. 1 Abs. 1 i.V.m. Art. 2 der Verordnung vom 7. Dezember 1992 über das Eidgenössische Starkstrominspektorat, SR 734.24

Für einen Teil der Produkte bestehen (noch) keine technischen Normen mit spezifischem NIS-Bezug.

Fernmeldegesetz und Verordnung über Fernmeldeanlagen

Das Fernmeldegesetz¹⁴⁵ (FMG) zielt darauf ab, dass der Bevölkerung und der Wirtschaft vielfältige, preiswerte, qualitativ hoch stehende sowie national und international konkurrenzfähige Fernmeldedienste angeboten werden.¹⁴⁶ Der Gesundheitsschutz ist nicht Hauptzweck, sondern eine Voraussetzung für das Inverkehrbringen von Fernmeldeanlagen.

Als Fernmeldeanlagen gelten Geräte, Leitungen oder Einrichtungen, die zur fernmeldetechnischen Übertragung von Informationen bestimmt sind oder benutzt werden. Die fernmeldetechnische Übertragung erfolgt durch elektrisches, magnetisches, optisches oder anderes elektromagnetisches Senden oder Empfangen von Informationen über Leitungen oder Funk (zwischen 9 kHz und 3000 GHz).¹⁴⁷ Optische Anlagen (z.B. Laseranlagen), die zur fernmeldetechnischen Übertragung von Informationen bestimmt sind, werden nicht erfasst.

Nach dem europäischen Vorbild des „new and global approach“ kann der Bundesrat grundlegende fernmeldetechnische Anforderungen für das Anbieten, das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme erlassen. Das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) bezeichnet die technischen Normen, bei deren Einhaltung vermutet wird, dass die grundlegenden Anforderungen erfüllt sind (siehe Tabelle 23).

Hat der Bundesrat keine grundlegenden Anforderungen festgelegt, so muss die Fernmeldeanlage den anerkannten Regeln der Fernmeldetechnik entsprechen.¹⁴⁸ Aus Gründen der fernmeldetechnischen Sicherheit kann das BAKOM vorschreiben, dass Fernmeldeanlagen nur an besonders befähigte Personen abgegeben werden dürfen.¹⁴⁹

Das Anbieten, Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Fernmeldeanlagen wird in der Verordnung über Fernmeldeanlagen¹⁵⁰ (FAV) geregelt, die inhaltlich die Richtlinie 1999/5/EG über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität¹⁵¹ umsetzt. Damit eine Fernmeldeanlage in Verkehr gebracht werden darf, muss sie drei grundlegende Anforderungen¹⁵² erfüllen:

- Schutz der Gesundheit und der Sicherheit der BenutzerInnen und anderer Personen,
- elektromagnetische Verträglichkeit,¹⁵³

¹⁴⁵ Fernmeldegesetz vom 30. April 1997 (FMG), SR 784.10

¹⁴⁶ Art. 1 Abs. 1 FMG

¹⁴⁷ Art. 3 Bst. c und d FMG

¹⁴⁸ Art. 31 Abs. 1 - 4 FMG

¹⁴⁹ Art. 31 Abs. 5 FMG

¹⁵⁰ Verordnung vom 14. Juni 2002 über Fernmeldeanlagen, SR 784.101.2

¹⁵¹ Richtlinie 1999/5/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität

¹⁵² Art. 6 i.V.m. Art. 7 Abs. 1 FAV

¹⁵³ Die Verordnung vom 9. April 1997 über die elektromagnetische Verträglichkeit (SR 734.5) versucht elektromagnetische Störungen zwischen Geräten zu verhindern. Geräte dürfen bei bestimmungsgemäsem und möglichst auch bei voraussehbarem unsachgemäßem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen andere Geräte nicht elektromagnetisch stören (Art. 1 und Art. 3 Abs. 1 VEMV, z.B. Herzschrittmacher). Die VEMV regelt damit nicht die NIS-Problematik in Bezug auf den Menschen.

- effektive Nutzung des zugewiesenen Spektrums.

Die FAV verweist in Bezug auf den Gesundheitsschutz und die elektrische Sicherheit von Fernmeldeanlagen auf die EG-Niederspannungsrichtlinie¹⁵⁴ ohne Anwendung der Spannungsgrenze. Diese Richtlinie ist in der weiter oben bereits erwähnten Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV)¹⁵⁵ umgesetzt. Die Bezeichnung der technischen Normen, bei deren Einhaltung vermutet wird, dass die grundlegenden Anforderungen im Bereich Gesundheitsschutz insbesondere in Bezug auf NIS erfüllt sind, werden durch das Bundesamt für Energie (BFE) erfolgen (siehe Tabelle 23).

Eine Fernmeldeanlage darf nur erstellt und betrieben werden, wenn sie zum Zeitpunkt ihres erstmaligen Inverkehrbringens, Erstellens oder Inbetriebnehmens den dafür geltenden Vorschriften entsprach und in diesem Zustand erhalten wurde.¹⁵⁶ Stationäre Fernmeldeanlagen müssen bei deren Betrieb zusätzlich den Anforderungen der NISV¹⁵⁷ genügen (Sendeanlagen für Mobilfunk wie z.B. GSM- und UMTS-Basisstationen, Sendeanlagen für Rundfunk).

Der Vollzug betreffend elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) sowie effektiver Nutzung des Spektrums obliegen dem BAKOM, während das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) für die Aspekte der elektrischen Sicherheit und des Gesundheitsschutzes zuständig ist (grundlegende Anforderungen nach Art. 7 Abs. 1 Bst. a FAV).¹⁵⁸

Das FMG und die FAV regeln die fernmeldetechnische Sicherheit von Fernmeldeanlagen (Geräte, Leitungen und Einrichtungen).

In Bezug auf den Gesundheitsschutz und die elektrische Sicherheit von Fernmeldeanlagen verweist die FAV auf die NEV und die EG-Niederspannungsrichtlinie.

Stationäre Sendeanlagen werden durch die NISV erfasst.

Für einen Teil der Produkte bestehen (noch) keine technischen Normen mit spezifischem NIS-Bezug.

Lebensmittelgesetz, Lebensmittel- und Gebrauchsgegenstände- sowie Spielzeugverordnung

Das Lebensmittelgesetz (LMG)¹⁵⁹ als Grundlagengesetz bezweckt, die Konsumenten vor Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen zu schützen, welche die Gesundheit gefährden können.¹⁶⁰

Gebrauchsgegenstände dürfen bei bestimmungsgemäsem oder üblicherweise zu erwartendem Gebrauch die Gesundheit nicht gefährden.¹⁶¹ Bei Spielzeugen muss zusätzlich das übliche Verhalten von Kindern berücksichtigt werden.¹⁶² Der Gesundheitsschutz ist damit Hauptzweck dieses Zweiges der Gesetzgebung.

¹⁵⁴ EG-Richtlinie 73/23 vom 19. Februar 1973 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie), die in der Schweiz wiederum in der Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV, SR 734.26) umgesetzt wurde.

¹⁵⁵ Art. 6 Abs. 3 FAV

¹⁵⁶ Art. 32 FMG

¹⁵⁷ SR 814.710

¹⁵⁸ Verordnung vom 7. Dezember 1992 über das Eidgenössische Starkstrominspektorat, SR 734.24

¹⁵⁹ Bundesgesetz vom 09. Oktober 1992 über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz, LMG), SR 817.0

¹⁶⁰ Art. 1 Bst. a LMG

¹⁶¹ Art. 14 Abs. 1 LMG, Art. 30 Abs. 1 LGV

¹⁶² Art. 43 Abs. 2 LGV

Der Bundesrat hat zu diesem Zweck die Anforderungen an die Gebrauchsgegenstände und deren Beschriftung festgelegt sowie die Verwendung bestimmter Stoffe eingeschränkt oder verboten.¹⁶³ Die anwendbaren Rechtserlasse sehen punktuell Grenzwerte oder Verbote für bestimmte Stoffe vor. Die wichtigsten Bestimmungen im Bereich der Gebrauchsgegenstände (inkl. Spielzeuge) sind im LMG, in der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung¹⁶⁴ (LGV) und in der Spielzeugverordnung¹⁶⁵ (VSS) enthalten. Die VSS setzt die europäische Richtlinie 88/378/EWG¹⁶⁶ (Spielzeugrichtlinie) gleichwertig um. Gebrauchs- und Verbrauchsgegenstände im Sinne des LMG sind Gegenstände, die nicht als Heilmittel angepriesen werden und unter eine der im Gesetz beschriebenen Produktkategorien fallen.¹⁶⁷

Als Spielzeug gelten alle Gebrauchsgegenstände, die dazu gestaltet oder offensichtlich dazu bestimmt sind, von Kindern bis 14 Jahren zum Spielen verwendet zu werden.¹⁶⁸ Nicht als Spielzeuge im Sinne der VSS gelten:

- Elektroöfen, Bügeleisen und andere funktionelle Erzeugnisse, die mit einer Nennspannung von mehr als 24 V betrieben werden, sowie
- Videospiele, die an ein Videobildschirmgerät angeschlossen werden können und die mit einer Nennspannung von mehr als 24 V betrieben werden.¹⁶⁹

NIS-relevante Geräte sind beispielsweise funkgesteuerte Spielzeuge (bis 9 kHz, z.B. Autos, Schiffe, Funkgeräte für Kinder) und elektrisch angetriebenes Spielzeug (z.B. Modelleisenbahnen). Spielzeuge, welche eine fernmeldetechnische Einrichtung enthalten (zwischen 9 kHz und 3000 GHz,¹⁷⁰ z.B. Walkie-Talkie, funkgesteuerte Spielzeuge) unterstehen der Fernmeldeverordnung.¹⁷¹

Bei Spielzeugen werden im Sinne des „new and global approach“ alle möglichen Ansätze einer Gesundheitsgefährdung geprüft. So müssen Spielzeuge die wesentlichen Sicherheitsanforderungen erfüllen, welche physikalische, chemische, elektrische und thermische Anforderungen an die Produkte stellen sowie Vorschriften in Bezug auf die Entflammbarkeit, Hygiene und Radioaktivität aufstellen.¹⁷² In Bezug auf die Anforderungen an die elektrische Sicherheit eines Spielzeugs werden in der VSS einige spezielle Regelungen aufgestellt¹⁷³ und die EN-Norm 50088 über die Sicherheit von elektrischem Spielzeug als technische Norm bezeichnet, welche geeignet ist, die wesentlichen Sicherheitsanforderungen zu konkretisieren.¹⁷⁴ Ergänzend wird auf die Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV) verwiesen.¹⁷⁵

¹⁶³ Art. 14 Abs. 2 LMG

¹⁶⁴ Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung vom 23. November 2005 (LGV), SR 817.02

¹⁶⁵ Verordnung des EDI vom 27. März 2002 über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung, VSS), SR 817.044.1

¹⁶⁶ Richtlinie 88/378/EWG des Rates vom 03. Mai 1988 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Sicherheit von Spielzeug

¹⁶⁷ Art. 5 LMG

¹⁶⁸ Art. 43 Abs. 1 LGV

¹⁶⁹ Anhang 1, Ziffern 13 und 18 VSS

¹⁷⁰ Art. 3 Bst. c und d FMG

¹⁷¹ SR 784.101.2

¹⁷² Anhang 2, II. Titel, Ziffern 1 - 6 VSS

¹⁷³ Anhang 2, II. Titel, Ziffer 4 Buchstaben a - c VSS

¹⁷⁴ Art. 4 und Anhang 4 VSS

¹⁷⁵ Anhang 2, II. Titel, Ziffer 4 Buchstabe d VSS

Zur NIS-Problematik werden im heutigen Zeitpunkt keine speziellen Massnahmen oder Grenzwerte vorgeschrieben und sie ist damit in der geltenden Lebensmittelgesetzgebung nicht ausdrücklich geregelt. Es bestehen im heutigen Zeitpunkt auch keine technischen Normen zu NIS.

Das LMG umfasst alle Stufen des Inverkehrbringens, d.h. das Herstellen, Behandeln, Lagern und Abgeben, das Kennzeichnen und Anpreisen sowie die Einfuhr, Durchfuhr und Ausfuhr. Nicht erfasst werden Gebrauchsgegenstände, die für den Eigengebrauch bestimmt sind und Stoffe sowie Erzeugnisse, welche der Heilmittelgesetzgebung unterliegen.¹⁷⁶ Es bestehen für Spielzeuge keine Umgangs- oder Instandhaltungspflichten für die Zeit nach der Abgabe an die Konsumenten.

Die Lebensmittelgesetzgebung basiert auf der primären Selbstkontrolle durch die Hersteller / Importeure und der sekundären stichprobenhaften, nachträglichen Marktkontrolle durch die Behörden.¹⁷⁷ Der Vollzug der Gesetzgebung liegt hauptsächlich bei den Kantonen¹⁷⁸ und beschränkt beim Bund (für Einfuhr, Durchfuhr und Ausfuhr¹⁷⁹). Der Gesundheitsschutz als Grundziel der Lebensmittelgesetzgebung wird beim Vollzug in diesem Rahmen gebührend berücksichtigt.

Die Lebensmittelgesetzgebung bezweckt den Schutz der Konsumenten vor gesundheitsgefährdenden Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen (inklusive Spielzeug).

Im heutigen Zeitpunkt werden zur NIS-Problematik keine speziellen Massnahmen oder Grenzwerte vorgeschrieben. Es bestehen keine technischen Normen zu NIS.

Heilmittelgesetz und Medizinprodukteverordnung

Das schweizerische Heilmittelgesetz¹⁸⁰ (HMG) soll zum Schutze der Gesundheit von Mensch und Tier gewährleisten, dass nur qualitativ hoch stehende, sichere und wirksame Arzneimittel und Medizinprodukte in Verkehr gebracht werden.¹⁸¹ Wer mit Heilmitteln umgeht, muss dabei alle Massnahmen treffen, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlich sind, damit die Gesundheit von Mensch und Tier nicht gefährdet wird.¹⁸² Ein Medizinprodukt darf bei seiner bestimmungsgemässen Verwendung die Gesundheit der AnwenderInnen, der KonsumentInnen, der PatientInnen sowie Dritter nicht gefährden.¹⁸³ Der Gesundheitsschutz ist damit Hauptzweck dieses Zweiges der Gesetzgebung.

In der Schweiz werden Medizinprodukte nach dem europäischen „new and global approach“ geregelt; die gesetzlichen Grundlagen finden sich im HMG und in der Medizinprodukteverordnung¹⁸⁴ (MepV). Der Bundesrat legt die grundlegenden Anforderungen an Medizinprodukte fest und das Schweizerische Heilmittelinstitut (Swissmedic) bezeichnet die technischen Normen, die geeignet sind, diese grundlegenden Anforderungen zu konkretisieren.¹⁸⁵ Bezüglich der Voraus-

¹⁷⁶ Art. 2 Abs. 1 und 4 LMG

¹⁷⁷ Art. 23 ff. LMG

¹⁷⁸ Art. 40 Abs. 1 LMG

¹⁷⁹ Art. 32 Abs. 1 LMG

¹⁸⁰ Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über Arzneimittel und Medizinprodukte, SR 812.21

¹⁸¹ Art. 1 Abs. 1 HMG

¹⁸² Art. 3 HMG

¹⁸³ Art. 45 Abs. 1 HMG

¹⁸⁴ Medizinprodukteverordnung (MepV) vom 17. Oktober 2001, SR 812.213

¹⁸⁵ Art. 45 Abs. 3 und 4 HMG

setzungen für das Inverkehrbringen verweist die MepV auf verschiedene europäische Richtlinien.¹⁸⁶:

- für klassische Medizinprodukte auf die Richtlinie 93/42/EWG¹⁸⁷ (Medizinprodukterichtlinie);
- für In-vitro-Diagnostik auf die Richtlinie 98/79/EG;¹⁸⁸
- für aktive implantierbare Medizinprodukte auf die Richtlinie 90/385/EWG.¹⁸⁹

Die Produkte müssen so ausgelegt und hergestellt sein, dass ihre Anwendung weder den klinischen Zustand und die Sicherheit der Patienten noch die Sicherheit und die Gesundheit der Anwender oder gegebenenfalls Dritter gefährdet, wenn sie unter den vorgesehenen Bedingungen und zu den vorgesehenen Zwecken eingesetzt werden, wobei etwaige Risiken verglichen mit der nützlichen Wirkung für den Patienten vertretbar und mit einem hohen Mass des Schutzes von Gesundheit und Sicherheit vereinbar sein müssen.¹⁹⁰

In Bezug auf die NIS-Problematik und den Gesundheitsschutz werden in der Medizinprodukterichtlinie spezielle Anforderungen gestellt.¹⁹¹ Grundsätzlich müssen die Produkte so ausgelegt und hergestellt sein, dass die Strahlenexposition von Patienten, Anwendern und sonstigen Personen so weit verringert wird, wie dies mit der Zweckbestimmung der jeweiligen für therapeutische oder diagnostische Zwecke angezeigten Dosiswerte nicht beschränkt wird.¹⁹²

Für die Strahlenexposition der Patienten bestehen keine Grenzwerte. Die Exposition richtet sich nach dem gewünschten Behandlungseffekt und nach dem Optimierungsprinzip. Der Gesundheitsschutz des medizinischen Personals vor NIS wird durch die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes und über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten¹⁹³ festgelegt (siehe Kapitel 5.1.8).

Medizinprodukte lassen sich bezüglich NIS und Gesundheitsschutz in drei Gruppen unterteilen:

1. Medizinprodukte, die nichtionisierende Strahlung zu einem medizinischen Zweck abgeben (beabsichtigte Strahlung). Es wird zum Teil sehr starke Strahlung in Kauf genommen, wenn sich der medizinische Nutzen für den Patienten rechtfertigen lässt. Beispiele: Medizinische Laser (optische Strahlung) oder Magnetresonanztomographen (elektromagnetische Felder). Die Medizinprodukterichtlinie führt hierzu aus: Bei Produkten, die zum Aussenden von Strahlung in einer gefährlichen Dosierung ausgelegt sind, die zur Erreichung eines speziellen medizinischen Zwecks erforderlich ist, dessen Nutzen als vorrangig gegenüber den von der Emission ausgelösten Risiken angesehen werden kann, muss es dem Anwender möglich sein, die Emission zu kontrollieren. Diese Produkte müssen so ausgelegt und hergestellt sein, dass die Reproduzierbarkeit und Toleranz relevanter variabler Parameter gewährleistet ist. Produkte, die zum Aussenden von potentiell gefährlichen sichtbaren und/oder unsichtbaren Strah-

¹⁸⁶ Art. 4 Abs. 1 MepV

¹⁸⁷ Richtlinie 93/42/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 über Medizinprodukte

¹⁸⁸ Richtlinie 98/79/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 1998 über In-vitro-Diagnostika

¹⁸⁹ Richtlinie 90/385/EWG des Rates vom 20. Juni 1990 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über aktive implantierbare medizinische Geräte

¹⁹⁰ Anhang I, I. Titel, Abschnitt 1 RL 93/42/EWG

¹⁹¹ Anhang I, II. Titel, Abschnitt 11 RL 93/42/EWG

¹⁹² Anhang I, II. Titel, Abschnitt 11.1 RL 93/42/EWG

¹⁹³ Erläuternder Bericht zur NISV, a.a.O., S. 9

lungen bestimmt sind, müssen, soweit durchführbar, mit visuellen und/oder akustischen Einrichtungen zur Anzeige dieser Strahlungen ausgestattet sein.¹⁹⁴

2. Medizinprodukte, die nichtionisierende Strahlung nicht zu einem medizinischen Zweck abgeben, die aber direkt im oder am Patienten eingesetzt werden (unbeabsichtigte Strahlung). Der Einsatz kann zum Teil über sehr lange Zeit erfolgen. Beispiele: Medizinische Betten oder aktive Implantate (z.B. Herzschrittmacher). Nach der Medizinprodukterichtlinie müssen Produkte so ausgelegt und hergestellt sein, dass die Exposition von Patienten, Anwendern und sonstigen Personen gegenüber unbeabsichtigter Strahlung bzw. Streustrahlung so weit wie möglich verringert wird.¹⁹⁵
3. Medizinprodukte, die nichtionisierende Strahlung nicht zu einem medizinischen Zweck abgeben und die nicht direkt im oder am Patienten eingesetzt werden. Beispiele: Sterilisatoren oder Labordiagnosegeräte. Nach der Medizinprodukterichtlinie muss die Gebrauchsanweisung von Produkten, die Strahlungen aussenden, genaue Angaben zur Art der Strahlenemissionen, zu den Möglichkeiten des Strahlenschutzes für Patienten und Anwender und zur Vermeidung von Missbrauch und installationsbedingten Risiken beinhalten.¹⁹⁶

Bei der Wahl der angemessenen Lösungen zur Einhaltung dieser Anforderungen muss der Hersteller gemäss den Medizinprodukterichtlinien folgende Grundsätze anwenden, und zwar in der angegebenen Reihenfolge:

1. Beseitigung oder Minimierung der Risiken,
2. Ergreifen angemessener Schutz- und Alarmvorrichtungen,
3. Unterrichtung der Benutzer über Restrisiken.

Für jedes Medizinprodukt muss der Hersteller vor dem Inverkehrbringen eine Risikoanalyse durchgeführt haben und diese in seinem Risikomanagement laufend aktualisieren. Die Risikoanalyse muss falls erforderlich auch die Aspekte des Gesundheitsschutzes bei nichtionisierenden Strahlen enthalten¹⁹⁷.

Die schweizerische MepV regelt durch produktbezogene Vorschriften und nach dem „new and global approach“ neben dem Inverkehrbringen¹⁹⁸ (z.B. Meldepflicht) auch den Umgang und die Abgabe von Medizinprodukten sowie die Produktebeobachtung.¹⁹⁹ Gewisse Produkte dürfen nur auf ärztliche Verschreibung abgegeben werden und bei gewissen Produktgruppen können fachliche und betriebliche Voraussetzungen für die Anwendung durch Fachpersonen verlangt werden.²⁰⁰ So sind seit dem 1. September 2004 für die Anwendung von Kosmetiklasern neue Regelungen eingeführt worden. Kosmetiklaser sind in der Regel leistungsstarke Medizinlaser der Klasse 4, die nicht für medizinische, sondern für kosmetische Zwecke benutzt werden. Swissmedic sieht in der

¹⁹⁴ Anhang I, II. Titel, Abschnitt 11.2 RL 93/42/EWG

¹⁹⁵ Anhang I, II. Titel, Abschnitt 11.3 RL 93/42/EWG

¹⁹⁶ Anhang I, II. Titel, Abschnitt 11.4 RL 93/42/EWG

¹⁹⁷ Die Norm EN ISO 14971:2000 (Medizinprodukte - Anwendung des Risikomanagements auf Medizinprodukte) wurde unter den Medizinprodukterichtlinien harmonisiert.

¹⁹⁸ Art. 4 ff MepV

¹⁹⁹ Art. 14 ff MepV

²⁰⁰ Art. 16 ff MepV

Anwendung von hochenergetischen medizinischen Lasern durch Kosmetikerinnen ein gesundheitliches Risiko. Im Rahmen einer Teilrevision der MepV wurden deshalb Anforderungen an die berufliche Ausbildung der Kosmetikerinnen gestellt und kosmetische Anwendungen unter die Kontrolle und Verantwortung einer Ärztin oder eines Arztes gebracht²⁰¹.

Die MepV sieht für Fachpersonen zudem eine Pflicht zur Instandhaltung²⁰² der Medizinprodukte vor. In der Werbung sind irreführende Angaben über die Wirksamkeit bzw. Leistungsfähigkeit verboten. Die Publikumswerbung ist verboten für Medizinprodukte, die nur auf ärztliche Verschreibung abgegeben werden dürfen und für Medizinprodukte, die ausschliesslich für die Anwendung durch Fachpersonen in Verkehr gebracht werden.²⁰³

Zur Erhöhung der Sicherheit betreibt Swissmedic ein so genanntes Vigilance-System: Hersteller und alle Inverkehrbringer von Medizinprodukten sind verpflichtet Swissmedic über schwerwiegende Vorkommnisse und Gefährdungen, sowie über Produkterückrufe und andere Hersteller-massnahmen zu benachrichtigen. Ziel dieses Meldewesens von Zwischenfällen (Vigilance) ist es, das Wiederholen von Zwischenfällen zu verhindern. Die Untersuchung der Ursachen eines Vorkommnisses und die Durchführung allfälliger Korrekturmassnahmen sind Aufgaben des Herstellers und Inverkehrbringers. Diese Vorgänge werden von Swissmedic überwacht.

Die MepV regelt darüber hinaus die nachträglichen Kontrollen im Rahmen der Marktüberwachung.²⁰⁴ Sie stellt sicher, dass die in Verkehr gebrachten Medizinprodukte, die Verfahren zur Inverkehrbringung sowie der Umgang mit Medizinprodukten den Vorschriften der MepV entsprechen. Die Kontrolle wird in Form von Stichproben oder auf Grund schwerwiegender Vorkommnisse durchgeführt.²⁰⁵ Für den Vollzug der MepV sind Swissmedic und in Teilbereichen auch die Kantone zuständig.

Das schweizerische Heilmittelgesetz soll zum Schutze der Gesundheit von Mensch und Tier gewährleisten, dass nur sichere Arzneimittel und Medizinprodukte in Verkehr gebracht werden. Die MepV kann bei gewissen Produktgruppen fachliche und betriebliche Voraussetzungen für die Anwendung durch Fachpersonen verlangen. Der Gesundheitsschutz des medizinischen Personals vor NIS wird durch die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes festgelegt.

Zusammenfassung der Situation im produktebezogenen Bereich:

In einzelnen produktbezogenen Erlassen ist der Schutz vor Strahlung und damit auch vor NIS in den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen in sehr allgemeiner Form vorge-

²⁰¹ Art. 18 und Anhang 6 MepV

²⁰² Art. 20 MepV

²⁰³ Art. 21 MepV

²⁰⁴ Art. 23 ff MepV

²⁰⁵ Art. 23 MepV

sehen²⁰⁶. Nur zum Teil werden diese grundlegenden Anforderungen zusätzlich durch ausdrücklich bezeichnete technische Normen mit spezifischem NIS-Bezug konkretisiert²⁰⁷.

Der überwiegende Anteil der NIS-relevanten Geräte und beweglichen Anlagen gehören zur Produktgruppe der Niederspannungserzeugnisse und Telekommunikationsendgeräte. Die europäischen Standardisierungsorganisationen erarbeiten zurzeit international harmonisierte technische Normen, welche die Umsetzung der grundlegenden Anforderungen für den Gesundheitsschutz vor NIS konkretisieren sollen. Dabei handelt es sich ausschliesslich um die Einhaltung der Immissionsgrenzwertempfehlungen der ICNIRP, welche den Schutz des Menschen vor wissenschaftlich gesicherten, akuten schädlichen Einwirkungen sicherstellen..

Die vorhandenen Produktnormen und das STEG definieren grundsätzlich nur die minimalen Anforderungen betreffend Sicherheit und Gesundheitsschutz an ein Produkt (z.B. Grenzwerte). Da in diesem Bereich ein produktebezogener Ansatz vorherrscht, können die ICNIRP-Grenzwerte jeweils bereits von einer einzelnen Anlage oder einem einzelnen Produkt ausgeschöpft werden. Sie weisen damit einige Lücken und Mängel auf, die zum Teil auch im Postulat Sommaruga angesprochen wurden:

- Für viele NIS-relevante Geräte existieren zurzeit weder die für die Umsetzung der Immissionsgrenzwerte der ICNIRP unbedingt notwendigen Messverfahren noch die technischen Normen zur Emissionsbegrenzung. Damit kann der Gesundheitsschutz vor NIS für diese Produkte nicht wahrgenommen werden.
- Es herrscht ungenügende Transparenz, ob und welche Anforderungen in Bezug auf NIS in welchen Normen enthalten sind.
- Die Anforderungen für das Inverkehrbringen eines Produkts sind geregelt, die Abgabe (z.B. an Kinder) und der Umgang (z.B. Sachkunde) jedoch nicht.
- Das Vorsorgeprinzip findet keine Berücksichtigung, weder in den produktbezogenen Regelungen noch in den technischen Normen (z.B. vorsorgliche Grenzwerte).
- Die Anforderungen an die Information der Konsumentinnen und Konsumenten über NIS sind aus Sicht des Gesundheitsschutzes ungenügend (z.B. Deklaration der Strahlung).

5.1.6 EMF-Quellen ohne einschlägige NIS-Regelungen

Für eine Anzahl von EMF-Quellen sind die rechtlichen Vorschriften in Bezug auf NIS unvollständig. Es handelt sich vor allem um EMF-Expositionen in privaten Transportmitteln (z.B. Fahrkabinen von Autos) und von fest angeschlossenen ortsfesten elektrischen Haushaltsinstallationen (z.B. Heizung, Bodenheizung, Leitungen). Wirken die von diesen Installationen ausgehenden NIS gleichmässig auf den menschlichen Körper ein, so sind für die Ermittlung und die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Wirkung auch in diesen Fällen grundsätzlich die Immissionsgrenzwerte

²⁰⁶ STEG: nur für Maschinen; NEV; FMG; MepV.

²⁰⁷ STEG: für Maschinen und Gasverbrauchseinrichtungen, NEV, FMG.

der NISV massgebend²⁰⁸. Konkrete Emissionsbegrenzungen, Kontrollen, Zuständigkeiten und Massnahmen zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte sind jedoch nirgends festgelegt. Da es sich um Installationen und nicht um Geräte handelt, können produktebezogene Regelungen nicht herangezogen werden. Die Exposition von Arbeitnehmenden durch solche Quellen während der beruflichen Tätigkeit ist hingegen durch die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes geregelt.

5.1.7 Arbeitnehmerschutz

Arbeitsgesetz, Bundesgesetz über die Unfallversicherung, Verordnung über die Unfallversicherung und Verordnung über die Unfallverhütung

Der Arbeitnehmerschutz, d.h. die Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz sind heute im Wesentlichen in zwei Gesetzgebungen geregelt. Während das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)²⁰⁹ die Arbeitssicherheit (Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten) regelt, enthält das Arbeitsgesetz (ArG)²¹⁰ die Vorschriften über den allgemeinen Gesundheitsschutz.

Gegenstand des UVG sind Versicherungsleistungen bei Berufsunfällen, Nichtberufsunfällen und Berufskrankheiten.²¹¹ Als Berufskrankheiten gelten Krankheiten, die bei der beruflichen Tätigkeit ausschliesslich oder vorwiegend durch schädigende Stoffe oder bestimmte Arbeiten verursacht worden sind. Der Bundesrat erstellt eine Liste dieser Stoffe und Arbeiten sowie der arbeitsbedingten Erkrankungen.²¹²

Als arbeitsbedingte Erkrankungen gelten gemäss Verordnung über die Unfallversicherung²¹³ (UVV) insbesondere:²¹⁴

- Erhebliche Schädigungen des Gehörs bei Arbeiten im Lärm;
- Sonnenbrand, Sonnenstich und Hitzschlag;
- Erkrankungen durch Ultraschall und Infrarot; sowie
- Erkrankungen durch nichtionisierende Strahlen (Laser, Mikrowellen, Ultraviolett, Infrarot usw.)

Die Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten gelten für alle Betriebe, die in der Schweiz Arbeitnehmer beschäftigen²¹⁵ und der Arbeitgeber ist diesbezüglich verpflichtet, alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.²¹⁶ Diese Anforderungen

²⁰⁸ Art. 2 Abs. 1 Bst. b i.V.m. Art. 13 ff. NISV

²⁰⁹ Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG), SR 832.20

²¹⁰ Bundesgesetz vom 13. März 1964 über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz), SR 822.11

²¹¹ Art. 6 Abs. 1 UVG

²¹² Art. 9 Abs. 1 UVG

²¹³ Verordnung vom 20. Dezember 1982 über die Unfallversicherung (UVV), SR 832.202

²¹⁴ Anhang 1, Ziff. 2 UVV

²¹⁵ Art. 81 Abs. 1 UVG, Art. 1 VUV

²¹⁶ Art. 82 Abs. 1 UVG, Art. 6 ArG, Art. 3 VUV

werden in der Verordnung über die Unfallverhütung²¹⁷ (VUV) eingehender geregelt. Es dürfen insbesondere nur Arbeitsmittel eingesetzt werden, die bei ihrer bestimmungsgemässen Verwendung und bei Beachtung der gebotenen Sorgfalt die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht gefährden. Diese Anforderung gilt insbesondere dann als erfüllt, wenn das Arbeitsmittel die Bestimmungen der für das Inverkehrbringen des entsprechenden Arbeitsmittels massgebenden Erlasse einhält.²¹⁸ Beim Auftreten von gesundheitsgefährdenden nichtionisierenden Strahlen sind die erforderlichen Schutzmassnahmen zu treffen.²¹⁹

Basierend auf der VUV hat die Schweizerische Unfallversicherung (SUVA) für die Berufskrankheiten Richtlinien über maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen gesundheitsgefährdender Stoffe sowie über Grenzwerte für physikalische Einwirkungen erlassen (so genannte „MAK-Werte“).²²⁰ Die darin enthaltenen arbeitshygienischen Grenzwerte für physikalische Einwirkungen umfassen nichtionisierende Strahlen (Laser, Ultraviolett, EMF), Schall und Vibrationen (Dauerschall, Impulsartiger Schall, Ultra- und Infrachall), Druckluft sowie Hitze (Infrarotstrahlung).²²¹ Die Grenzwerte für EMF, d.h. für elektromagnetische Gleich- und Wechselfelder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz, gelten für Situationen, in welchen der ganze Körper dem elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feld ausgesetzt ist. Diese Grenzwerte sollen Personen am Arbeitsplatz vor direkter thermischer Gefährdung durch Hochfrequenz-Felder sowie Belästigungen durch niederfrequente und statische Felder schützen. Die darin enthaltenen arbeitshygienischen Grenzwerte für physikalische Einwirkungen entsprechen den ICNIRP-Empfehlungen für beruflich strahlenexponierte Personen und sollen den Schutz vor wissenschaftlich gesicherten, akuten schädlichen Einwirkungen sicherstellen (siehe Kapitel 4.1).

Der Vollzug der Bestimmungen über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten erfolgt durch die zuständigen eidgenössischen und kantonalen Durchführungsorgane des ArG und durch die SUVA.²²²

Die Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten gelten für alle Betriebe, die in der Schweiz Arbeitnehmer beschäftigen.

Im Arbeitnehmerschutz sind arbeitshygienische Grenzwerte für die Exposition der Arbeitnehmer durch NIS festgelegt worden. Diese entsprechen den ICNIRP-Empfehlungen.

5.1.8 Patientenschutz

Die Normenregelungen und Konformitätsüberprüfung von Medizinprodukten entspricht im Bereich der NIS dem internationalen Standard. Für Medizinprodukte wurden keine allgemeinen

²¹⁷ Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV), SR 832.30

²¹⁸ Art. 24 VUV

²¹⁹ Art. 45 VUV

²²⁰ Art. 50 Abs. 3 VUV, Broschüre der SUVA „Grenzwerte am Arbeitsplatz 2005“,

<http://www.witsp1.suva.ch/sap/its/mimes/waswo/99/pdf/01903-d.pdf>

²²¹ Broschüre SUVA, a.a.O., S. 135 ff

²²² Art. 85 Abs. 1 UVG, Art. 47 ff VUV

Expositionsgrenzwerte für Patienten festgelegt, da eine Nutzen-Risiko-Analyse im Medizinbereich einem anderen Ansatz folgt als bei anderen Anwendungen. Die Exposition richtet sich nach dem gewünschten Behandlungseffekt und nach dem Optimierungsprinzip. Die Nutzen-Risiko-Analyse muss vom behandelnden Arzt im Einzelfall vorgenommen werden.

Bei der starken Entwicklung und Verbreitung von teilweise sehr starken NIS-Quellen in der Medizin besteht jedoch ein steigender Bedarf nach besserer Ausbildung des medizinischen Personals sowie nach besserer Information der Patientinnen und Patienten. Dies wurde zum Teil schon umgesetzt; in der kürzlich revidierten Medizinprodukteverordnung wird beispielsweise für den Betrieb eines starken Medizinlasers die entsprechende Sachkunde bei der Gerätebedienung verlangt.

5.1.9 Das Bundesgesetz über die technischen Handelshemmnisse und die Verfahren der gegenseitigen Anerkennung

Das Bundesgesetz über die technischen Handelshemmnisse (THG)²²³, das 1996 in Kraft trat, ist ein Rahmengesetz zur Regelung der Grundsätze der Gesetzesharmonisierung mit den wichtigsten Handelspartnern der Schweiz, insbesondere mit der EU. Gemäss diesem Gesetz müssen die schweizerischen technischen Vorschriften so ausgestaltet sein, dass sie so wenige Handelshemmnisse wie möglich schaffen und im Rahmen des Möglichen mit den Vorschriften unserer Handelspartner vereinbar sind.²²⁴ Abweichungen von diesem Grundsatz sind ausnahmsweise möglich, wenn sie durch ein überwiegendes öffentliches Interesse wie etwa Schutz der öffentlichen Ordnung, der Gesundheit oder der Umwelt gerechtfertigt sind²²⁵.

Die Schweiz hat mit der Europäischen Gemeinschaft ein Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung im Bereich der Konformitätsbewertung abgeschlossen (MRA, Mutual Recognition Agreement²²⁶). Dieses im Juni 2002 in Kraft getretene Abkommen dient der Eliminierung technischer Handelshemmnisse beim Verkehr mit Industrieprodukten, da es die gegenseitige Anerkennung von Konformitäten (Versuche, Inspektionen, Zertifizierungen, Registrierung und Bewilligungen) zwischen der Schweiz und der EU vorsieht (von schweizerischen Stellen vorgenommene Konformitätsbewertungen werden von der EU anerkannt und umgekehrt). In den meisten Produktbereichen, die durch das MRA abgedeckt sind, wird das schweizerische Recht damit als dem europäischen gleichwertig anerkannt²²⁷. So sind beispielsweise Maschinen, Spielzeuge, Medizinprodukte, Telekommunikationsendgeräte und elektrische Betriebsmittel von diesem Abkommen erfasst. Für fast alle unter das MRA fallenden Produktkategorien kann der schweizerische Gesetzgeber also in Bezug auf die Gesundheit keine strengeren Vorschriften erlassen als jene, die in der EU gelten. Ein Abweichen von diesem Grundsatz müsste mit einem überwiegenden anderen öffentlichen Interesse begründet werden.

²²³ Bundesgesetz vom 6. Oktober 1995 über die technischen Handelshemmnisse, SR 946.51

²²⁴ Art. 4 THG

²²⁵ Art. 4 Abs. 3 und 4 THG

²²⁶ Abkommen vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über die gegenseitige Anerkennung von Konformitätsbewertungen (mit Anhängen und Schlussakte), SR 0.946.526.81

²²⁷ z.B. für Maschinen, Medizinprodukte, Spielzeuge, Telekommunikationsendgeräte, Anhang 1 MRA.

Im Falle der noch sehr rudimentären Erkenntnisse im Bereich NIS fehlen bis heute die Fakten, die es erlauben würden, aufgrund eines überwiegenden öffentlichen Interesses – im Speziellen für den Schutz von Leben und Gesundheit von Menschen – strengere technische Vorschriften als in der EU zu begründen.

Nach dem THG müssen die schweizerischen technischen Vorschriften grundsätzlich so ausgestaltet sein, dass sie so wenige Handelshemmnisse wie möglich schaffen.

Durch das MRA wurde für die meisten von diesem Abkommen geregelten Produktkategorien das schweizerische Recht als dem europäischen gleichwertig anerkannt.

Abweichungen von diesem Grundsatz des THG und des Prinzips der Gleichwertigkeit nach MRA sind ausnahmsweise möglich, wenn sie durch ein überwiegendes anderes öffentliches Interesse wie etwa Schutz der Gesundheit oder der Umwelt gerechtfertigt sind.

Im Bereich der NIS fehlen in Bezug auf die Gesundheit im heutigen Zeitpunkt die notwendigen Fakten, um strengere technische Vorschriften als in der EU zu begründen.

5.2 Übersicht und Diskussion der rechtlichen Regelungen

5.2.1 Zusammenfassung der rechtlichen Situation

Eine Übersicht über NIS-relevante Regelungen in der Schweiz gibt Tabelle 15, in Tabelle 16 sind Quellen mit unvollständiger NIS-Regelung aufgeführt.

Tabelle 15: Übersicht NIS-relevante Regelungen in der Schweiz

Abkürzung	Erlass	Schutzziel der Gesetzgebung	Anwendungsbereich	Regelung der NIS
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung	Diese Verordnung soll Menschen vor schädlicher oder lästiger nichtionisierender Strahlung schützen (NISV). (expositionenbezogen)	Ortsfeste Anlagen: z.B. <i>Hochspannungsleitungen, Mobilfunkantennen, Rundfunkantennen, Fahrleitungen der Eisenbahnen, Transformatorstationen</i>	Explizit: <ul style="list-style-type: none"> • Immissionsgrenzwerte für EMF, gelten für die allgemeine Bevölkerung und Ganzkörperexposition • Konkrete emissionsbegrenzende Massnahmen nur für ortsfeste Anlagen vorgesehen. • Vorsorgliche Emissionsgrenzwerte (Anlagegrenzwerte); gelten nur für bestimmte ortsfeste Anlagen und für die NIS an Orten mit empfindlicher Nutzung;
SLV	Schall- und Laserverordnung	Diese Verordnung soll das Publikum vor schädlichen Schalleinwirkungen und Laserstrahlen bei Veranstaltungen schützen.	Laser bei Veranstaltungen	Explizit: <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an den Betrieb von Laseranlagen bei Veranstaltungen
VUV	Verordnung über die Unfallverhütung	Die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten (Arbeitssicherheit). (expositionenbezogen)	Berufliche Exposition: NIS-Anwendungen im industriellen und gewerblichen Bereich.	Explizit: <ul style="list-style-type: none"> • Immissionsgrenzwerte für berufliche Exposition (so genannte MAK-Werte der Suva, gelten bei Ganzkörperexposition) • Ausbildung • Schutzausrüstung
STEG	Bundesgesetz über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten	Technische Einrichtungen und Geräte dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie bei ihrer bestimmungsgemässen und sorgfältigen Verwendung Leben und	Technische Einrichtungen und Geräte, falls Produkt oder Risiko nicht spezialgesetzlich geregelt ist (Auffangfunktion). z.B. Maschinen	Implizit: <ul style="list-style-type: none"> • Produktnormen

		<p>Gesundheit der Benützer und Dritter nicht gefährden.</p> <p>(produktebezogen)</p>		
NEV	Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse	<p>Der Bundesrat erlässt Vorschriften zur Vermeidung von Gefahren und Schäden, welche durch Stark- und Schwachstromanlagen entstehen (EleG).</p> <p>Niederspannungserzeugnisse dürfen bei bestimmungsgemäsem und möglichst auch bei voraussehbarem unsachgemäßem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen gefährden (NEV).</p> <p>(produktebezogen)</p>	<p>Alle Geräte mit einer elektrischen Spannung bis 1000V Wechselspannung oder bis 1500 V Gleichspannung.</p> <p><i>z.B. Haushaltsgeräte, Lampen, Solarien, Laser</i></p>	<p>Implizit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktnormen
FAV	Verordnung über Fernmeldeanlagen	<p>Dieses Gesetz bezweckt, dass der Bevölkerung und der Wirtschaft vielfältige, preiswerte, qualitativ hochstehende sowie national und international konkurrenzfähige Fernmeldedienste angeboten werden (FMG).</p> <p>Fernmeldeanlagen müssen den Schutz der Gesundheit und der Sicherheit der Benutzerinnen und Benutzer und anderer Personen erfüllen (FAV).</p> <p>(produktebezogen)</p>	<p>Geräte, Leitungen oder Einrichtungen, die zur fernmeldetechnischen Übertragung von Informationen bestimmt sind oder benutzt werden.</p> <p><i>z.B. Handys, schnurlose Telefone, Babyphone, drahtlose Netzwerke, RFID²²⁸</i></p>	<p>Implizit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktnormen

²²⁸ Radio-Frequency Identification Devices

MepV	Medizinprodukterverordnung	Dieses Gesetz soll zum Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier gewährleisten, dass nur qualitativ hoch stehende, sichere und wirksame Heilmittel in Verkehr gebracht werden (HMG). (produktebezogen)	Medizinprodukte: <i>z.B. Medizinlaser, Diathermiegeräte, Magnetresonanztomograph</i>	Implizit: <ul style="list-style-type: none"> • Produktnormen Explizit: <ul style="list-style-type: none"> • Information, • Ausbildung für die Anwendung starker Laser.
VSS	Spielzeugverordnung	Spielzeug darf bei bestimmungsgemässer oder vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und die Gesundheit der Benutzerinnen und Benutzer sowie Dritter nicht gefährden. Zu berücksichtigen sind dabei die Gebrauchsdauer und das übliche Verhalten von Kindern (VSS). (produktebezogen)	Spielzeuge (Gebrauchsgegenstände, die dazu gestaltet oder offensichtlich dazu bestimmt sind, von Kindern bis 14 Jahren zum Spielen verwendet zu werden) <i>z.B. elektrische Modelleisenbahnen, funktgesteuerte Spielzeuge (Autos, Schiffe)</i>	Implizit: <ul style="list-style-type: none"> • Produktnormen

Tabelle 16: Übersicht Quellen mit unvollständiger NIS-Regelung in der Schweiz

Abkürzung	Erlass	Anwendungsbereich	Regelung der NIS
--	NIS-Quellen ohne einschlägige Regelung	- EMF-Expositionen in privaten Transportmitteln <i>z.B. Fahrkabinen von Autos</i> - fest angeschlossene ortsfeste elektrische Haushaltsinstallationen <i>z.B. Heizung, Bodenheizung, Leitungen</i>	Immissionsgrenzwerte nach NISV für Beurteilung anwendbar, jedoch keine konkreten emissionsbegrenzenden Massnahmen vorgesehen.

5.2.2 Expositionsbezogene und produktebezogene Regelungen

NIS-relevante Regelungen können in zwei Hauptgruppen unterteilt werden:

- expositionsbezogene Regelungen
- produktebezogene Regelungen

Die Regelungen dieser beiden Gruppen verfolgen unterschiedliche Zielsetzungen und basieren auf unterschiedlichen Ansätzen.

Expositionsbezogene Regelungen

Es gibt einerseits die Bereiche Umwelt- und Arbeitnehmerschutz mit schutzzielbezogenen Ansätzen, d.h. die Exposition des Menschen und der Schutz seiner Gesundheit bilden den Ausgangspunkt. Diese Rechtserlasse gelten im Prinzip für alle NIS-Quellen, die in den jeweiligen Geltungsbereich der Regelungen fallen.

Eine Regelung bezüglich NIS ist im Umweltschutzgesetz (USG) unter dem Begriff „Strahlen“ und explizit in der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) enthalten. Ebenso finden sich im Bereich Arbeitnehmerschutz in der Verordnung über die Unfallversicherung (UVV), in der Verordnung über die Unfallverhütung (VUV) sowie in den Richtlinien der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) über maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen gesundheitsgefährdender Stoffe und über Grenzwerte für physikalische Einwirkungen (so genannte „MAK-Werte“) explizite Regelungen zu NIS.

Diese Regelungen halten in erster Linie Expositionsgrenzwerte fest. In der NISV sind es Immissionsgrenzwerte für EMF von ortsfesten Anlagen sowie zusätzlich vorsorgliche Anlagegrenzwerte an Orten mit empfindlicher Nutzung. Bei MAK-Werten handelt es sich um arbeitshygienische, maximal annehmbare berufliche Expositionen (sowohl für EMF wie auch für optische Strahlung). Mehr über die Grenzwertregelungen im nächsten Kapitel.

Produktebezogene Regelungen

Andererseits unterliegen bewegliche Anlagen und Geräte verschiedenen produktbezogenen Regelungen. Bestimmte Produkte werden anhand von gemeinsamen Merkmalen in Produktgruppen zusammengefasst und einheitlich geregelt (z.B. Medizinprodukte oder Spielzeuge), in der Regel mittels Vorschriften über das Inverkehrbringen. Diese Erlasse gelten nur für die von ihrem spezifischen Geltungsbereich erfassten NIS-Quellen.

Diese Regelungen wurden für bestimmte Produktgruppen definiert. NIS-relevant sind insbesondere drei Gruppen:

- Niederspannungserzeugnisse
- Telekommunikationsendgeräte
- Medizinprodukte

Für die ersten zwei Produktgruppen werden Sicherheit und Gesundheitsschutz auf sehr allgemeine Art und Weise, ohne genauere Spezifikationen, definiert. So wird in der NEV (SR 734.26) in Art. 3 für Niederspannungserzeugnisse verlangt, diese *„dürfen bei bestimmungsgemässen und möglichst auch bei voraussehbarem Betrieb oder Gebrauch sowie in voraussehbaren Störfällen weder Personen noch Sachen gefährden.“* Hier erfolgt somit eine Gleichstellung von Gesundheitsschutz und Sicherheit. In der FAV (SR 784.101.2), die neueren Datums ist, wird für Fernmeldeanlagen in Art. 7a verlangt, dass diese Anforderungen an *„den Schutz der Gesundheit und der Sicherheit der Benutzerinnen und Benutzer und anderer Personen erfüllen“*. Konkretisiert werden diese Anforderungen in produktespezifischen, technischen Normen. Diese werden für den Zeitpunkt der Herstellung und des Inverkehrbringens definiert. Der Vollzug erfolgt durch die nachträgliche Marktkontrolle. Da die Produkte international gehandelt werden, besteht der starke Wunsch, diese Normen zu harmonisieren und Handelshemmnisse abzubauen.

Medizinprodukte stellen einen besonderen Fall der produktebezogenen Regelungen dar, da eine Nutzen-Risiko-Analyse im Medizinbereich einem anderen Ansatz folgt als bei anderen Anwendungen.

Ein Problem beim produktebezogenen Ansatz im NIS-Bereich ist die fehlende Möglichkeit, die *Anwendung* eines potenziell gesundheitsgefährdenden NIS-Produktes zu regeln, z.B. indem diese an eine Ausbildung oder an Fachkunde gekoppelt oder für spezifisches Publikum (z.B. Kinder) eingeschränkt wird. Das Problem stellt sich vor allem im Bereich der optischen Strahlung, etwa bei Anwendung der Lasertechnologie oder bei Solarien. Zur Zeit können Laser der stärksten Klasse an das allgemeine Publikum (und damit auch an Kinder) verkauft werden und im nicht-medizinischen Bereich, z.B. in Kosmetikstudios, ohne Sachkunde an Drittpersonen angewendet werden. Ein weiteres Beispiel sind Solarien, wo Umfragen zeigen, dass ein immer jüngeres Publikum, darunter auch Kinder, diese benutzen. Angesichts des Risikos für Hautkrebs müsste dies aber eingeschränkt werden können.

Während die Normen im Bereich der optischen Strahlung in Bezug auf Herstellung und Inverkehrbringung als genügend gelten (das Problem liegt hier eher in der Anwendung), so werden die Minimalanforderungen der Normen im EMF-Bereich als ungenügend betrachtet. Als Minimalanforderungen gilt die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte. In Anbetracht der Unsicherheiten im Bezug auf mögliche Gesundheitsrisiken von NIS verlangen Konsumentinnen und Konsumenten in diesem Bereich aber vermehrt die Anwendung angemessener Massnahmen der Vorsorge, dabei vor allem eine Deklaration der Strahlung und eine bessere Information der Konsumenten. Mehr darüber im Kapitel 5.2.4.

5.2.3 NIS-Grenzwerte in schweizerischen Regelungen

Optische Strahlung

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, ausgenommen Laserstrahlung, gibt es internationale Grenzwertempfehlungen für den optischen Bereich nur für berufliche Expositionen. Diese wurden in der Schweiz als MAK-Werte übernommen. Für die allgemeine Bevölkerung gibt es keine Grenzwerte für Expositionen durch optische Strahlung. Der Schwerpunkt der Massnahmen liegt im Bereich der Prävention.

Für Laserstrahlung bei Veranstaltungen wurde in der SLV in Art. 8 Absatz 2 SLV auf Bestrahlungsgrenzwerte und entsprechende IEC Norm verwiesen.

EMF

Grenzwerte im Bereich des Umweltschutzes

In der schweizerischen Gesetzgebung sind Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung nur in einem einzigen Erlass ausdrücklich festgelegt, nämlich in der NISV; vgl. dazu Kapitel 5.1.2.

Grenzwerte bei beruflicher Exposition

Für berufliche Expositionen hat die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA für Berufskrankheiten Richtlinien über Grenzwerte für physikalische Einwirkungen erlassen (so genannte „MAK-Werte“). Die darin enthaltenen arbeitshygienischen Grenzwerte für physikalische Einwirkungen entsprechen den ICNIRP-Empfehlungen, die in den entsprechenden EU-Richtlinien für berufliche Exposition festgelegt sind. Sie sollen den Schutz vor wissenschaftlich gesicherten, akuten schädlichen Einwirkungen sicherstellen.

Ein stark diskutierter Punkt der Richtlinien, insbesondere für den EMF-Bereich,²²⁹ war die Definition der beruflichen Exposition. Diese entspricht nicht der üblichen Formulierung „in Folge der beruflichen Tätigkeit“, wie es in anderen Gebieten (z.B. ionisierende Strahlung) üblich ist. Gemäss der europäischen Richtlinie gelten alle beruflich tätigen Personen als beruflich exponiert, unabhängig davon, ob sie mit der Exposition beruflich zu tun haben oder nicht. Diese Auffassung gilt gemäss der Suva auch für die berufliche Exposition in der Schweiz. Soweit eine Exposition an einem Arbeitsplatz allerdings von einer Quelle stammt, die gar nichts mit dem Betrieb zu tun hat, beispielsweise eine Mobilfunksendeanlage neben einem Bürogebäude, gelten die Anforderungen der NISV. Büros und andere ständige Arbeitsplätze gelten in diesem Kontext als Orte mit empfindlicher Nutzung, und die Mobilfunksendeanlage im genannten Beispiel muss in diesen Büros den Anlagegrenzwert der NISV einhalten. Eine besondere Stellung nimmt in dieser Problematik die Frage des Schutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen ein. Zurzeit gibt es für diese Personen keine zusätzlichen strengeren Vorschriften.

Grenzwerte in produktebezogenen Regelungen

In den produktebezogenen Regelungen in der Schweiz gibt es keine explizit festgelegten EMF-Grenzwerte. Die Festlegung der ICNIRP-Grenzwerte für Geräte und bewegliche Anlagen in der Schweiz wäre theoretisch möglich, nicht aber sinnvoll, da diesbezügliche Anforderungen bereits durch die geltenden Produktgesetzgebungen zur Anwendung kommen und somit nur deklaratorische Bedeutung erlangen würden. Für die Umsetzung der Grenzwerte braucht es NIS-spezifische technische Normen zu den einzelnen Geräten. Diese definieren geeignete Methoden und Parameter für die Bestimmung der EMF-Exposition bei Geräten. Eine Festlegung der Grenzwerte ohne die Schaffung der dazugehörigen Messmethoden (technische Normen) wäre nicht sinnvoll. Es besteht Handlungsbedarf bei der Erarbeitung von Messverfahren und technischen Normen zur Umsetzung der ICNIRP-Grenzwerte sowie im Bereich des Vollzugs der bestehenden Regelungen (Marktkontrolle).

Eine Liste mit allen europäischen NIS-relevanten Normen sowie mit den Normen in Arbeit befindet sich im Anhang 6.5. Diese Normen bezwecken vor allem eine internationale Harmonisierung und Vereinfachung des Warenverkehrs und decken in Bezug auf Gesundheitsschutz nur die minimalen Anforderungen ab. Da die Normengremien vorwiegend aus Industrievertretern bestehen, werden Empfehlungen und Richtlinien in der Regel eher industrie- und wirtschaftsfreundlich

²²⁹ Richtlinie 2004/40/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder). ABl. L 159 vom 30. April 2004, S. 1

ausgelegt, was die minimalen einzuhaltenden Anforderungen an den Gesundheitsschutz zusätzlich abschwächt.

Ein Beispiel dazu: Die technischen Produktnormen im Bereich EMF, ausgearbeitet vom CENELEC, sind so konzipiert, dass jedes einzelne Produkt den ganzen von der ICNIRP empfohlenen Grenzwert ausschöpfen kann. Damit könnte aber die Summe der Expositionen von mehreren Geräten den Immissionsgrenzwert überschreiten, was im Widerspruch zur grundlegenden Philosophie dieser Grenzwerte steht: Diese beziehen sich auf die eigentliche Exposition an einem bestimmten Ort, unabhängig von der Quelle. Darum sollte sichergestellt werden, dass die Summe aller Expositionen den ICNIRP-Grenzwert nicht übersteigt.

Ein anderes Beispiel ist die Norm für die Überprüfung der Einhaltung des ICNIRP-Grenzwertes bei Induktionsöfen. Gemäss der Messempfehlung sollen die EMF mit nur einer eingeschalteten Platte und in einer Distanz von 30cm gemessen werden. Diese Messempfehlung entspricht mit Sicherheit nicht dem „worst case“, der sonst in der Regel bei solchen Messungen angewandt wird.

Diese Auslegung der Grenzwerte wird oft kritisiert. Dagegen argumentiert wird, dass

- es sich bei Geräten um eine freiwillige und meistens kurzzeitige Exposition handelt;
- die Normen nur eine minimale Produktesicherheit garantieren und alles, was darüber hinaus geht, durch die Selbstverantwortung der Anwender und der Konsumenten geregelt werden soll;

Diese Argumente entsprechen nicht den Erwartungen der Konsumenten und setzen voraus, dass diese entsprechend informiert sind, damit sie ihre Selbstverantwortung wahrnehmen können. Verschiedene Umfragen zeigen aber, dass dies nicht der Fall ist.

Zurzeit besteht mit den vorhandenen rechtlichen Regelungen in der Schweiz keine Möglichkeit, die Anforderungen an den Gesundheitsschutz für NIS-Geräte zu verschärfen. Die Verpflichtung durch die bilateralen Abkommen (MRA) sieht im Grundsatz vor, dass eine NIS-Strahlungsbegrenzung für ein mobiles Gerät nur in dem Masse möglich ist, als Europa die gleichen Einschränkungen vorsieht. Nur wenn der Bundesrat ein überwiegendes öffentliches Interesse in solchen Begrenzungen sieht, könnte er davon abweichen.

5.2.4 Vorsorge, Deklaration der Strahlung und Information der Konsumenten

Aus den vorherigen Kapiteln wird ersichtlich, dass Vorsorge und Information, neben Grenzwerten und Prävention, die tragende Säule des Risikomanagements im NIS-Bereich darstellen. Mit Ausnahme des Umweltschutzes wird auf nationaler und internationaler Ebene zurzeit eingehend diskutiert, wie die Konkretisierung der Vorsorge aussehen soll. Auch bei Information und Forschung herrscht keine Einigkeit, wie diese Massnahmen am besten gestaltet werden sollen.

„Das Vorsorgeprinzip aus schweizerischer und internationaler Sicht“

Unter diesem Titel zeigt ein im Auftrag der Direktionen von BAG und BAFU von einer interdepartementalen Arbeitsgruppe ausgearbeitetes Synthesepapier,²³⁰ welche Regelungen im schweizerischen Recht als Konkretisierung des Vorsorgeprinzips verstanden werden können und wie diese ausgestaltet sind. Als Fazit wird, unter anderem, festgehalten:

1. *„Die Schweiz ist willens, ihr Engagement zum Vorsorgeprinzip auf internationaler Ebene fortzusetzen und setzt sich demgemäss für eine Stärkung, Klärung und Operationalisierung des Vorsorgeprinzips ein.*
2. *Die Schweiz unterstützt die weitere Festigung des Vorsorgeprinzips zur völkergewohnheitsrechtlichen und soweit möglich auch vertragsrechtlichen Regel.“*

Vorsorge und Information im Umweltschutz

Im Geltungsbereich des Umweltschutzgesetzes (USG) ist das Vorsorgeprinzip neben der Pflicht, schädliche oder lästige Einwirkungen zu verhindern oder zu beseitigen, und neben dem Verursacherprinzip die dritte tragende Säule. So bestimmt schon der Zweckartikel: *„Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.“*²³¹ Diese Formulierung umfasst sowohl die Pflicht, Einwirkungen zu begrenzen, die unterhalb der Schädlichkeitsschwelle liegen wie auch die Pflicht, Einwirkungen zu begrenzen, für die wissenschaftlich gar keine Schädlichkeitsschwelle festgelegt werden kann.

In der NISV wurden diese vorsorglichen Massnahmen durch Festlegung der Anlagegrenzwerte konkretisiert. Da im EMF-Bereich die potenziellen Gesundheitsrisiken vor allem bei Langzeitexposition vermutet werden, gelten die Anlagegrenzwerte nur für die Orte, wo sich Menschen längere Zeit aufhalten (Wohnungen, Arbeitsplätze, Schulräume). Dabei wurden die Anlagegrenzwerte nicht aufgrund des Verdachts auf bestimmte gesundheitliche Auswirkungen, sondern aufgrund technischer und betrieblicher Machbarkeit und wirtschaftlicher Tragbarkeit festgelegt.²³²

Information und Beratung sind im Art. 6 der USG wie folgt umgeschrieben:

1. *Die Behörden informieren die Öffentlichkeit sachgerecht über den Umweltschutz und den Stand der Umweltbelastung.*
2. *Die Umweltschutzfachstellen (Art. 42) beraten Behörden und Private.*
3. *Sie empfehlen Massnahmen zur Verminderung der Umweltbelastung.*

Vorsorge und Information bei Arbeitnehmerschutz

Obwohl das Vorsorgeprinzip im Bereich des Arbeitsschutzes nicht explizit festgelegt ist, wird es in der Praxis berücksichtigt. Durch Information und Ausbildung wird Arbeitnehmern auch ein präventiver und vorsorglicher Umgang mit NIS vermittelt, z.B. durch das Tragen einer Schutzausrüstung und durch die Möglichkeit, die Strahlung und Exposition zu optimieren und minimieren.

²³⁰ *Das Vorsorgeprinzip aus schweizerischer und internationaler Sicht, Synthesepapier der interdepartementalen Arbeitsgruppe „Vorsorgeprinzip“, August 2003; <http://www.bag.admin.ch/themen/weitere/vorsorge/d/index.htm>*

²³¹ *USG Art.1 Abs.2, SR 814.01*

²³² *USG Art.11 Abs.2, SR 814.01*

Vorsorge, Deklaration der Strahlung und Information beim Verbraucherschutz

Abgesehen von der NISV gibt es in anderen, in Absatz 4.4 aufgeführten Rechtserlassen zu NIS in der Schweiz keinen Grundsatz, weder direkt noch indirekt, zum Vorsorgeprinzip oder dessen Anwendung.

Die sektorielle Gesetzgebung sieht eine Information der Konsumenten mittels Gebrauchsanleitung/technischen Hinweisen dann vor, wenn in Bezug auf das Produkt ein Restrisiko besteht.

Die oben erwähnten Informationsvorschriften in Sachen Sicherheit gelten für den Inverkehrbringer und beeinflussen die Vermarktung des Produkts (Verfassen der Hinweise, Angaben auf der Verpackung usw.). Folglich fallen sie unter das THG, und das Erlassen von Informationsmodalitäten, die über jene der EU hinausgehen, wäre mit dem Harmonisierungsgrundsatz gemäss Art. 4 Abs. 1 THG unvereinbar.

Die Verpflichtung zur Information der Konsumenten in Bezug auf Gefahren im Zusammenhang mit NIS-emittierenden Geräten auf Werbeflächen wie Plakaten, TV-Spots usw. beeinflussen das Produkt selber nicht (oder jedenfalls nicht direkt) und auch nicht dessen Marktzugang; deshalb müsste sie in Bezug auf den Harmonisierungsgrundsatz denkbar sein.

Eine Deklaration der Strahlung, besonders im EMF-Bereich (z.B. die Deklaration der SAR-Werte für Handys) als einfache, leicht vollziehbare Massnahme wird von Konsumentenorganisationen bereits seit längerer Zeit gefordert. Wie im vorherigen Kapitel erläutert, stellt diese Forderung keinen Bestandteil der minimalen Anforderungen internationaler Normen dar. Weil die Schweiz an diese internationalen Abkommen gebunden ist und Handelshemmnisse zu vermeiden hat, kann diese Forderung auf nationaler Ebene nicht umgesetzt werden (allerdings belegt das Beispiel aus Frankreich weiter unten, dass solche nationalen Regelungen nicht ganz unmöglich sind).

Die Information der Konsumenten erhält in Bezug auf die Normen eine zusätzliche Problematik. Die Erfüllung der Normen wird durch Selbstdeklaration der Produzenten bestätigt (CE-Zeichen). Das CE-Zeichen bestätigt aber eine ganze Anzahl verschiedener Anforderungen, und so ist für Konsumentinnen und Konsumenten allein aus dem CE-Zeichen nicht ersichtlich, ob die Norm auch die Auflage zur Einhaltung der ICNIRP-Grenzwerte beinhaltet oder nicht. Zurzeit ist z.B. im Bereich EMF nur eine Norm für Handys vorhanden. Eine grössere Anzahl von Normen ist in Vorbereitung. Es stellt sich die Frage, was mit Geräten ist, für die keine oder noch keine Normen vorhanden sind.

Neben der Deklaration der Strahlung und anderen „normenbezogenen“ Informationen wird generell eine *anwendungsbezogene* Information der Konsumentinnen und Konsumenten, ähnlich der Informationen im Bereich des Arbeitsschutzes, als sinnvoll erachtet. Bestehende Regelungen bieten dafür keinen geeigneten Rahmen.

Eine Festlegung von zusätzlichen Anforderungen (z.B. vorsorgliche Grenzwerte, Deklaration der Strahlung) auf nationaler Ebene ist in der aktuellen Situation nicht möglich, da einerseits der vorhandene Gesetzesrahmen des STEG und der produktbezogenen Regelungen keinen Spielraum dafür bieten und andererseits durch die Einführung neue Handelshemmnisse geschaffen würden. Diese sind nur ausnahmsweise zulässig, wenn sie durch ein überwiegendes anderes öffentliches Interesse wie etwa den Schutz der öffentlichen Ordnung, der Gesundheit oder der Umwelt gerechtfertigt sind. Die aktuellen Kenntnisse von Wissenschaft und Forschung erlauben jedoch im heutigen Zeitpunkt keinen genügenden Beweis für die Gesundheitsgefährdung durch NIS bei Langzeitbelastungen und tieferen Strahlungsintensitäten. Damit entspricht der Schutzstandard bei Expositionen durch Geräte in der Schweiz nur den minimalen Anforderungen, wie sie durch internationale Normen definiert werden, und erreicht nicht das gleiche Schutzniveau wie bei Umweltexpositionen.

Für eine Verbesserung dieser Situation würde es einer Verstärkung der gesundheitsrelevanten Aspekte im Bereich des Verbraucherschutzes bedürfen. Auf internationaler Ebene sollte Druck auf die Normengremien ausgeübt werden, gewisse Informationsauflagen als minimale Aufforderungen vorzuschreiben. Auf nationaler Ebene könnte diese Verbesserung, vor allem im Hinblick auf anwendungsbezogene Vorschriften, entweder durch die Schaffung neuer, eigenständiger Regelungen geschehen (Gesundheits- und Verbraucherschutz im Bereich NIS) oder durch Anpassung vorhandener Regelungen.

Einige Beispiel von Vorsorge- und Informationsmassnahmen aus dem Ausland

Ein mögliches Modell liegt in Frankreich vor. In der Richtlinie über Telekommunikationsendgeräte²³³ (entspricht der schweizerischen FAV) wurde eine Klausel eingefügt, welche die Gesundheitsbehörde befugt, zusätzliche gesundheitsrelevante Regelungen zu erlassen. Dank dieser Klausel wurden die Grenzwerte für alle Telekommunikationsendgeräte explizit definiert und die Anforderungen an eine ausreichende Information der Konsumentinnen und Konsumenten festgelegt, wozu auch eine obligatorische, benutzerfreundliche Deklaration der SAR-Werte für Handys gehört.

Die Richtlinie 99/05/CE vom 9. März 1999 (auch „R&TTE“ genannt) wurde in Frankreich innerhalb des Dekrets Nr. 2003-961 als reglementarischen Teil des *Code des postes et télécommunications* übernommen.²³⁴ Das Dekret ergänzt zudem die reglementarischen Bestimmungen zum Schutz der Öffentlichkeit vor Exposition durch elektromagnetische Felder mittels Einführung folgender spezifischer Bestimmungen in den *Code des postes et télécommunications*:

- Artikel R 9 definiert die Spezifische Absorptionsrate (SAR) als „Rate ausgedrückt in Watt pro Kilogramm, mit der eine Masseneinheit von Körpergewebe die von einem Gerät produzierte Energie aufnimmt“;

²³³ Das Décret n°2003-961 du 8 octobre 2003 relatif à l'évaluation de la conformité des équipements terminaux de télécommunications et des équipements radioélectriques et à leurs conditions de mise en service et d'utilisation et modifiant le code des postes et télécommunications

²³⁴ Décret n°2003-961 du 8 octobre 2003 relatif à l'évaluation de la conformité des équipements terminaux de télécommunications et des équipements radioélectriques et à leurs conditions de mise en service et d'utilisation et modifiant le code des postes et télécommunications

- Artikel R 20-10 schreibt dem Hersteller oder dem Inverkehrbringer vor, bei radioelektrischen Endgeräten, die in Frankreich benützt werden, auf dem Beipackzettel des Produktes die im Kopf gemessene SAR anzugeben (für Mobiltelefone). Der Code sieht ferner vor, dass die Geräteanleitung Warnhinweise bezüglich der Exposition mit elektromagnetischen Feldern enthalten muss. Letztere wurden in einem Beschluss vom 8. Oktober 2003 definiert, der in Artikel R 20-10 des Codes Eingang fand. Die Einhaltung der Vorschriften wird mit Kontrollen der betroffenen Geräte im Rahmen der üblichen Marktüberwachung eingefordert. Mit Artikel R 20-19 kann die Inbetriebnahme von Geräten zum Zweck des Schutzes der öffentlichen Gesundheit technischen Spezifikationen unterworfen werden, um damit die Exposition der Öffentlichkeit mit EMF zu begrenzen. Insbesondere in Anwendung dieser Bestimmung haben die Minister für Telekommunikation und für Gesundheit einen Beschluss zur Bestimmung der SAR gefällt.

Ein anderes Beispiel, das eher zum Bereich des „soft law“ gehört, sind die *Schwedischen TCO-Normen*. Der Dachverband der schwedischen Angestelltengesellschaft TCO²³⁵ hat für Flach- und Röhrenbildschirme sowie für Mobiltelefone Standards im Bereich der Emission elektromagnetischer Felder publiziert. Diese Standards orientieren sich am jeweiligen Stand der Technik. Neben Anforderungen für elektromagnetische Felder werden auch ergonomische und ökologische Anforderungen an die Produkte definiert. Im Bereich der Bildschirme haben sich die TCO-Normen international durchgesetzt und tragen zu einer strahlungsarmen Arbeitsplatzumgebung bei.

5.2.5 Nationale vs. internationale Regelungen

Zum THG:

Beim Erlass oder der Änderung produktebezogener, technischer Regelungen müssen aufgrund verschiedener bi- und multilateraler Abkommen Handelshemmnisse vermieden werden. Die Regelungen sollen im Rahmen des Möglichen mit den Vorschriften unserer Handelspartner vereinbar sind. Abweichungen sind bei überwiegenden anderen öffentlichen Interessen möglich.

Die Vorschriften des THG beziehen sich allgemein auf das Inverkehrbringen, das Anbieten und die Inbetriebnahme von Produkten. In diesem Sinne werden die technischen Reglemente in Bezug auf die Verwendung der Produkte nur insofern als technische Regelungen aufgefasst, die unter das THG fallen, als sie das Produkt oder die oben erwähnten Aspekte beeinflussen (beispielsweise wenn ein Anwendungsreglement eine Auswirkung auf dessen Herstellung hätte). Hingegen werden die Bestimmungen bezüglich Anwendung und Unterhalt der Produkte nicht als technische Regelungen aufgefasst, sofern sie die Kommerzialisierung der Produkte nicht beeinflussen, und fallen mithin nicht unter das THG. Die so genannten äquivalenten technischen Vorschriften, die unter das MRA fallen, beziehen sich ebenfalls einzig auf das Inverkehrbringen der Produkte. Der schweizerische Gesetzgeber ist folglich frei, die Verwendung eines Gerätes oder einer Gerätegruppe Bestimmungen zu unterwerfen, wie sie in der EU nicht vorkommen.

²³⁵ TCO '99 - Mandatory and recommended requirements for CRT-type Visual Display Units (VDUs). 1999. TCO99 Mandatory and recommended requirements for Flat panel Visual Display Units (VDUs) and Portable computers concerning. 2000. TCO 01 mobile phones. Requirements and test methods for quality and environmental labelling. 2001. TCO'03 VDU of CRT type. 2003.

Zu den MRA:

Sollte die Schweiz diese Gleichwertigkeit in einem durch das Abkommen betroffenen Bereich nicht aufrecht erhalten wollen, indem sie andere Vorschriften einführt, hätte dies nicht nur im betroffenen Bereich politische Konsequenzen (möglicherweise Auflösung der Geltung des MRA-Kapitels zu diesem Bereich²³⁶, sondern für das gesamte Abkommen (vermehrte Schwierigkeiten, in zukünftigen Verhandlungen auf anderen Gebieten den schweizerischen Standpunkt einzubringen).

In der Vergangenheit hat sich unter anderem die Frage gestellt, ob Vorschriften über asbesthaltige Produkte ein Handelshemmnis gemäss THG darstellen oder ob man diese über das überwiegende öffentliche Interesse, im Speziellen über das Leben und die Gesundheit von Menschen begründen kann. Mit dem wissenschaftlich belegten kanzerogenen Potential von Asbestfasern lässt sich im diesem Fall die Notwendigkeit einer technischen Vorschrift durchaus begründen.

Im Falle der noch sehr rudimentären Erkenntnisse im Bereich NIS fehlen bis heute die Fakten, die es erlauben würden, aufgrund eines überwiegenden öffentlichen Interesses - im Speziellen für Leben und Gesundheit von Menschen - strengere technische Vorschriften zu begründen. Eine Begründung, die sich allein auf das Vorsorgeprinzip abstützen würde, müsste sehr wohl durchdacht sein. Trotzdem sollten im Rahmen des Risikomanagements Strategien entwickelt werden, um gegebenenfalls auf neue Erkenntnisse im Bereich NIS umgehend reagieren zu können.

5.3 NIS-bezogene Aktivitäten in der Schweiz

5.3.1 Präventionsprogrammen im Bereich der UV-Strahlung

Dank den weit reichenden Kenntnissen über die Auswirkungen der UV-Strahlung sind gezielte Aktivitäten im Bereich Prävention und Information möglich. Bei der Präventionsarbeit beteiligen sich hauptsächlich das BAG und die Krebsliga Schweiz (KLS), wobei sich die KLS in erster Linie auf Hautkrebs ausrichtet. Die Handlungsschwerpunkte beider Akteure wurden in gegenseitiger Absprache festgelegt, so dass eine ergänzende und wirkungsvolle Prävention resultiert. Da die KLS namhaft durch Sponsoren unterstützt wird, kommt dem BAG als einziger unabhängiger Akteur vor allem in Expertenfragen eine wichtige Rolle zu.

Seit 1997 führt die Krebsliga Schweiz (KLS) im Auftrag des BAG die nationalen Krebsbekämpfungsprogramme (NKBP) durch. Im Rahmen der NKBP konzentriert sich die KLS im Programm Hautkrebs vor allem auf die Früherkennung dieses Tumors (Sekundärprävention) und leistet mit ihrer Broschüre und den TV/Kino-Spot einen Beitrag zur Vorbeugung vor Hautkrebs als Folge der natürlichen UV-Strahlung (Primärprävention).

²³⁶ Art. 19 MRA

Das BAG engagiert sich ausschliesslich in der Primärprävention und deckt inhaltlich sowohl die natürliche als auch künstliche (z.B. Solarien) UV-Strahlung ab. Zudem verfolgt das BAG die wissenschaftlichen Erkenntnisse und kümmert sich um rechtliche Regelungen. Mit der Herausgabe der täglichen UV-Index-Prognose ist MeteoSchweiz der dritte Akteur. Mit dem Präventionsengagement des BAG werden die Zielgruppen Kleinkinder (Informationsbroschüre), Kinder und Jugendliche (Lernmaterialien für alle Schulstufen) und Erwachsene (Informationsmaterialien, UV-Index-Prognose, Hautuntersuchungen) angesprochen. In den letzten Jahren hat das BAG das Thema Solarium näher ins Zentrum gerückt. Mit Studien, welche die Situation um die künstliche Bräunung näher untersuchten (Besucherschaft, Motivation, Risikowahrnehmung, Strahlungsstärke der Geräte), konnte der notwendige Handlungsbedarf eruiert werden. Als Folge davon publizierte das BAG eine ausführliche Informationsbroschüre und ein Faltblatt über Solarien. Zu beklagen sind nach wie vor die mangelhaften respektive fehlenden Gefahrenhinweise in den Solarien und die irreführende Anpreisung der Industrie, die immer jüngeres Publikum. Um dem entgegenzuwirken, hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) in jüngster Zeit die Nationen dazu aufgerufen rechtliche Massnahmen zu ergreifen und insbesondere ein Solariumverbot für Jugendliche zu erlassen.

In der Grundlagenbeschaffung liefert die Vereinigung der Schweizerischen Krebsregister (VSKR) epidemiologische Daten. Die VSKR setzt sich aus neun kantonalen Krebsregistern zusammen (Basel, Genf, Graubünden & Glarus, Neuenburg, St.Gallen & Appenzell, Tessin, Wallis, Waadt und Zürich). Im Gegensatz zu vielen anderen Ländern deckt unser Krebsregister nur einen Teil des Landes ab (ca. 60% der Bevölkerung) und weist zudem Lücken in der Erfassung der Hauttumore auf, die nicht zu den Melanomen gehören. Im Bereich der Forschung beschäftigen sich auf der physikalisch-klimatologischen Seite MeteoSchweiz, das Weltstrahlungszentrum in Davos, die ETH Zürich und die Universität Bern vor allem im Rahmen der internationalen Klimaforschung mit der Veränderung der UV-Strahlungssituation. In der klinischen Forschung sucht die Universität Zürich nach Methoden in der Melanomtherapie, und andere Institutionen liefern Beiträge zur allgemeinen Krebsforschung.

5.3.2 Forschung im Bereich der EMF

Neue Technologien im Bereich EMF am Beispiel Pervasive Computing:

In der Studie „Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft: Auswirkungen des pervasive computing auf die Gesundheit und die Umwelt“, ausgearbeitet im Auftrag des schweizerischen Zentrums für Technologiefolge-Abschätzung und dreier Bundesämter (BAG, BAFU und BAKOM), wurden die Entwicklungsperspektiven der Informations- und Kommunikationstechnologien mit speziellem Akzent auf „pervasive computing“ aufgezeigt. Weiter wurden die Vorteile und Risiken solcher Entwicklungen für Gesundheit und Umwelt abgeschätzt und vor dem Hintergrund des Vorsorgeprinzips wurde dargelegt, welche Massnahmen zu ergreifen sind, um mit den allfälligen Risiken des pervasive computing umzugehen. In Bezug auf die Gesundheit wurden folgende Massnahmen empfohlen:

- Einführung einer Deklarationspflicht für technische Daten von NIS-Quellen, damit die Verbraucher ihre Eigenverantwortung besser wahrnehmen können;

- Eine kontinuierliche und partizipative Technologiefolgeabschätzung. Alle gesellschaftlichen Gruppen sollen frühzeitig in die Diskussion einbezogen werden;
- Förderung der Forschung über Gesundheitsrisiken;
- Förderung der Bildung und Ausbildung, um die sozialen Risiken zu minimieren.

Nationales Forschungsprogramm NIS, Umwelt und Gesundheit

Im März 2002 hat der Nationalrat ein Postulat²³⁷ überwiesen, das den Bundesrat beauftragt, die Erforschung gesundheitlicher Auswirkungen von NIS zu fördern. Daraufhin hat das BAFU Ende November 2002 beim Bundesamt für Bildung und Wissenschaft einen Vorschlag für ein neues Nationales Forschungsprogramm (NFP) zum Thema „Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit“ eingereicht. Im Programm sollen die wissenschaftlichen Grundlagen erarbeitet werden, die für eine Risikoabschätzung nichtionisierender Strahlung im Niedrigdosisbereich erforderlich sind. Dabei sind sowohl die heutige NIS-Belastung als auch zukünftige Technologien einzubeziehen. Schwerpunktmässig sollen folgende Aspekte untersucht werden: Erfassung der Exposition, gesundheitliche Auswirkungen von Langzeitexpositionen auf Mensch und Nutztiere, elektromagnetische Hypersensibilität, Wirkungsmechanismen im Niedrigdosisbereich Umsetzung: Risikoabschätzung, Risikomanagement, Risikokommunikation. Der Bundesrat hat zu Beginn 2005 das Programm bewilligt.

Forschungsstiftung Mobilkommunikation

Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation ist eine vom Bund anerkannte gemeinnützige Stiftung mit Sitz an der ETH Zürich, die 2002 von den drei Mobilfunkanbietern Orange, Sunrise und Swisscom sowie von der ETH Zürich gegründet wurde. Sie fördert die wissenschaftliche Forschung über Chancen und Risiken der Mobilkommunikation, insbesondere in den Bereichen Grundlagenforschung (Zell- und Tierstudien, Humanstudien sowie Dosimetrie), und Risikowahrnehmung und -kommunikation. Die Forschungsstiftung koordiniert den schweizerischen Beitrag zur COST-Aktion 281 "Potential Health Implications from Mobile Communication Systems".

²³⁷ 00.3682 - Postulat. Wyss „Elektrosmog. Forschung“

6 Anhänge

6.1 Mitglieder der Arbeitsgruppe

Name	Adresse
Baumann Jürg juerg.baumann@bafu.admin.ch	Bundesamt für Umwelt Sektion NIS 3003 Bern
Bise Carine (bis Juni 2005)	Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) Technische Einrichtungen und Geräte
Beerstecher Lutz (ab Juni 2005) lutz.beerstecher@swissmedic.ch	Swissmedic Schweizerisches Heilmittelinstitut Abteilung Medizinprodukte Erlachstr. 8 3009 Bern
Cocciantelli Lucio lucio.cocciantelli@bakom.admin.ch	Bundesamt für Kommunikation Sektion Marktzugang und Konformität Fernmeldeanlagen Zukunftstr. 44 2501 Biel
Feigenwinter Peter (bis Februar 2005)	Swissmedic Schweizerisches Heilmittelinstitut Abteilung Medizinprodukte
Gander Werner werner.gander@bfe.admin.ch	Bundesamt für Energie Abteilung Recht 3003 Bern
Gerber Beat beat.gerber@bag.admin.ch	Bundesamt für Gesundheit Abt. Strahlenschutz 3003 Bern
Isler Res (bis Juni 2004)	Bundesamt für Umwelt Abteilung Recht
Jossen Hermann hermann.jossen@suva.ch	Suva Bereich Physik Postfach 4358 6002 Luzern
Knutti Rudolf rudolf.knutti@seco.admin.ch	Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) Grundlagen Arbeit und Gesundheit Stauffacherstr. 101 8004 Zürich

Kraut Sabine sabinekraut@bluewin.ch	Redaktion des Berichtes Habsburgstr. 23 3006 Bern
Maurer Benno benno.maurer@gs-evd.admin.ch	Büro für Konsumentenfragen Effingerstr.27 3003 Bern
Meier Martin martin.meier@bag.admin.ch	Bundesamt für Gesundheit Abt. Strahlenschutz 3003 Bern
Moser Mirjana mirjana.moser@bag.admin.ch	Bundesamt für Gesundheit Abt. Strahlenschutz 3003 Bern
Plaschy-Gruber Stefanie stefanie.plaschy-gruber@bag.admin.ch	Bundesamt für Gesundheit Abt. Recht 3003 Bern
Rohrbach Daniel daniel.rohrbach@bakom.admin.ch	Bundesamt für Kommunikation Sektion Marktaufsicht und Recht Zukunftstr. 44 2501 Biel
Ryf Salome (ab Mai 2005) salome.ryf@bag.admin.ch	Bundesamt für Gesundheit Abt. Strahlenschutz 3003 Bern
Scuntaro Isabel (ab Juni 2005) isabel.scuntaro@swissmedic.ch	Swissmedic Schweizerisches Heilmittelinstitut Abteilung Medizinprodukte Erlachstr. 8 3009 Bern
Schoch Paul paul.schoch@esti.ch	Eidgenössisches Starkstrominspektorat Luppenstr. 1 8320 Fehraltorf
Werthmüller Andreas (bis Juni 2005) andreas.werthmueller@seco.admin.ch	Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) Technologie-, Umwelt- und Energiepolitik

6.2 Abkürzungen

6.2.1 Erlasse

ArG	Bundesgesetz vom 13. März 1964 über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz), SR 822.11
ATSG	Bundesgesetz vom 06. Oktober 2000 über den Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts (ATSG), SR 830.1
BV	Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999, SR 101
EleG	Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 über die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen, SR 734.0
FAV	Verordnung vom 14. Juni 2002 über Fernmeldeanlagen, SR 784.101.2
FMG	Fernmeldegesetz vom 30. April 1997, SR 784.10
HMG	Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über Arzneimittel und Medizinprodukte, SR 812.21
LGV	Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung vom 23. November 2005 (LGV), SR 817.02
LMG	Bundesgesetz vom 09. Oktober 1992 über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände (Lebensmittelgesetz, LMG), SR 817.0
MepV	Medizinprodukteverordnung (MepV) vom 17. Oktober 2001, SR 812.213
MRA	Abkommen vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über die gegenseitige Anerkennung von Konformitätsbewertungen (mit Anhängen und Schlussakte), SR 0.946.526.81
NEV	Verordnung vom 9. April 1997 über elektrische Niederspannungserzeugnisse, SR 734.26
NISV	Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung, SR 814.710
STEG	Bundesgesetz vom 19. März 1976 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten, SR 819.1

STEV	Verordnung vom 12. Juni 1995 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten, SR 819.11
THG	Bundesgesetz vom 6. Oktober 1995 über die technischen Handelshemmnisse, SR 946.51
USG	Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz, SR 814.01
UVG	Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG), SR 832.20
UVV	Verordnung vom 20. Dezember 1982 über die Unfallversicherung, SR 832.202
VEMV	Verordnung vom 9. April 1997 über die elektromagnetische Verträglichkeit, SR 734.5
VSS	Verordnung des EDI vom 27. März 2002 über die Sicherheit von Spielzeug (Spielzeugverordnung, VSS), SR 817.044.1
VUV	Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung), SR 832.30

6.3 Physikalische Grössen und Einheiten

Tabelle 17: Wichtige NIS-Einheiten

physikalische Grösse	Einheit	Zeichen	entspricht
Distanz	Meter	m	
Zeit	Sekunde	s	
Frequenz	Hertz	Hz	1Hz = 1/s
Ladung	Coulomb	C	
Spannung	Volt	V	1V = 1 J/C
Strom	Ampère	A	1 A = 1 C/s
Energie	Joule	J	
Leistung	Watt	W	1W = 1J/s = 1V·A

Tabelle 18: Physikalische Grössen und Einheiten zur Bezeichnung der Stärke oder Intensität von NIS

NIS	Grösse	Bezeichnung	Einheit	Abk.
EMF	Elektrische Feldstärke	E	Volt pro Meter	V/m
EMF	Magnetische Feldstärke	H	Ampere pro Meter	A/m

EMF	Magnetische Flussdichte	B	Tesla	T
Niederfrequente EMF	Stromdichte	J	Ampere pro Quadratmeter	A/m ²
Hochfrequente EMF	Leistungsdichte	S	Watt pro Quadratmeter	W/m ²
Hochfrequente EMF	Spezifische Energieabsorptionsrate	SAR	Watt pro Kilogramm	W/kg
Gepulste hochfrequente EMF	Spezifische Energieabsorption	SA	Joule pro Kilogramm	J/kg
Optische Strahlung	Bestrahlung	E	Joule pro Quadratmeter	J/m ²

Zehnerpotenzen

k	Kilo-	1'000 = 10 ³	m	Milli-	0,001 = 10 ⁻³
M	Mega-	1'000'000 = 10 ⁶	μ	Mikro-	0,000001 = 10 ⁻⁶
G	Giga-	1'000'000'000 = 10 ⁹	n	Nano-	0,000000001 = 10 ⁻⁹

6.4 NIS-relevante Produktnormen

6.4.1 Normen im EMF-Bereich

Tabelle 19 Bestehende Normen für statische Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
EN 50357:2001	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications	Diebstahlsicherungen, Identifikationssysteme
EN 50364:2001	Limitation of human exposure to electromagnetic fields from devices operating in the frequency range 0 Hz to 10 GHz, used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications	Diebstahlsicherungen, Identifikationssysteme
EN 50392:2004	Generic standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Elektronische Geräte
EN 60601-2-33	Medical electrical equipment - Part 2-33: Particular requirements for the safety of magnetic resonance equipment for medical diagnosis (CENELEC-IEC) 93/42/EEX	MRI (Patienten, Bedienungspersonal, Allgemeinbevölkerung)

Tabelle 20: Normen in Arbeit für statische Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
prEN 50DDD-2	Charging of electric vehicles - Environmental safety aspects - Assessment of electromagnetic fields associated to vehicle operation and charging	Fahrzeuge
prEN 50XX3	Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for resistance welding and allied processes 73/23/EEC	Schweißen
prEN 50413:200X	Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Allgemein
prEN 50444:2004	Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from equipment for arc welding and allied processes	Schweißen
prEN 50445:2004	Product family standard to demonstrate compliance of equipment for resistance welding, arc welding and allied processes with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) 73/23/EEC	Schweißen
prEN 62311:2004	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) 73/23/EEC; 1999/5/EC	Elektronische und elektrische Apparate
IEC 62369-2	Assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-300 GHz - Part 2: Fields produced by devices used for Alarms; Alert; Asset tracking, monitoring and protection; Detection; Security; Telecommand and control; Telemetry and similar Short Range and/or Low Power Radio Devices.	Alarmierungsgeräte
IEC 62369-	1 Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from Short Range Devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0-300 GHz. Part 1: Fields produced by devices used for Electronic Article Surveillance, Radio Frequency Identification and similar systems.	Diebstahlsicherungen, Identifikationssysteme
IEC 62311	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Elektronische und elektrische Apparate

Tabelle 21: Bestehende Normen für niederfrequente Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
EN 50364:2001	Limitation of human exposure to electromagnetic fields from devices operating in the frequency range 0 Hz to 10 GHz, used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and	Diebstahlsicherungen, Identifikationssysteme

	similar applications 73/23/EEC; 1999/5/EC	
EN 50366:2003	Household and similar electrical appliances - Electromagnetic fields - Methods for evaluation and measurement 73/23/EEC	Haushaltsgeräte, Kochherde, Mikrowellenöfen
EN 50392:2004	Generic standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Elektronische Geräte
EN 60601-2-33	Medical electrical equipment - Part 2-33: Particular requirements for the safety of magnetic resonance equipment for medical diagnosis (CENELEC-IEC) 93/42/EEC	MRI (Patienten, Bedienungspersonal, Allgemeinbevölkerung)
EN 60118-4:1998 CLC/SR 29	Hearing aids -- Part 4: Magnetic field strength in audio-frequency induction loops for hearing aid purposes	Hörgeräte
EN 62226-2-1:200X	Exposure to electric and magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Method for calculating the current density and internal electric field induced in the human body -- Part 2-1: Exposure to magnetic fields - 2D models	Allgemein
IEC//EN 62226-1:2004	Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body by electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range. Part 1: Scope, terms of reference and definitions	
IEC//EN 62226-2-1:2004	Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body by electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range. Part 2: Exposure to magnetic fields - Section 1: 2D models	

Tabelle 22: Normen in Arbeit für niederfrequente Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
prEN 50279:199	8 Visual Display Units - Measuring methods for low frequency electric and magnetic near fields	Bildschirme
prEN 50413:200X	Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Allgemein
prEN 50445:2004	Product family standard to demonstrate compliance of equipment for resistance welding, arc welding and allied processes with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) 73/23/EEC	Schweißen
CLC/prTR 50453:200X	Guide for the evaluation of electromagnetic fields around power transformers	Transformatoren
prEN 62226-1:2004	Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range - Methods for calculating	Allgemein

	the current density and internal electric field induced in the human body -- Part 1: General	
prEN 62311:2004	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) 73/23/EEC; 1999/5/EC	Elektronische und elektrische Apparate
BT(ES/NOT)16	Standardized procedures to measure power-frequency electric and magnetic fields produced by high-voltage electrical lines	Hochspannungsleitungen
IEC 62226-3-1 Ed. 1.0	Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body by electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range. Part 3: Electric Field	
IEC 62233 Ed. 1.0	Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure	
IEC 62311 Ed. 1.0	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Elektronische und elektrische Apparate
IEC 62369-1 Ed. 1.0	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from Short Range Devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0-300 GHz. Part 1: Fields produced by devices used for Electronic Article Surveillance, Radio Frequency Identification and similar systems.	
IEC 62369-2 Ed. 1.0	Assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-300 GHz - Part 2: Fields produced by devices used for Alarms; Alert; Asset tracking, monitoring and protection; Detection; Security; Telecommand and control; Telemetry and similar Short Range and/or Low Power Radio Devices.	

Tabelle 23: Bestehende Normen für hochfrequente Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
EN 50357:2001	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications	Artikelsicherungsanlagen, Identifikationssysteme
EN 50360:2001	Product standard to demonstrate the compliance of mobile phones with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (300 MHz - 3 GHz) 1999/5/EC	Mobiltelefone
EN 50361:2001	Basic standard for the measurement of Specific Absorption Rate related to human exposure to electromagnetic fields from mobile phones (300 MHz - 3 GHz)	Mobiltelefone

EN 50366:2003	Household and similar electrical appliances - Electromagnetic fields - Methods for evaluation and measurement 73/23/EEC	Haushaltsgeräte, Kochherde, Mikrowellenöfen
EN 50371:2002	Generic standard to demonstrate the compliance of low power electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz - 300 GHz) - General public 73/23/EEC; 1999/5/EC	elektronische und elektrische Apparate
EN 50383:2002	Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz - 40 GHz)	Basisstationen
EN 50384:2002	Product standard to demonstrate the compliance of radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems with the basic restrictions or the reference levels related to human exposure to radio frequency electromagnetic fields (110 MHz - 40 GHz) - Occupational	Basisstationen berufliche Exposition
EN 50385:2002	Product standard to demonstrate the compliance of radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems with the basic restrictions or the reference levels related to human exposure to radio frequency electromagnetic fields (110 MHz - 40 GHz) - General public 1999/5/EC	Basisstationen allgemeine Exposition
EN 50392:2004	Generic standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Elektronische und elektrische Apparate
EN 61566:1997 CLC/SR 103	Measurement of exposure to radio-frequency electromagnetic fields - Field strength in the frequency range 100 kHz to 1 GHz	Allgemein
R106-001:2002	Guidelines for product committees on the preparation of standards related to human exposure from electromagnetic fields	
IEC//EN 62209	Procedure to measure the Specific Absorption Rate (SAR) in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz. Part 1: hand-held mobile wireless communication devices	
IEC//EN 62209-1	Procedure to measure the Specific Absorption Rate (SAR) in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz. Part 1: Hand-held mobile wireless communication devices	

Tabelle 24: Normen in Arbeit für hochfrequente Felder

Dokument	Titel	Anwendungen
prEN 50XXX	Assessment of the compliance of stand alone broadcast transmitters with the reference levels or the basic restrictions related to public human exposure to radio frequency electromagnetic fields (30 MHz - 40 GHz) when put into service	Radiosender berufliche Exposition?
prEN 50XXX	Product standard to demonstrate the compliance of radio microphones, in ear monitors, cordless audio, audio links and similar devices with output powers of up to 25 watts, with the reference levels and the basic restrictions related to public exposure to radio frequency electromagnetic fields (30 MHz - 40 GHz)	drahtlose Mikrophone In-ear Kopfhörer, drahtlose Audioanlagen
prEN 50XXX	Basic standard for the calculation and the measurement of human exposure to electromagnetic fields from broadcasting service transmitters in the MF and HF bands (3 MHz - 30 MHz)	Radiosender
prEN 50XXX	Assessment of the compliance of broadcast station transmitters with the reference levels or the basic restrictions related to public and occupational exposure to radio frequency electromagnetic fields (3 MHz - 30 MHz) when put into service	Radiosender berufliche Exposition?
prEN 50XXX	Product standard to demonstrate the compliance of broadcast station transmitters with the reference levels and the basic restrictions related to public exposure to radio frequency electromagnetic fields (3 MHz - 30 MHz)	Radiosender
prEN 50XXX-1	EMF assessment with respect to active implantable medical devices in electric, magnetic and electromagnetic fields -- Part 1: General	
prEN 50XXX-2-1	EMF assessment with respect to active implantable medical devices in electric, magnetic and electromagnetic fields -- Part 2-1: Cardiac pacemakers	
prEN 50XXX	Product standard to demonstrate the compliance of cordless cameras and vision links with the reference levels and the basic restrictions related to public exposure to radio frequency electromagnetic fields (1 GHz - 50 GHz)	Schnurlose Kameras
prEN 50XXX	Basic standard for the calculation and the measurement of human exposure to electromagnetic fields from cordless cameras and vision links operating in the frequency range 1 GHz – 50 GHz	Schnurlose Kameras
prEN 50XXX-1	Safety requirements for industrial induction heating equipment with a view to human exposure to electric and magnetic and electro-magnetic fields produced by them 73/23/EEC; 2004/40/EC	Induktive Erwärmung
prEN 50XXX-2	Safety requirements for industrial dielectric heating equipment with a view to human exposure to electric and magnetic and electro-magnetic fields produced	Dielektrische Erwärmung

	by them 2004/40/EC	
prEN 50XXX	Basic standard for in situ measurement related to base stations 1999/5/EC	Basisstationen
prEN 50XXX	Product standard for mobile phones body worn, frontal face or desktop use (300 MHz-3 GHz) 1999/5/EC	Mobilfunk- Endgeräte
CLC/prTS 50437:2004	Electromagnetic emissions from access powerline communications networks	
prEN 50400:200X	Basic standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service	berufliche Exposition?
prEN 50401:200X	Product standard to demonstrate the compliance of fixed equipment for radio transmission (110 MHz - 40 GHz) intended for use in wireless telecommunication networks with the basic restrictions or the reference levels related to general public exposure to radio frequency electromagnetic fields, when put into service 1999/5/EC	berufliche Exposition?
prEN 50413:200X	Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	Allgemein
prEN 50420:200X	Basic standard for the evaluation of human exposure to electromagnetic fields from a stand alone broadcast transmitter (30 MHz - 40 GHz)	Radiosender
prEN 50421:200X	Product standard to demonstrate the compliance of stand alone broadcast transmitters with the reference levels or the basic restrictions related to public human exposure to radio frequency electromagnetic fields (30 MHz - 40 GHz)	Radiosender
prEN 62209-1:200X	Procedure to measure the Specific Absorption Rate (SAR) in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz - Part 1: Hand-held mobile wireless communication devices	Mobilfunk- Endgeräte
prEN 62311:2004	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz) 73/23/EEC; 1999/5/EC	Elektrische und elektronische Apparate
IEC//EN 62209-1	Procedure to measure the Specific Absorption Rate (SAR) in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz. Part 1: Hand-held mobile wireless communication devices	
IEC 62226-3-1 Ed. 1.0	Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body by electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range. Part 3: Electric Field	

IEC 62233 Ed. 1.0	Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure	
IEC 62311 Ed. 1.0	Generic product standard to demonstrate the compliance of electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)	
IEC 62334 Ed. 1.0	Measurement and Assessment of Human Exposure to High Frequency (9 kHz to 300 GHz) Electromagnetic Field	
IEC 62369-1 Ed. 1.0	Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from Short Range Devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0-300 GHz. Part 1: Fields produced by devices used for Electronic Article Surveillance, Radio Frequency Identification and similar systems.	
IEC 62369-2 Ed. 1.0	Assessment of human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-300 GHz - Part 2: Fields produced by devices used for Alarms; Alert; Asset tracking, monitoring and protection; Detection; Security; Telecommand and control; Telemetry and similar Short Range and/or Low Power Radio Devices.	

6.4.2 Normen im optischen Bereich

Tabelle 25: Bestehende Normen für den optischen Bereich

Dokument	Titel	Anwendungen
IEC 60825-1 (2001-08)	Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide	
IEC 60825-3 (1995-12)	Safety of laser products - Part 3: Guidance for laser displays and shows	
IEC 61228 (1993-04)	Method of measuring and specifying the UV-radiation of ultraviolet lamps used for sun-tanning	
IEC 61228-am1 (1996-08)	Amendment 1 - Method of measuring and specifying the UV-radiation of ultraviolet lamps used for sun-tanning	
IEC 60335-2-27 (2003-10):	Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-27: Particular requirements for appliances for skin exposure to ultraviolet and infrared radiation	
IEC 60598-1 (2003-10): Luminaires - Part 1	General requirements and tests	
SN EN 60825-1 (1994)	Sicherheit von Laser-Einrichtungen; Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (entspricht IEC 60825-1:1993)	

SN EN 60825-1/A2 (2001–03)	Sicherheit von Laser-Einrichtungen; Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien ; Änderung A2 (entspricht IEC 60825-1:1993/A2:2001)	L
SN EN 60335-2-27 (2003)	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke. Teil 2–27: Besondere Anforderungen für Hautbehandlungsgeräte mit Ultraviolett- und Infrarotstrahlung (entspricht IEC 60335–2–27:2002 und EN 60335–2–27:2003)	
SN EN 61228 (1994)	Verfahren zur Messung und Festlegung der UV-Strahlung von UV-Lampen für Bräunungszwecke (entspricht IEC 61228:1993)	
SN EN 61228/A1 (1996)	Verfahren zur Messung und Festlegung der UV-Strahlung von UV-Lampen für Bräunungszwecke; Änderung A1 (entspricht IEC 61228:1993/A1:1996)	
DIN 5050–1 (1992–05)	Solarien und Heimsonnen. Messverfahren, Typeneinteilung, Kennzeichnung.	
DIN 5050–2 (1998–06)	Solarien und Heimsonnen. Teil 2: Anwendung und Betrieb.	

Tabelle 26: Normen im Bereich Spielzeuge

Dokument	Titel	Anwendungen
SN EN 50088	Sicherheit elektrischer Spielzeuge.	

Tabelle 27: Normen im Bereich Laser an Veranstaltungen

Dokument	Titel	Anwendungen
SN EN 60825-1	Sicherheit von Laser-Einrichtungen; Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993)	
IEC 60825–3	Safety of laser products - Part 3: Guidance for laser displays and shows.	

Tabelle 28: Normen für Sonnenbrillen und Textilien im Bezug auf den Schutz gegen UV-Strahlung

Dokument	Titel	Anwendungen
SN EN 1836 (1997)	Persönlicher Augenschutz – Sonnenbrillen und -schutzfilter für den allgemeinen Gebrauch	
SN EN 1836/A1 (2001–10)	Persönlicher Augenschutz - Sonnenbrillen und -schutzfilter für den allgemeinen Gebrauch; Änderung A1	
SN EN 1836/A2	Persönlicher Augenschutz - Sonnenbrillen, Sonnen-	

(2004-01)	schutzfilter für den allgemeinen Gebrauch und Filter für die direkte Betrachtung der Sonne; Änderung A2	
SN EN 13758-1 (2001-11)	Textilien - Schutzeigenschaften gegen ultraviolette Sonnenstrahlung - Teil 1: Prüfverfahren für Bekleidungstextilien	
SN EN 13758-2 (2003-09)	Textilien - Schutzeigenschaften gegen ultraviolette Sonnenstrahlung - Teil 2: Klassifizierung und Kennzeichnung von Bekleidung	
ASTM D 6603 (2000)	Standard Guide for Labeling of UV-Protective Textiles (amerikanische Norm)	
AS/NZS 4399 (1996)	Sun protective clothing - Evaluation and classification (australische Norm)	
AS/NZS 4399/Amdt 1 (1998)	Sun protective clothing - Evaluation and classification (australische Norm)	