

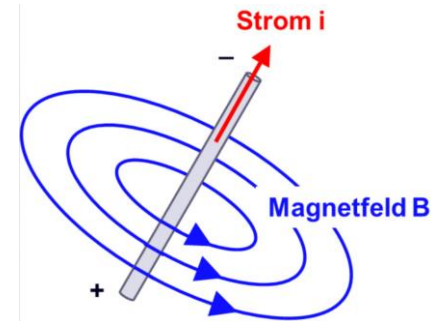
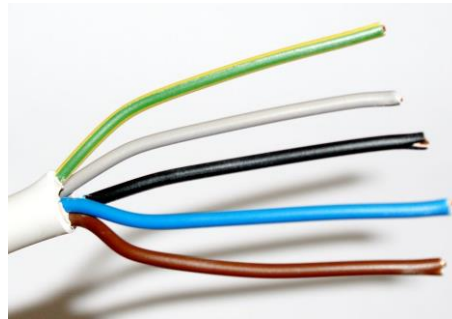
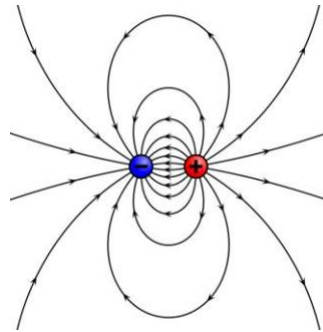
Nichtionisierende Strahlung (NIS)

Schulung Umweltschutzbeauftragte 2024



Schulung Umweltschutzbeauftragte

1. Physikalische Grundlagen



- **Elektrische Felder** (Volt/Meter) entstehen überall dort, wo elektrische Spannungen vorhanden sind. Es muss kein Strom fließen. Elektrische Felder lassen sich gut abschirmen.
- **Magnetische Felder** (mikroTesla) entstehen überall dort, wo elektrische Ströme fließen. Diese Felder lassen sich nur aufwändig abschirmen.
- Bei beiden Feldern unterscheidet man zwischen **Gleich- und Wechselfeldern**.
- Die Felder werden mit zunehmendem Abstand zur Quelle rasch schwächer.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

1. Physikalische Grundlagen









- Bei hohen Frequenzen über 100'000 Schwingungen pro Sekunde (100 kHz) können diese Felder kombiniert als **elektromagnetische Wellen** (Volt/Meter) von Antennen abgestrahlt werden. Die Reichweite einer Mobilfunkstation liegt bei 4 km bis 5 km im städtischen Gebiet und 10 km bis 25 km im ländlichen Raum.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

1. Physikalische Grundlagen in Kürzestform

- **Elektromagnetisches Spektrum:**

(Quelle: BAFU)

Immissionsquellen z.B. 	  		
Frequenz 3 kHz	3 MHz 3 GHz	3 THz	
Netzfrequenz	Langwelle Mittelwelle Kurzwelle Ultrakurzwelle Mobilfunk (UMTS, GSM etc.) Mikrowelle Radar	Infrarote Strahlung Sichtbares Licht UV-Strahlung	Röntgenstrahlung Gammastrahlung
Niederfrequente Felder	Hochfrequente Felder	Optische Strahlung	
	Nichtionisierende Strahlung		Ionisierende Strahlung

Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.1 Quellen von Elektromog, niederfrequente Felder: Freileitungen

- Wo Elektrizität transportiert wird, entstehen elektrische und magnetische Felder.
- Die Stärken der **elektrischen Felder** hängen im Wesentlichen von der **Spannung** ab.
- Die Stärke der problematischeren **magnetischen Felder** variieren je nach Bauart der Leitung und **Stromstärke**.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.1 Quellen von Elektromog, niederfrequente Felder: Kabelleitungen

- Im Vergleich zu Freileitungen haben die problematischeren Magnetfelder von Kabelleitungen bei gleicher Stromstärke deutlich kleinere räumliche Ausdehnungen.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.1 Quellen von Elektromog, niederfrequente Felder: Transformatoren

- Die Niederspannungsverteilung erzeugen bei Transformatoren die stärksten Magnetfelder.
- Aufgrund der Vielfalt an Konstruktionsunterschieden sind allgemeingültige Aussagen zu den erzeugten Magnetfeldern nicht möglich.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.1 Quellen von Elektromog, niederfrequente Felder: Fahrleitungen Eisenbahn

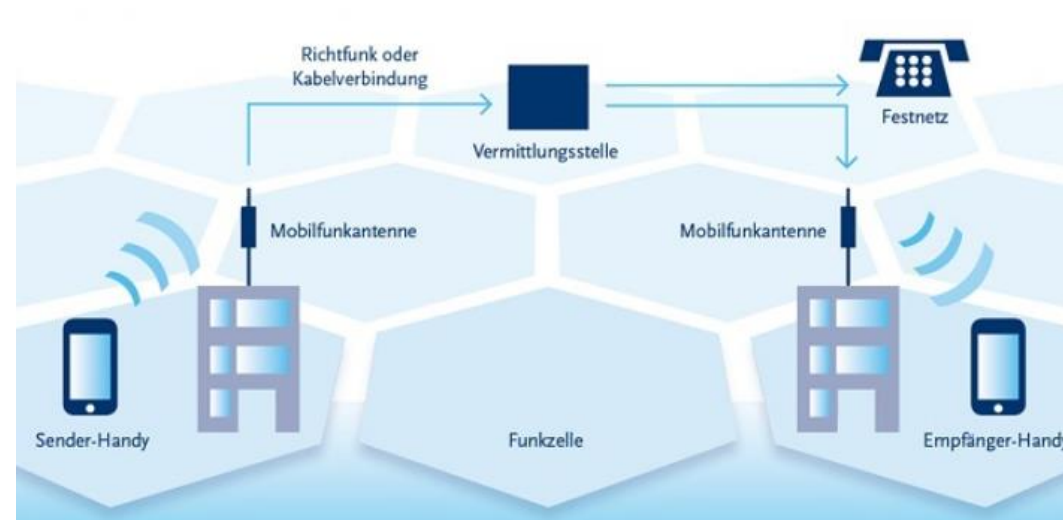
- Grundsätzlich gleichen die Merkmale der erzeugten elektrischen und magnetischen Feldern denen von Freileitungen.
- Die Feldstärken neben den Bahnlinien variieren mit dem Verkehrsaufkommen im jeweiligen Versorgungsabschnitt, der aktuellen Position der Züge und dem schwankenden Strombedarf der Triebfahrzeuge und unterliegen grossen zeitlichen Schwankungen.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

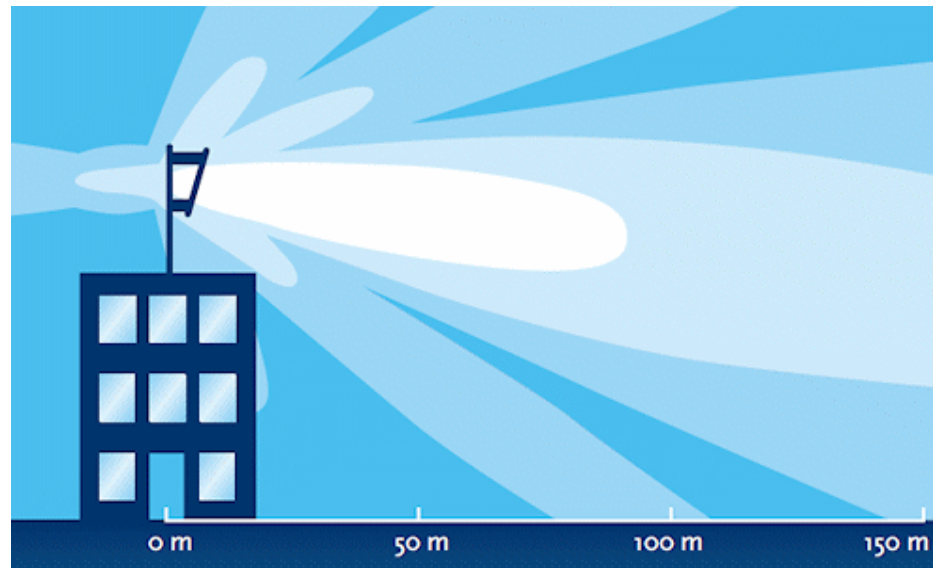
2.2 Quellen von Elektromog, hochfrequente Felder: Mobilfunk

- Ein Mobilfunknetz besteht aus vielen Funkzellen. Zu jeder Zelle gehört eine Basisstation, die Verbindung zu den Mobiltelefonen in ihrer näheren Umgebung herstellt. Basisstationen sind mit Glasfaserleitungen oder über Richtfunk mit einer Telefonzentrale verbunden.
- Jede Basisstation kann nur eine begrenzte Datenmenge übermitteln. Die Grösse einer Funkzelle wird somit durch die Intensität der Nutzung bestimmt.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.2 Quellen von Elektromog, hochfrequente Felder: Mobilfunk



- Mobilfunk-Sendeanlagen strahlen pro Antenne gerichtet in verschiedene definierte Sektoren. Höhere Feldstärken treten hauptsächlich in den gerichteten Strahlungsfeldern auf.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

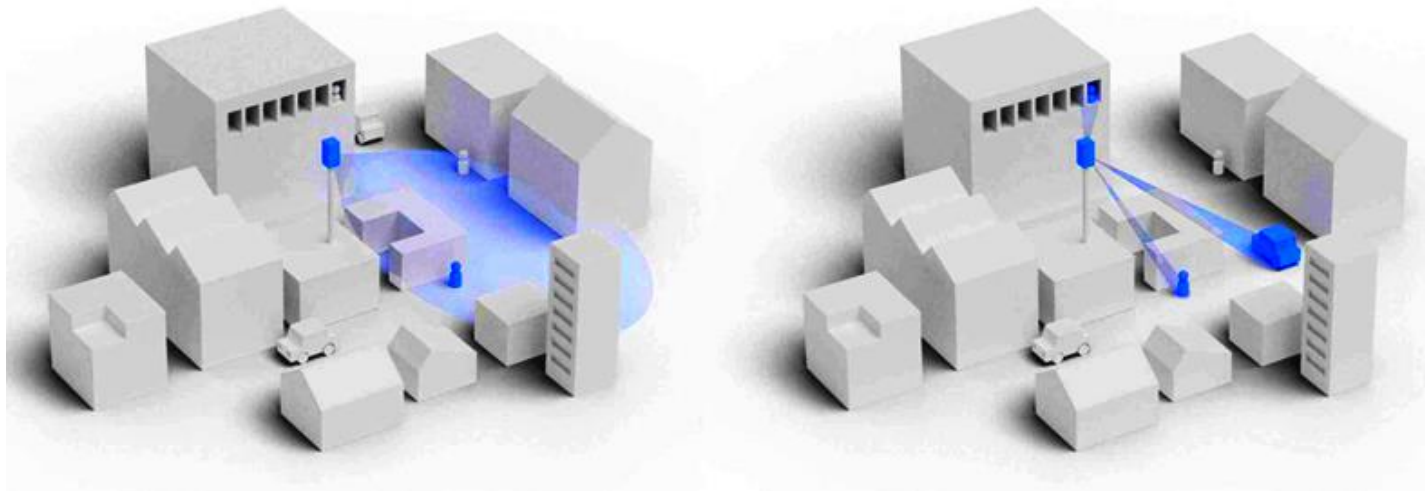
2.2 Quellen von Elektromog, hochfrequente Felder: Mobilfunk

- Die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Strahlungsimmissionen sind:
 - Sendeleistung in Watt ERP (effective radiated power)
 - Räumliches Abstrahlmuster der Antenne («Antennendiagramm»)
 - Höhe und Ausrichtungen (Azimut, Elevation) der Antennen
 - Vertikaler und horizontaler Abstand zur Antenne
 - Gebäudedämpfung (zum Beispiel durch Dächer aus Eisenbeton)

Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.2 Quellen von Elektromog, hochfrequente Felder: Mobilfunk 5. Generation (5G)

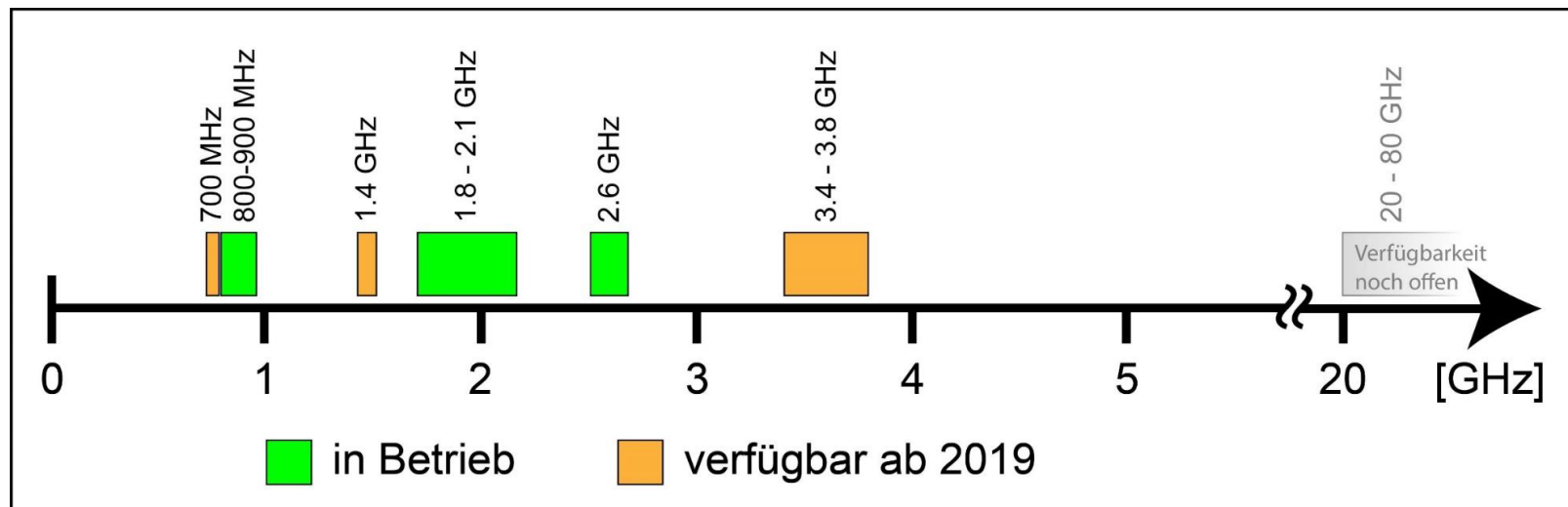
- **Beamforming-Antennen:** Im Gegensatz zur gleichmässigen Abstrahlung einer herkömmlichen Antenne wird beim Beamforming das Mobilgerät zunächst durch einen schwachen Kontrollstrahl der Antenne lokalisiert. Sodann wird der Antennenstrahl gebündelt und dem Endgerät nachführt.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

2.2 Quellen von Elektromog, hochfrequente Felder: Mobilfunk 5. Generation (5G)

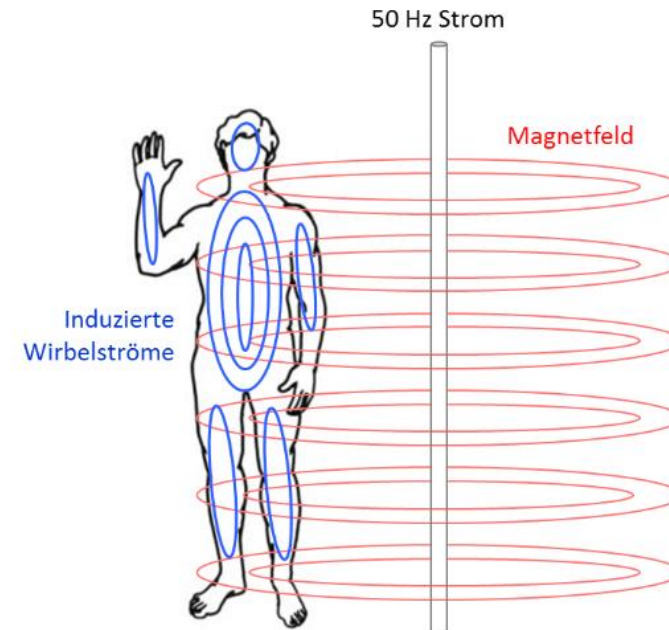
- **Aktuelle Frequenzbänder**



Schulung Umweltschutzbeauftragte

3. Auswirkungen von Elektromog

- **Niederfrequente elektrische und magnetische Feldern** können
 - Reizwirkungen: ungewolltes Auslösen von Nervenimpulsen oder Muskelkontraktionen;
 - unterschwelligen Wirkungen: Beeinflussungen des Verhaltens, der Lernfähigkeit, des Hormonsystems oder des Zellstoffwechsels auslösen.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

3. Auswirkungen von Elektromog

- **Hochfrequenz-Strahlung** hat
 - thermische Wirkungen: Erwärmung von biologischem Gewebe. Diese sind gut untersucht.
 - nicht-thermische Wirkungen: Beeinflussung der Hirnströme, oxidativer Stress, Beeinträchtigte Reparatur von Schäden an der Erbsubstanz, etc.
Zurzeit ist noch unklar, ob und unter welchen Bedingungen diese Wirkungen zu einem Gesundheitsrisiko werden.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

4. Rechtliches / Grenzwerte

Rechtsgrundlage: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierende Strahlung (NISV). Nicht Gegenstand der NISV sind mobilen Endgeräte.

Die Grenzwertregelung ist in der Verordnung zweistufig aufgebaut:

Immissionsgrenzwerte (IGW) - Orte für kurzfristigen Aufenthalt (OKA)



Anlagegrenzwerte (AGW) = Vorsorgegrenzwerte - Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN)



Schulung Umweltschutzbeauftragte

4. Rechtliches / Grenzwerte

Immissionsgrenzwert (IGW)

- Schutz vor thermischen Effekten auf den Menschen
- 28 bis 61 V/m - diese Werte müssen überall eingehalten werden

Schulung Umweltschutzbeauftragte

4. Rechtliches / Grenzwerte

Anlagegrenzwert (AGW) = Vorsorgegrenzwert

- Weil aus der Forschung unterschiedlich gut abgestützte Beobachtungen vorliegen, wonach es auch noch andere als die thermischen Effekte gibt, legt die NISV zusätzlich Vorsorgewerte fest.
- 4 bis 6 V/m - diese Werte müssen nicht überall, sondern nur an den Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden.

⇒ Der Anlagegrenzwert ist 10 x tiefer als der Immissionsgrenzwert!

Schulung Umweltschutzbeauftragte

5.1 Vollzug allgemein

- Bei der **Errichtung neuer Anlagen** wird grundsätzlich verlangt, dass der AGW eingehalten wird. Sollte dies im Einzelfall nicht möglich sein, so kann die Behörde eine Ausnahme bewilligen, sofern alle zumutbaren Massnahmen zur Reduktion der Belastung getroffen werden. **Keine Ausnahmen sind zulässig bei Mobilfunkanlagen.**
- **Bestehende Anlagen** müssen saniert werden, wenn sie die Anforderungen der NISV nicht erfüllen. Dabei ist die Vorsorgeregulierung allerdings differenzierter ausgestaltet und lässt mehr Ausnahmen zu als bei neuen Anlagen. Bei bestehenden elektrischen Leitungen muss die Phasenbelegung optimiert und bei Fahrleitungsanlagen muss ein Rückleiter (Erdseil) möglichst nahe beim Fahrdraht installiert werden. **Keine Ausnahmen gibt es beim Mobilfunk. Auch bestehende Mobilfunkanlagen müssen den AGW einhalten.**
- Der Anlageinhaber muss jedem Gesuch für eine Neuerrichtung oder für einer wesentliche Änderung einer Anlage ein **Standortdatenblatt** mit den NIS-relevanten technischen Daten und der Berechnung der Feldstärken der meistbelasteten OMEN beilegen.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

5.2 Vollzug niederfrequente Felder

- **Neue Bauzonen** dürfen nur dort ausgeschieden werden, wo der Anlagegrenzwert bei bestehenden Stromleitungen eingehalten ist oder mit planerischen oder baulichen Massnahmen eingehalten werden kann (planerisch = z.B. nur Garagen oder technische Räume im NIS-Korridor).
- Grundsätzlich anders ist die Situation bei **Bauzonen, die vor Inkraftsetzung der NISV bereits rechtmässig ausgeschieden war**. Für solche Parzellen macht die NISV keine Einschränkung an die zulässigen Bauten und sie statuiert keinerlei Pflicht zur Rückzonung. Aus Sicht der NISV darf auf einer solchen Parzelle ein Gebäude errichtet werden, selbst wenn darin der Anlagegrenzwert überschritten sein wird.
- Unter Starkstromleitungen muss zusätzlich die Leitungsverordnung LeV berücksichtigt werden; sie regelt die Abstände so, dass im Störfall kein Stromleiter auf Hochbauten fällt.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

5.2 Vollzug hochfrequente Felder

- **Bewilligungspflichtig** im Sinne der NISV sind Neubauten oder Änderungen von Sendeanlagen. Als Änderungen gelten:
 - die Änderung der Lage von Sendeantennen;
 - der Ersatz von Sendeantennen durch solche mit einem andern Antennendiagramm;
 - die Erweiterung mit zusätzlichen Sendeantennen;
 - die Erhöhung der Sendeleistung über den bewilligten Höchstwert hinaus;
 - die Änderung von Senderichtungen über den bewilligten Winkelbereich hinaus.

Schulung Umweltschutzbeauftragte

5.3 Vollzug hochfrequente Felder

- Grundsätzlich liegt die Zuständigkeit der Bewilligung von Mobilfunkanlagen bei der Baubewilligungsbehörde (Gemeinden, ARE). Das AfU prüft als Fachbehörde, ob die Anlage hinsichtlich NIS bewilligungsfähig ist (Fachbericht Baubewilligungsverfahren).
- Als sogenannte „**Bagatelländerung**“ gelten Änderungen, welche keine baurechtlichen Tatbestände darstellen und keine bzw. geringfügige Zunahme der Feldstärken an den OMEN bewirken. Bagatelländerungen werden durch das AfU geprüft und genehmigt. Die betroffenen Standortgemeinden werden jeweils schriftlich über die Genehmigung in Kenntnis gesetzt.
- Unabhängig vom Verfahren prüft das AfU alle Gesuche materiell und rechnerisch.
- Bewilligungsfähig sind Gesuche dann, wenn der IGW sowie an OMEN zusätzlich der AGW eingehalten werden.
- **Bei der Erstellung und Änderung von Mobilfunkanlagen besteht ein Rechtsanspruch auf Erteilung der Bewilligung, wenn die gesetzlichen Voraussetzungen erfüllt sind.**

Schulung Umweltschutzbeauftragte

5.3 Vollzug hochfrequente Felder

- Die Grenzwerte müssen bei maximaler bewilligter Sendeleistung und eingestellten kritischen vertikalen und horizontalen Sendewinkeln zu den OMEN eingehalten werden.
- Antennen verschiedener Mobilfunkanbieter mit engem räumlichem Zusammenhang (Anlageperimeter), zum Beispiel auf dem gleichen Mast («Sitesharing») gelten als eine Anlage (kumulierter Vollbetrieb aller Antennen relevant).
- Wird an einem oder mehreren OMEN der Anlagegrenzwert zu 80% ausgeschöpft, wird eine Abnahmemessung durch eine akkreditierte Messfirma verlangt. Die bei eingestellten kritischen Senderichtungen effektiv vor Ort gemessenen Feldstärken werden auf die maximal bewilligten Sendeleistungen hochgerechnet.
- Wird der AGW nicht eingehalten, muss die Sendeleistung reduziert oder die Senderichtungen angepasst werden.



Schulung Umweltschutzbeauftragte

3 Nützliche Links

Bundesamt für Umwelt BAFU, Sektion Nichtionisierende Strahlung NIS

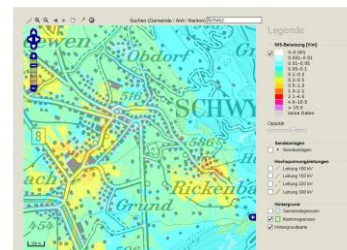
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog.html>

Amt für Umwelt und Energie, Fachbereich NIS

<https://www.sz.ch/umweltdepartement/amt-fuer-umwelt-und-energie/umwelt/luft/nichtionisierende-strahlung.html/8756-8758-8802-9447-9453-10707-10759-11120>

Modellierung Elektromog Mobilfunk- und Rundfunkanlagen in der Zentralschweiz

<http://www.e-smogmessung.ch>



Nico Schmidli - Tel. 041 819 20 19 – nico.schmidli@sz.ch

Schulung Umweltschutzbeauftragte



Gibt es noch Fragen?