

**DEPARTEMENT  
BAU, VERKEHR UND UMWELT**

Abteilung für Umwelt

René Sägesser,  
Geschäfts-Koordinator  
Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau  
Direkt 062 835 33 75  
rene.saegesser@ag.ch

Abteilung für Baubewilligungen

4. Juli 2017

**Stellungnahme zu den Einwendungen**

Baugesuch Nr.: BVUAFB.16.1112-1 / AFU.16.520-4  
Gemeinde: Freienwil  
Gesuchsteller: Swisscom (Schweiz) AG Förrlibuckstrasse 8021 Zürich  
Bauvorhaben: Neubau Mobilfunkkommunikationsanlage  
Lage: Parzelle Nr. 79 Koordinaten: 666966/261421  
Zone: innerhalb der Bauzone  
Angrenzend: K 427

---

**Sachverhalt**

Die Swisscom Schweiz AG und die Salt Mobile SA ersuchten im Mai 2016 den Gemeinderat Freienwil um die Baubewilligung für den Neubau sowie den Betrieb einer Mobilfunkanlage beim Sportplatz an der Badenerstrasse.

Mit dem neuen Standortdatenblatt vom 12. Oktober 2016 wurde die Verschiebung des Standortes um ca. 70 m in südlicher Richtung deklariert und den Behörden zur Prüfung vorgelegt. Die Sendeparameter der Swisscom-Anlage wurden verändert.

Der Evaluationsbericht der Gesuchstellerin, welcher dem Baugesuch beiliegt, entspricht strukturell der kantonalen Praxis und ist nachvollziehbar formuliert.

Es sind folgende Sender geplant:

Operator	Sender - Nummer	Sendeleistung [Watt <sub>ERP</sub> ]	Frequenzband [MHz]
Swisscom	1_SCLO	1390	800-900
Swisscom	2_SCLO	1390	800-900
Swisscom	3_SCLO	1100	800-900
Swisscom	1_SCHI	4785	1800-2600
Swisscom	2_SCHI	4785	1800-2600
Swisscom	3_SCHI	2300	1800-2600
Salt	1STKE	800	800-900

Salt	2STKE	1000	800-900
Salt	3STKE	1000	800-900
Salt	2STSUO	1800	1800-2600
Salt	3STSUO	1800	1800-2600

Die Swisscom Schweiz AG und die Salt Mobile SA installieren ihre Sender an einem freistehenden Stahlmast auf einer Höhe von 19.25 m bzw. 23.35 m über Terrain.

Der nächste Ort mit empfindlicher Nutzung (OMEN) mit der höchst ausgewiesenen NIS-Belastung – hier auf der freien Parzelle 79 (vgl. Situationsplan Punkt 02) - befindet sich auf einer Höhe von 8.5 m über Terrain und ca. 76.1 m von der Sendeanlage entfernt.

Mit Schreiben der Abteilung für Baubewilligungen (AfB) des Departements Bau, Verkehr und Umwelt (BVU) vom 13. Dezember 2016 wurde dem Gemeinderat Freienwil die Stellungnahme der Abteilung für Umwelt, datiert vom 2. Dezember 2016, zur beantragten Sendeanlage der Salt Mobile SA zugestellt. Die Prüfung der NIS-Fachstelle ergab, dass die in der Verordnung über den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (NISV) vorgeschriebenen Grenzwerte von der Anlage eingehalten werden. Der Anlagegrenzwert von 5.0 V/m (vgl. Standortdatenblatt) wird am meist betroffenen Ort mit empfindlicher Nutzung zu 98 % ausgeschöpft. Die Abteilung für Umwelt hat dem Neubauprojekt der beiden Mobilfunkbetreiberinnen mit Auflagen zugestimmt.

Die Bauverwaltung von Freienwil übermittelte mit Schreiben vom 21. Juni 2017 der Abteilung für Umwelt die eingegangenen Einwendungen zur Stellungnahme.

### **Stellungnahme zu den Einwendungen**

Die Abteilung für Umwelt äussert sich hauptsächlich zu den NISV-relevanten Einwendungspunkten.

Zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit medizinwissenschaftlichen Untersuchungen können wir nur begrenzt Stellung nehmen; zur Standortgebundenheit, Zonenkonformität, Ortsbild- und Landschaftsschutz sowie Siedlungsentwicklung nehmen wir nicht eingehend Stellung.

#### **1. Gesundheit in Verbindung mit der Einhaltung des Anlagegrenzwertes**

##### Medizinwissenschaftliche Kenntnisse:

Grundsätzlich erzeugen hochfrequente elektromagnetische Felder (z.B. bei der Bandbreite zwischen 900 und 2100 MHz) auf Körper eine gewisse Erwärmung. Die Existenz gesundheitlicher Risiken bei langfristiger Exposition von Hochfrequenzstrahlung niedriger Intensität kann heute aus wissenschaftlicher Sicht weder eindeutig bejaht noch verneint werden. Aus wissenschaftlichen Experimenten mit Zellen sind beispielsweise biologische Wirkungen bei Intensitäten, die unterhalb der Immissionsgrenzwerten der „Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung“ (ICNIRP) liegen, belegt, doch ist unklar, ob diese Wirkungen für den Menschen eine Gefährdung oder Belästigung darstellen können. Auch die Ergebnisse der Untersuchungen beim Kurzwellensender Schwarzenburg deuten darauf hin, dass gewisse Eigenschaften hochfrequenter elektromagnetischer Felder - die man in diesem Fall allerdings noch nicht identifizieren konnte - neurovegetative Probleme (Schlafstörungen) auslösen können.

Am internationalen Symposium über biologische Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder an der Universität Wien vom Oktober 1998 wie auch am Kongress der Umweltmediziner im Mai 2000 in Salzburg wurde festgestellt, dass auch biologische Effekte unterhalb der internationalen Grenzwerte der Strahlenschutzkommission (ICNIRP) auftreten können, jedoch bei „elektrosensiblen“ Personen noch in Abklärung stehen. In diesem Zusammenhang hat auch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bereits 1996 ein Forschungsprojekt gestartet, bei dem beabsichtigt ist, wissenschaftlich erhärtete Immissionsgrenzwerte festzulegen, unterhalb denen kein medizinbiologisches Risiko mehr bestehen sollte. Gerade wegen dieser Unsicherheit hatte das Bundesamt für Umwelt (BAFU) dem Bundesrat ein „Nationales Forschungsprogramm“ (NFP 57) vorgeschlagen, welches die heutige Risikolage mit gezielten medizinwissenschaftlichen Forschungsarbeiten weiter aufzuklären vermag. Der Abschlussbericht der vier Jahre dauernden Arbeiten wurde im Mai 2011 veröffentlicht. Insgesamt hat die Forschung des NFP57 keine alarmierenden, neuen Tatbestände zu Tage gefördert, welche eine Anpassung der gesetzlichen Bestimmungen oder ein Eingreifen seitens der Behörden notwendig erscheinen lassen würden. Auf der Internetseite [www.nfp57.ch](http://www.nfp57.ch) sind die Studienergebnisse einsehbar.

In Sachen Studien verweisen wir auf die Datenbank des Instituts für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel. Die neusten Ergebnisse sind im Internet unter [www.elmar.unibas.ch](http://www.elmar.unibas.ch) öffentlich zugänglich.

Sollten die laufenden medizinwissenschaftlichen Untersuchungen zeigen, dass die heutigen Anlage- und Immissionsgrenzwerte verschärft werden müssen, so ist in der NIS-Verordnung in Artikel 7 eine Sanierungspflicht bestehender Anlagen vorgesehen.

#### Schutzkonzept der NIS-Verordnung:

Das Konzept der NIS-Verordnung geht vom heutigen, noch lückenhaften Erkenntnisstand über die Wirkungen nichtionisierender Strahlung auf die Gesundheit des Menschen aus. Zur Zeit erscheinen lediglich die thermischen Wirkungen intensiver nichtionisierender Strahlung wissenschaftlich erhärtet. Diese führt zu einer Erwärmung des Körpers und löst verschiedene schädliche Folgereaktionen aus. Demgegenüber liegen über die nicht-thermischen (biologischen) Wirkungen nichtionisierender Strahlung - insbesondere auch bei schwachen Belastungen - keine gefestigten wissenschaftlichen Erkenntnisse, wohl aber gewisse Erfahrungen in Einzelfällen vor. Die Regelung des Schutzes vor nichtionisierenden Strahlen knüpft an diesen uneinheitlichen Kenntnisstand an. Der Schutz vor den wissenschaftlich erhärteten thermischen Wirkungen wird durch Immissionsgrenzwerte (Anhang 2 NISV) bewerkstelligt, die überall eingehalten sein müssen, wo sich Menschen aufhalten können (Art. 13 Abs. 1 NISV). Dabei wurde die von der „Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung“ (ICNIRP) erarbeiteten Grenzwerte übernommen. Bei der Aufstellung dieser Werte berücksichtigte die ICNIRP lediglich Wirkungen, die in experimentellen Untersuchungen wiederholt und reproduzierbar erzeugt werden konnten und die für den Menschen ein Gesundheitsrisiko darstellen. Dagegen wurden einmalige oder nicht wiederholbare Befunde, insbesondere epidemiologische Untersuchungen und individuelle Erfahrungen „elektrosensibler“ Personen ausgeklammert (VGL. BAFU, Erläuternder Bericht zur Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999, S. 5).

Der Verordnungsgeber hat erkannt, dass mit der blossen Übernahme der ICNIRP-Grenzwerte im Blick auf mögliche nicht-thermische Wirkungen der Schutz vor nichtionisierender Strahlung lückenhaft wäre. Er hat daher zusätzlich vorsorgliche Emissionsbegrenzungen angeordnet (Art. 4 NISV), die das Risiko schädlicher Wirkungen, die zum Teil erst vermutet werden und noch nicht absehbar sind, möglichst gering halten sollen (BAFU, Erläuternder Bericht, S. 6). Für verschiedene Kategorien von Anlagen bestimmt sich die vorsorgliche Emissionsbegrenzung auf Grund besonderer Anlage-

grenzwerte (Art. 4 Abs. 1 NISV), bei den übrigen Anlagen sind die Emissionen so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 4 Abs. 2 NISV). Mit diesen zusätzlichen Emissionsbegrenzungen trägt die neue Verordnung dem Vorsorgeprinzip Rechnung (Art. 1 Abs. 2 und Art. 11 Abs. 2 USG) und konkretisiert die im Sinne der Vorsorge erforderlichen Massnahmen. Anlagegrenzwerte, welche um den Faktor 10 kleiner sind als die Immissionsgrenzwerte, müssen an Orten eingehalten werden, wo sich Menschen oft und länger aufhalten. Beispiele sind Wohnungen, Arbeitsplätze und in Schulhäusern.

## **2. Verantwortung und Versicherung**

Die Rechtsprechung der schweizerischen Gerichte hat elektrische und magnetische Felder als Strahlen im Sinne des USG anerkannt und sie damit den Bestimmungen dieses Gesetzes unterstellt. Die Hauptschwierigkeit besteht dabei in der Frage, wie das Recht mit der Ungewissheit über alle Risiken einer langfristigen Belastung mit schwachen Feldern – also gesundheitsschädigende Auswirkungen auf Personen – umzugehen und ausgelegt werden sollte. Bei der Festlegung des Immissionsgrenzwertes in der NIS-Verordnung geht der Bundesrat davon aus, dass derart ungewisse Risiken mit den neusten medizinwissenschaftlichen Erkenntnissen der „Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP)“ für Mensch, Tier und Umwelt ausgeschlossen sein sollten. Insbesondere wird mit dem Anlagegrenzwert, welcher gegenüber dem Immissionsgrenzwert um den Faktor 10 verschärft wurde, auf Orte mit empfindlicher Nutzung – wie Wohnungen, Schulhäuser, Kindergärten, öffentliche oder private, raumplanungsrechtliche festgesetzte Kinderspielplätze (Art. 3 NISV), Spitäler, Altersheime – ein höheres Schutzniveau angestrebt und sollte somit kein gesundheitliches Risiko zu erwarten sein.

Überdies regelt Art. 59a und 59b des Umweltschutzgesetzes (USG) die Haftungspflicht. Danach haftet der Inhaber einer Anlage, von der eine besondere Gefahr von Einwirkungen auf die Umwelt ausgehen könnte. Zum Schutz allfällig Geschädigter kann der Bundesrat den Inhabern von Anlagen vorschreiben, dass sie die Haftungspflicht durch Versicherungen oder in anderer Form (Rückstellungen) sicherstellen.

## **3. Wertverminderung von Liegenschaften**

Ein allfälliger, durch den Bau einer Mobilfunkanlage verursachter Minderwert von Liegenschaften oder Grundstücken von Einsprechern kann nicht im Rahmen eines Baubewilligungsverfahrens geltend gemacht werden. Sofern die Einsprecher geltend machen wollen, dass durch die Erteilung der Baubewilligung eine materielle Enteignung vorgenommen wird, hätten sie entsprechende Entschädigungsansprüche im Sinne von § 158 des Gesetzes über Raumplanung, Umweltschutz und Bauwesen [BauG] vom 19. Januar 1993 an die Schätzungskommission zu richten. Grundsätzlich sind entsprechende Ansprüche aber auf dem zivilrechtlichen Weg und nach den zivilrechtlichen Anspruchsgrundlagen (Art. 58 OR, Art. 679 ZGB) gegenüber der Bauherrschaft geltend zu machen.

## **4. Funktechnische Rahmenbedingungen**

Eine Mobilfunkbetreibergesellschaft hat aufgrund der ihr erteilten Mobilfunkkonzession, unabhängig von den andern Anbietern, im Fernmeldebereich einen öffentlich-rechtlichen Versorgungsauftrag zu erfüllen. Es obliegt ihr daher, ein übergreifendes Kommunikationsnetz mit den hierfür nötigen Sendeleistungen sicherzustellen.

Um ein Mobilfunknetz für die Erbringung von Fernmeldediensten zu betreiben, benötigt die Netzbetreiberin eine Mobilfunkkonzession, welche von der Eidgenössischen Kommunikationskommission (ComCom) erteilt wird. Die Konzessionen beinhalten das Recht, Mobilfunkdienste anzubieten und das Frequenzspektrum im zugewiesenen Umfang zu nutzen. Gleichzeitig sind auch Versorgungsverpflichtungen festgehalten. Die Konzession verpflichtet die Konzessionärinnen, die zugeteilten Frequenzen auch tatsächlich zu nutzen und gesamtschweizerisch Mobilfunkdienste über eigene Netze anzubieten. Unter den Mobilfunkanbieterinnen herrscht also nicht nur Wettbewerb bei den Diensten und Preisen, sondern auch beim Bau der Netzinfrastruktur.

Entgegen einem weit verbreiteten Irrtum zählt die Versorgung der Bevölkerung mit Mobilfunkdiensten fernmelderechtlich heute nicht zur Grundversorgung. Die gesetzlichen Bestimmungen zur Grundversorgung, in welcher der Gesetzgeber qualitative Vorgaben festgesetzt hat, können deshalb für den Bereich Mobilfunk nicht beigezogen werden. Im Gegensatz zur Grundversorgung soll in der Mobilfunkversorgung in der Schweiz so weit als möglich der Markt bzw. die Wettbewerbssituation zwischen den Anbieterinnen spielen und für eine hohe Versorgungsqualität sorgen.

Die heutigen Mobiltelefone garantieren in der Regel eine qualitativ hochstehende Sprachübertragung ohne lästige Störgeräusche. Im Hinblick auf die Abdeckung eines Gebiets gelten bei der Sprachübertragung als Qualitätsmerkmale nebst der Störungsfreiheit namentlich die Netzkapazität und eine stabile Verbindung auch bei hoher Reisegeschwindigkeit (Handover). Bei der mobilen Datenübertragung (Text, Bild, Video, TV) bestehen demgegenüber noch immer rasant wachsende Bedürfnisse der Kundschaft an die Versorgungsqualität. Die fortschreitende technische Entwicklung der Endgeräte erlaubt eine immer vielfältigere Anwendung der mobilen Funkdienste. Gleichzeitig sind die Anbieterinnen bestrebt, höhere Übertragungskapazitäten bereit zu stellen.

Eine qualitativ gute Mobilfunkversorgung wird in der Hauptsache durch eine möglichst gute Netzabdeckung (auch in Gebäuden) mit ausreichenden Kapazitäten und Bandbreiten in einer guten Übertragungsqualität für Sprach- und Datendienste definiert.

Grundsätzlich dürfen Mobilfunkanlagen in Wohnzonen oder Industrie- und Gewerbebezonen erstellt und betrieben werden, sofern sie die einschlägigen Grenzwerte der NIS-Verordnung einhalten. Ausserhalb von Bauzonen (zum Beispiel in Landwirtschaftszonen) sind aufgrund des Grundsatzes der Trennung von Siedlungs- und Nichtsiedlungsgebiete Mobilfunkanlagen in der Regel nicht zonenkonform. Bauten ausserhalb des Baugebietes können deshalb nur bewilligt werden, sofern sie die Voraussetzungen für eine Ausnahmebewilligung gemäss Art. 24 Raumplanungsgesetz (RPG) erfüllen. Dies setzt voraus, dass die Baute oder Anlage einen Standort ausserhalb der Bauzone erfordert (Standortgebundenheit) und dass keine überwiegenden Interessen entgegenstehen. Die Standortgebundenheit einer Mobilfunkanlage kann ausnahmsweise gegeben sein, wenn eine Deckungs- oder Kapazitätslücke aus funktechnischen Gründen mit einem oder mehreren Standorten innerhalb der Bauzone nicht beseitigt werden kann, oder es aufgrund des Standortes innerhalb der Bauzone zu einer nicht vertretbaren Störung der in anderen Funkzellen verwendeten Frequenzen kommen würde. Als nicht ausreichende Gründe gelten wirtschaftliche Vorteile oder zivilrechtliche Gründe (wie fehlende Zustimmung des Grundeigentümers in der Bauzone). Standorte ausserhalb der Bauzone können sich bei der Abwägung gegenüber solchen innerhalb der Bauzone als viel vorteilhafter erweisen, falls sie auf bereits bestehenden Bauten und Anlagen (zum Beispiel an Hochspannungsmasten, Beleuchtungskandelabern und weiteren vergleichbaren Infrastrukturanlagen sowie an landwirtschaftlichen Gebäuden und Anlagen) angebracht werden. Die Mobilfunkanlage darf aber keine erhebliche Zweckentfremdung von Nichtbauzonenland bewirken und nicht störend in Erscheinung treten. Strassen, Wege und Parkplätze ausserhalb der Bauzone fallen als Standorte für die Neuerstellung von Mobilfunkanlagen in diesem Zusammenhang in gleicher Weise wie unbebaute Landflächen grundsätzlich ausser Betracht.

## Versorgungskarten

Die aktuelle sowie die geplante Versorgungssituation kann mit Hilfe von Simulationsmodellen (Karten) durch die Betreiber sichtbar gemacht werden, um damit den funktechnischen Nutzen eines geplanten Standortes zu bewerten:

1. Die Coverage-Karte gewährt Einblick, ob ein Servicegebiet versorgt ist oder nicht (weisse Flecken).
2. Die Handover-Karte demonstriert, in welchen Zonen ein Handygespräch, abhängig von der Feldstärke, von einer zur nächsten Zelle weiter vermittelt wird.
3. Die Best Server Karte drückt aus, welcher Mobilfunksendestandort das stärkste Signal an jedem Punkt des ganzen Servicegebietes produziert.
4. Die Re-Coverage Karte stellt die Orte eines Servicegebietes dar, an dem das Signal von mehr als einer Mobilfunksendeanlage empfangen werden kann.
5. Die Simultaneous-Coverage-Analysis-Karte dient dazu, die Stärke des Re-Coverage darzustellen. Eine Re-Coverage-Karte zeigt nur wo mehrfaches Coverage existiert, es zeigt nicht die Stärke des Re-Coverage.
6. Die Power-Sum Karte präsentiert die totale Radiosignal-Energie bzw. Feldstärke, die an einem Ort von allen aktiven Mobilfunksendeanlagen empfangen werden kann.
7. Die Margin-Karte macht die Abweichung der nötigen Versorgungsfeldstärke an einem Ort deutlich. Die nötige Versorgungsfeldstärke wird durch den Betreiber strategisch festgelegt.
8. Die Traffic-Prediction-Karte deutet auf den Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen, offeriert durch die Handynutzer in dem Mobilfunknetzwerk, und der Kapazität von jeder Mobilfunksendeanlage im Netzwerk hin. Es wird also die geschätzte Verkehrsdichte innerhalb dem Servicegebiet herangezogen (Handynutzer pro Quadratkilometer). Auch die Übertragungskapazität die ein Handynutzer anfordert, wird hier berücksichtigt.
9. Die Interference-Prediction-Karte ist eine von den schwierigsten Simulationen die ein Planungstool ausführen kann. Die Interferenzprädiktion sollte grundsätzlich mit speziellen Interferenzmodelle gerechnet werden und nicht mit Radioplanungsmodellen. Die Karte stellt die Orte dar, bei denen sich die Wellen von den Handys und den Mobilfunksendeanlagen überlagern. In diesen Zonen kann keine Verbindung zwischen Sender und Empfänger aufgebaut werden oder eine bestehende Verbindung wird unterbrochen bzw. die Verbindungsqualität ist schlechter.

Je nach Versorgungssituation wählt ein Betreiber zwischen Anlagen, welche ein möglichst grosses Gebiet befellen, so in ländlichen Gegenden, oder aber eine Lösung die viel Netzkapazität zur Verfügung stellt, so in dicht besiedelten Städten. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal stellt die Sendeleistung dar. Eine Mikrozele darf gemäss NISV nur mit maximal 6 Watt betrieben werden. Mikrozellen benötigen keine umweltschutzrechtliche Bewilligung, weil sie eine minimale Feldstärke erzeugen. Solche Anlagen werden oft im Innenbereich von Gebäuden verwendet.

Demgegenüber gibt es die sogenannten Makrostandorte, die mehr als 6 Watt Sendeleistung aufweisen und dementsprechend eine umweltschutzrechtliche Bewilligung benötigen. Die Sendeleistung beträgt pro Sender zwischen 300 Watt und 3000 Watt.

Beim vorliegenden Projekt wird der Anlagegrenzwert beim meist belasteten OMEN rechnerisch zu 98 % ausgeschöpft. Es entspricht der Praxis der Mobilfunkbetreiber, dass sie sich die maximale Sendeleistung bewilligen lassen, die umweltschutzrechtlich möglich ist. Die Anlage kann darum bei den Hauptverkehrsstunden mit dieser maximalen Sendeleistung betrieben werden. Sehr oft werden, bei der aktuellen Nutzung durch die Mobilfunkkunden, die Netze beziehungsweise die bewilligte Sende-

leistung nicht voll ausgeschöpft. In solchen Fällen wird vorerst nur zum Beispiel 50 % der bewilligten Leistung verwendet. In der Nacht, wenn die Netze nicht intensiv genutzt werden, wird von der vorerst verwendeten Sendeleistung nur zirka 10 % benutzt, um den nötigen permanenten Signalisierungskanal zu gewährleisten.

### **Grundlagen Radioplanung**

Das Spezifikum einer Basisstation ist nicht nur von seiner natürlichen Umgebung wie der Landschaftsstruktur abhängig, sondern auch von der Siedlungsdichte, der existierenden Infrastruktur und nicht zuletzt von der Anzahl Mobilfunkkunden und deren Kommunikationsverhalten. Diese Aspekte werden durch unterschiedliche Klassen von Basisstationen radioplanerisch berücksichtigt. In der Branche spricht man von Wide Area-, Medium Area-, Local Area- und Home-Basisstationen. Je nachdem soll eine Basisstation ein dünn besiedeltes Gebiet versorgen oder aber ein Hotspot, wo sich viele Nutzer auf kleinstem Raum aufhalten. Die Dämpfung zwischen der Basisstation und einem Endgerät beträgt je nach Klasse zwischen 70 dB und 45 dB. Die Leistung der Basisstation selbst beträgt je nach Klasse zwischen 43 dBm und 20 dBm pro Träger und Antenne. Abweichungen sind möglich.

### **Primary Common Pilot Channel (P-CPICH)**

Es gilt also mit probaten Mitteln die Netzperformance, die Zellengröße sowie die Übertragungskapazität mittels Konfiguration der Basisstation in der Planungsphase in deren Umgebung exakt einpassen. Im Netzbetrieb liegt der Fokus dann auf einer kontinuierlichen Qualitätssteigerung. In 3G-Netzwerken wird durch den P-CPICH die Existenz einer Zelle und somit deren Versorgungsgebietsgröße definiert. Er wird mit einer fixen Datenrate von 30 kbit/s betrieben, damit ein Endgerät zusammen mit dem Netzwerksystem eine geeignete Zelle auswählen kann und das Signal in einem ansprechenden Niveau sowie in guter Qualität (RSCP und EcNo) übertragen werden kann. Dadurch wird ein erfolgreicher Zellenwechsel bzw. ein Handover ermöglicht, während dem sich ein mobiler Nutzer bewegt (3GPP TS 25.211). Er dient somit als permanenter Signalisierungskanal und wird bei einer NIS-Abnahmemessung als einzig vorhandener konstanter Kanal gemessen und mittels Hochrechnung die Einhaltung der NIS-Grenzwerte überprüft.

### **Design des CPICH für das Wechselspiel zwischen Abdeckung und Kapazität**

Der Anteil des CPICH an der gesamten Sendeleistung einer Basisstation bestimmt den Ausgleich bzw. Kompromiss zwischen Versorgungsgröße und Versorgungskapazität einer einzelnen Zelle. Ebenfalls bestimmt er die adäquate (Soft/Softener) Zellenübergabe eines Nutzers, determiniert die Kontrolle über die Interferenz im 3G-Netzwerk und mit Hilfe dessen wird die Last zwischen Nachbarzellen ausgeglichen. Zum Beispiel führt die Erhöhung des CPICH von 2 Watt auf 4 Watt zu einer doppelt so starken Signalstärke beim Nutzer und vergrößert somit die Zelle annähernd um das Doppelte. Auf der anderen Seite wird die Übertragungsleistung des Verkehrskanals überproportional verringert. Bei 3G-HSDPA wird durch die Leistungssteigerung der Verkehrskanäle nicht nur die Systemkapazität erhöht, sondern auch der Datendurchsatz für HSDPA-Nutzer. Dies weil ein besseres Modulationsverfahren zur Anwendung kommt und dadurch mehr Nutzer simultan bedient werden können. Bei der Festlegung des CPICH ist also dafür zu sorgen, dass eine optimale Zellenüberlappung entsteht.

### **Pilotverschmutzung und Zellenlastausgleich sowie Zellatmung**

Es gilt als Faustregel, dass eine starke Zelle, die nicht als aktive Zelle bei einem Nutzer geführt wird, die sogenannte Pilotverschmutzung (Interferenz) im Netz erhöht. Von Pilotverschmutzung (Pilot Pollution) spricht man dann, wenn zum Beispiel mehr als drei starke Zellen gleichzeitig als "aktiv" bei einem Endgerät eingebucht sein könnten. Der CPICH ermöglicht auch den Lastausgleich zwischen

den Zellen. Bei Erhöhung des CPICH einer Zelle wird die Last bei einer Nachbarzelle reduziert und bei einer Reduktion desselben kehrt sich der Effekt um. In diesem Zusammenhang spricht man von einer 3G-Zellatmung, wenn durch eine Zellenlasterrhöhung das Versorgungsgebiet der Zelle kleiner wird. Durch mehr Nutzer im Uplink muss jedes Endgerät mit höherer Leistung arbeiten, damit sich ein Endgerät aus dem intensiveren Rauschen, welches durch die Mehrzahl an Endgeräten verursacht wird, noch exponieren kann. Als Konsequenz kann sich ein zu schwaches Endgerät, weil es weiter entfernt ist, nicht mehr ins Netz einloggen. Im Downlink muss die Basisstation ebenfalls mit höherer Leistung senden, damit mehr Endgeräte bedient werden können. Als Konsequenz können weiter entfernte Endgeräte mit schwachem Übertragungskanal nicht durch die Basisstation erreicht werden.

### Leistung des CPICH

Ein CPICH kann nicht mit 0 dBm (1 mW) aber auch nicht mit 60 dBm (1000 W) betrieben werden. Radioplaner arbeiten weltweit mit der Faustregel, welche besagt, dass der CPICH zwischen 8% und 20% der maximalen Leistung der Zelle betragen sollte. Die maximale Leistung einer Zelle bzw. eines Trägers beträgt typisch 43 dBm (20 W, Top of Cabinet). Unter Ingenieuren herrscht darüber eine kontroverse Diskussion und Systemlieferanten setzen oft rigide und ungerechtfertigte Regeln fest. Trotz allem findet die Faustregel 8% bis 20% in der Radiodomäne eine gewisse Autorisierung. Beim Gebrauch von HSDPA werden für alle Kontrollkanäle zwischen 25% und 30% benötigt, bei Inhouseanlagen mit kleiner Abdeckung hingegen nur ungefähr 5%. Wikipedia gibt beispielsweise CPICH Leistung zwischen 5 und 15% der Gesamtleistung an ([en.wikipedia.org/wiki/Common\\_pilot\\_channel](http://en.wikipedia.org/wiki/Common_pilot_channel)).

### Drei Verfahren für die Festlegung der Pilotleistung innerhalb eines Netzwerks

Grundsätzlich kommen bei der Festlegung der CPICH-Grösse drei unterschiedliche Verfahren in Frage. Es handelt sich um die Methode der gleichbleibenden CPICH-Leistung, die Strategie der manuellen Festsetzung der CPICH-Leistung und dem Zellenlast ausgleichenden Ansatz, welcher aber nur bei gleichmässig strukturierten Antennennetzwerken funktioniert.

Bei der Arbeitsweise des *uniformen CPICH* wird die Leistung im ganzen Netz auf den gleichen Wert gesetzt. Bei Trägern mit 43 dBm (20 W) und zum Beispiel 10% CPICH-Anteil entspricht die Leistung für alle vorhandenen CPICH im Netz 33 dBm (2 W). Normalerweise wird dem Wert von 8% den Vorzug gegeben, weil er dem geforderten Minimum entspricht und die maximale Übertragungskapazität ermöglicht. Die Frage lautet dann, ob das Minimum des CPICH-Wertes es ermöglicht, für ein gefordertes Gebiet einen Verbindungsaufbau zwischen Antennen und Handy herzustellen. Die Anwendung des uniformen CPICH ist relativ einfach, sie erlaubt aber keine Feineinstellung (Interferenzen, Handover) des 3G-Netzes.

Oft wird in der Initialphase eines Netzaufbaues der uniforme Ansatz gewählt, bevor ein bestehendes Netz durch einen Radiooptimierer und dem Ansatz der *manuellen Festsetzung* des CPICH und anderen Softwareparametern verbessert bzw. getunt wird. Der Radioingenieur benützt dazu seine Erfahrung, Messdaten und Erkenntnisse aus Kundenreklamationen um den CPICH mit der Gesamtleistung bei einer Zelle nach der anderen manuell auszubalancieren.

Bei einem Netz mit bestmöglichen Netzknotenabständen kommt oft die *ausgleichende Zellenlast* Arbeitsweise zum Einsatz. Die Idee ist, dass bei einer stark belasteten Zelle der CPICH reduziert und gleichzeitig bei einer schwach belasteten Zelle erhöht wird, damit die Zellenlast untereinander ausgeglichen werden kann. Diese Variante des CPICH-Designs übertrifft die uniforme Lösung, da die Last im Netz gleichmässig verteilt wird. Sie kann aber nicht für jede beliebige Netzstruktur angewendet werden, da sie keine adäquate Performance garantiert und insbesondere weil die Qualität



des (Soft/Soft) Handover, die Pilotverschmutzung und andere qualitätsbestimmende Faktoren nicht berücksichtigt werden.

#### **Netzoptimierung mit Hilfe der Senderichtung und der Sendeleistung**

Als Ergänzung soll auf eine Verfahrensweise hingewiesen werden, bei der die CPICH-Leistung sowie die Antenneneinstellungen (Tilt, Azimut, Antennenhöhe, Abstrahlcharakteristik) mit einem regelbasierten Algorithmus optimiert werden. Mit einem iterativen Verfahren, bei dem die Leistung des CPICH und der Antennentilt unabhängig voneinander geregelt werden, wird die bestmögliche Einstellung eruiert. Untersuchungen (ETRI Journal, Volume 26, Number 5, October 2005, A Rule-Based Algorithm for Common Pilot Channel and Antenna Tilt.) haben ergeben, dass die gleichzeitige Erhöhung der CPICH-Leistung und die Hebung des Antennenwinkels (Uptilting) während einer Netzoptimierung möglich ist. Bei 25 UMTS-Basisstationen mit je 3 Zellen konnte mit einem Servicemix (40% für 12.2 kb/s Sprache und 60% für 64 kb/s Datennutzer) innerhalb des Optimierungsfeldes von 9 Basisstationen ein Kapazitätsgewinn von 62.6 % erreicht werden. Vor der Optimierung wurden innerhalb des Zielgebietes 511 Nutzer erreicht, danach waren es deren 831. Dieses Beispiel weist auf die Kausalität zwischen den Senderichtungen und der Leistung des Pilotkanals hin.

#### **5. Kaskadenmodell und ideelle Immissionen**

In neueren Entscheidungen hat das Bundesgericht darauf hingewiesen, dass Gemeinden und Kantone im Rahmen ihrer bau- und planungsrechtlichen Zuständigkeit grundsätzlich befugt seien, Bau- und Zonenvorschriften in Bezug auf Mobilfunkanlagen zu erlassen, sofern die bundesrechtlichen Schranken, die sich insbesondere aus dem Bundesumwelt- und Fernmelderecht ergeben beachtet werden. Ausgeschlossen und kein Raum zur Regelung bleibt den Gemeinden somit bei den Schutzvorschriften betreffend Mobilfunkstrahlung (z.B. Verschärfung der Grenzwerte). Hier hat die Bundesgesetzgebung durch die NISV die für Mobilfunkanlagen massgebenden umweltrechtlichen Anforderungen abschliessend geregelt. Zudem dürfen kommunale Vorschriften nicht in die Fernmeldegesetzgebung des Bundes eingreifen und die darin enthaltenen öffentlichen Interessen verletzen. Konkret ist den Interessen an einer qualitativ guten Mobilfunkversorgung und an einem funktionierenden Wettbewerb zwischen den Anbietern ausreichend Rechnung zu tragen,

Das Bundesgericht hat als mögliche Instrumente einer Standortplanung verschiedentlich die Negativplanung, die Positivplanung und eine Regelung bezüglich Standortevaluation erwähnt. Auch die Anwendbarkeit der allgemeinen Ästhetikklausel sei nicht ausgeschlossen (vgl. auch den Leitfaden Mobilfunk für Gemeinden und Städte, Hrsg.: Bundesamt für Umwelt (BAFU) et al., Bern 2010, Ziffer 4.2.1). In erster Linie in Betracht fällt bekanntermassen die Negativplanung. Danach sind Mobilfunkanlagen in bestimmten Gebieten grundsätzlich unzulässig. Auf einer Karte oder Plan werden die Gebiete bestimmt, in welchen derartigen Nutzungen ausgeschlossen werden. Im Gegensatz hierzu werden Planungszonen als Positivplanung bezeichnet, bei denen für bestimmte Gebiete bestimmte Nutzungen grundsätzlich zugelassen werden. Es handelt sich hierbei um Standorte, die sich besonders gut für Mobilfunkanlagen eignen und eine genügende Versorgung durch alle Anbieter ermöglichen würden. Die Konzentration von Sendestationen innerhalb des Siedlungsgebietes werden allerdings durch die Anlagegrenzwerte der NISV enge Grenzen gesetzt. Solche Planungsmassnahmen bedürfen in jedem Fall einer gesetzlichen Grundlage im kantonalen oder kommunalen Recht. Entsprechende Vorschriften können sich auf konkrete Schutzmassnahmen zu Gunsten bestimmter Objekte des Ortsbild-, Landschafts- und Naturschutzes beziehen. Als solche sind sie allerdings nur zweckmässig und damit zulässig, wenn sie den angestrebten Schutz auch wirklich zu gewährleisten vermögen.

Als Alternative zum Mittel der Nutzungsplanung wird im Kanton Aargau der § 26 EG UWR (in Kraft seit dem 1. September 2008) beziehungsweise zur Konkretisierung dessen die "Vereinbarung über Standortevaluation und -koordination" zwischen dem Departement Bau- Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau und den Mobilfunkbetreibern sowie den Gemeinden die der Vereinbarung beigetreten sind vom 20. Mai 2009 angewendet.

Das Kaskadenmodell wird in der Nutzungsplanung als eine Prioritätenordnung (Kaskadenmodell) beschrieben. So können Gebiete unterschiedlicher Prioritätenordnung festgelegt werden, wonach ein Standort in einem Gebiet untergeordneter Priorität nur dann zulässig ist, wenn sie sich nicht in einem Gebiet übergeordneter Priorität aufstellen lässt. Oder anders formuliert: Um legitime ortsplanerische Interessen zu verfolgen, können in der Nutzungsplanung durch Gebietsausscheidungen Rangfolgen oder Prioritätenordnungen unter den Gebieten festgelegt werden. Eine Anlage in einem Gebiet 2. Priorität wäre demnach immer nur dann zulässig, wenn sie nicht in einem Gebiet 1. Priorität errichtet werden kann. In einem Gebiet 3. Priorität wäre sie demnach zur zulässig, wenn sie weder in einem Gebiet 1. noch in einem Gebiet 2. Priorität möglich wäre. Mit dem Kaskadenmodell wird sichergestellt, dass übergeordnetes Bundesrecht wie das Fernmeldegesetz nicht verletzt wird.

Mit planerischen Vorschriften können ganz verschiedene Planungsinteressen (vgl. Art. 1 bis 3 RPG) verfolgt werden. Soweit planungsrechtliche Vorschriften nicht umweltrechtlich, sondern ortsplanerisch motiviert sind, steht ihnen die abschliessende umweltrechtliche Regelung des Bundes nicht entgegen - selbst wenn solche Vorschriften im Ergebnis auch den Schutz Betroffener vor der Strahlung im Vergleich zur NISV verstärken. Mit planerischen Massnahmen können unerwünschte ideelle und wirtschaftliche Auswirkungen angegangen werden.

## **6. Fehlende zuverlässige Messbarkeit der UMTS-Strahlung**

Zur Messunsicherheit beim Messen der Strahlung von Mobilfunk-Basisstationen verweisen wir auf den Amtsbericht vom 11. Juni 2014 des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS). Siehe Beilage.

## **7. Qualitätssicherungssystem (QSS)**

Mit der Änderung des Umweltschutzdekretes durch den Grossen Rat per 20. August 2002 ist der Kanton für den Vollzug der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) zuständig; die Gemeindebehörden wurden mit dem grossrätlichen Beschluss dessen entlastet.

Die Inkraftsetzung des Einführungsgesetzes zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässer (EG Umweltrecht, EG UWR) erfolgte am 1. September 2008. Gemäss § 31 EG UWR ist vor dem Entscheid der Gemeinden bei der Errichtung und Änderung von Bauten und Anlagen im Geltungsbereich der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) die Zustimmung des Kantons erforderlich.

Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens werden die Gesuchsdossiers der Mobilfunkbetreiber mit den Standortdatenblättern bei der Abteilung für Baubewilligungen (AfB) und bei der Abteilung für Umwelt (AfU) archiviert. Grundsätzlich sind Leistungssteigerungen und auch Änderungen von Winkeleinstellungen von Mobilfunkanlagen bewilligungspflichtig. Die neusten relevanten technischen Daten aller im Kanton betriebenen Anlagen werden auf dem Verfahrensweg im Archiv nachgeführt.

Betreffend den Kontrollen aller Mobilfunkanlagen in der Schweiz ist es den NIS-Fachstellen der Kantone möglich, die Mobilfunkparameter einzelner Anlagen aus der NIS-Datenbank der BAKOM in Biel

abzufragen. Beim BAKOM werden 14-tägig sämtliche Betriebsparameter aufgezeichnet. Ein weiteres Kontrollinstrumentarium bietet eine Vorortkontrolle - vergleichbar mit Stichprobenkontrollen bei denen die Bewilligungsdaten mit den Betriebsdaten verglichen werden (QSS) - bei den entsprechenden Steuerungszentren der Mobilfunkbetreiber. Personen der kantonalen NIS-Fachstellen sind berechtigt, unangemeldete Kontrollen bei den Steuerungszentren zu machen. Dabei werden die von einem Sender gefahrenen technischen Parameter – wie aktuelle Sendeleistung ERP, mechanischer, elektrischer und der gesamte Neigungswinkel, Hauptstrahlungsrichtung in Azimut Grad Nord - anhand des massgebenden Standortdatenblattes kontrolliert.

Zudem gibt es den Bundesgerichtsentscheid vom 10. März 2005, wonach die Sendeleistungen und die Senderrichtungen der Mobilfunkanlagen noch besser kontrolliert werden müssen. Mit dem Qualitätssicherungssystem werden die eingestellten Werte täglich mit den bewilligten verglichen. Überschreitungen müssen innert 24 Stunden behoben und die Vollzugsbehörden darüber informiert werden.

Die Netzbetreiber Swisscom Mobile AG, Orange Communications SA und die Sunrise Communications AG haben sich verpflichtet, dieses QS-System bis Ende 2006 einzuführen. Alle Netzbetreiber haben ihr QS-System eingeführt, durch einen fachlich ausgewiesenen Auditor prüfen lassen und den Audit bestanden. Die entsprechenden Zertifikate und Bescheinigungen sind auf der Homepage des Bundesamtes für Umwelt ([www.elektrosmog-schweiz.ch](http://www.elektrosmog-schweiz.ch)) publiziert. Die Arbeitsgruppe NIS-Cercl'Air (Schweizerische Gesellschaft der Lufthygienefachleute für Strahlenschutz) haben sich im ersten Quartal 2007 mit der Vorgehensweise von Stichproben befasst und den Kantonen einen Vorschlag unterbreitet. Diese neue Vollzugsaufgabe obliegt den Kantonen. Durch die Abteilung für Umwelt des Departements Bau, Verkehr und Umwelt wurde im Jahr 2007 der Bundesgerichtsentscheid umgesetzt und Stichprobenkontrollen durchgeführt; es wurden keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Die Evaluation der Qualitätssicherungssysteme für Mobilfunkanlagen ist ebenfalls unter ([www.elektrosmog-schweiz.ch](http://www.elektrosmog-schweiz.ch)) publiziert.

In diesem Zusammenhang haben wir jeweils eine Auflage im Rahmen unserer Zustimmung formuliert, damit die Vorgaben des Bundesgerichtes in die Baubewilligungsverfahren einfließen können.

Die Auflage lautet:

- Zur Erfüllung der Vorgaben des Bundesgerichtes vom 10. 3. 2005 (BGE 1A.160/2004) ist die Gesuchstellerin verpflichtet, das vom BAFU am 16. 1 2006 zugesprochene Qualitätssicherungssystem zur Gewährleistung der bewilligten Sendeleistungen und Senderichtung bei der beantragten Mobilfunkanlage im Zeitpunkt der Inbetriebnahme umzusetzen. Allfällige Übertretungen sind den Behörden unverzüglich zu melden.

#### **Zum Stand der Qualitätssicherungssysteme (QSS) für Mobilfunkanlagen**

Die behördliche Kontrolle soll sicherstellen, dass eine Anlage im Betrieb den Immissionsgrenzwert (IGW) und Anlagegrenzwert (AGW) der NISV an den jeweils relevanten Orten einhält. In aller Regel stellt die Einhaltung des AGW das strengere Kriterium dar als die Einhaltung des IGW. Der AGW ist eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung gemäss USG. Bei der Qualitätssicherung geht es somit um eine Massnahme im Rahmen der Vorsorge. Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen werden getroffen, um allfällige, heute nicht quantifizierbare Risiken vor allem bei langfristiger Einwirkung niedrig zu halten. Sie sind gemäss USG so weit zu treffen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Gestützt auf diese Kriterien hat der Bundesrat die Höhe und den Geltungsbereich der AGW in der NISV festgelegt. Unseres Erachtens sind die gleichen Kriterien anzuwenden, wenn es um die Sicherstellung der Einhaltung dieser vorsorglichen Grenzwerte geht. Auch der Kontrollaufwand muss deshalb verhältnismässig sein.

Die lückenlose Überwachung sämtlicher Details aller Sendeanlagen, wie sich dies die Einsprecher vorstellen, wäre unseres Erachtens unverhältnismässig. Die Autoren des Evaluationsberichts zum QSS stellen fest, dass bereits heute in keinem vergleichbaren Umweltbereich eine derart weit gehende Überwachung von vorsorglichen Emissionsbegrenzungen auch nur annähernd gefordert bzw. vollzogen wird. Dieser Feststellung ist zuzustimmen. Jede weitere Ausdehnung der behördlichen Kontrolltätigkeit würde den Mobilfunk noch mehr von anderen Umweltbereichen abheben.

Die Eigenverantwortung der Netzbetreiber ist deshalb als wesentliche Voraussetzung für einen bewilligungskonformen Betrieb unverzichtbar. Sie wäre es übrigens auch, wenn die Sendeleistung - wie vom Bundesgericht im Entscheid 1A.160/2004 vorgesehen - durch bauliche Massnahmen begrenzt würde. Solche begrenzenden Elemente könnten ohne weiteres entfernt werden, ohne dass die Behörde dies feststellen kann.

Das im Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006 vorgeschlagene QSS basiert deshalb nach wie vor auf der Eigenverantwortung der Netzbetreiber, formalisiert sie jedoch und macht sie einer Überprüfung zugänglich. Das BAFU hat in seinem Rundschreiben die generellen Anforderungen an diese QSS spezifiziert, aber bewusst darauf verzichtet, detaillierte Lösungswege vorzuschreiben. Die Netzbetreiber haben diese generellen Anforderungen je für sich in Datenbanken, Handbücher, Prozessbeschreibungen und Ausbildungsrichtlinien umgesetzt und diese nach einem Audit von einer Zertifizierungsstelle zertifizieren lassen. Mit dem Zertifikat bestätigt die Zertifizierungsstelle, dass die auditierte Firma die Voraussetzungen geschaffen hat, um in Eigenverantwortung den bewilligungskonformen Betrieb ihrer Anlagen zu gewährleisten. Dieses Verfahren wird in vielen Bereichen der Industrie angewendet.

Mit dem Zertifikat allein ist allerdings noch nicht sichergestellt, dass ein QSS in der Praxis auch wirklich "gelebt" wird. Dies zu kontrollieren ist einerseits Gegenstand interner Audits, die der Netzbetreiber selber durchführt, andererseits von Stichprobenkontrollen durch die kantonale Behörde. Solche Kontrollen dienen insbesondere dazu, allfällige systemweite Schwachstellen zu erkennen und künftig zu eliminieren. Der Umgang mit Fehlern und die kontinuierliche Verbesserung der Abläufe sind wesentliche Bestandteile eines jeden QSS.

Die wichtigste Feststellung im Evaluationsbericht ist, dass bei keiner der kontrollierten Anlagen der AGW überschritten war. Die QSS erfüllen somit die Forderung des Bundesgerichts nach sicherer Einhaltung des AGW. Die übrigen Feststellungen im Evaluationsbericht, auf die sich die Einsprecher vor allem beziehen, sind von untergeordneter Bedeutung, auch wenn den Autoren des Berichts zuzustimmen ist, dass die festgestellten Inkonsistenzen geklärt und soweit nötig behoben werden müssen.

Die prüfenden NIS-Fachstellen haben bei ihrer Kontrolle verschiedene Datenbestände verglichen und auf Konsistenz geprüft. Die betreffenden Datensammlungen und Datenflüsse sind im Evaluationsbericht in Kapitel 3.1 im Detail beschrieben und werden hier nicht wiederholt. Die Kontrolle umfasste nicht nur die QSS im engeren Sinn, sondern auch vor- und nachgelagerte Prozesse bei den Bewilligungsbehörden und beim BAKOM. Jede festgestellte Inkonsistenz wurde, unbesehen von der zugrunde liegenden Ursache, als Fehler gezählt. Diese Fehler wurden dann in harmlose und ernste Fehler unterschieden. Als ernst wurde ein Fehler gewertet, wenn die Anlage nicht bewilligungskonform betrieben wurde oder so hätte betrieben werden können, ohne dass die automatische Überprüfungsroutine des QSS dies hätte bemerken können. In diesem Stadium der Kontrolle wurde eine reale Verletzung nicht von einer bloss hypothetischen unterschieden.

Wie im Evaluationsbericht auf S. 19 festgehalten, sind nicht alle Inkonsistenzen, auch nicht alle "ernsten Fehler", dem QSS anzulasten. Gewisse - der Anteil ist nicht bekannt - ergeben sich auch bei korrektem Funktionieren des QSS bereits aufgrund der angewandten Prüfmethode. Das gewähl-

te Prüf- und Auswerteschema ist deshalb als sehr streng zu beurteilen. Offenbar wurde dieses Vorgehen gewählt, weil nicht a priori absehbar war, wo allenfalls Diskrepanzen auftreten könnten. Hätte man in der Ursachenabklärung tiefer gehen wollen, dann hätte es wohl mehrerer Prüfrunden mit wiederholter Schulung aller teilnehmenden 20 NIS-Fachstellen bedurft, um ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten. Die vorliegende Stichprobenüberprüfung hat deshalb auch Pilotcharakter. Eine allfällige zukünftige Stichprobenkontrolle wird die Erfahrungen dieser ersten Kontrolle von 2007 berücksichtigen müssen.

Der Bericht kommt zum Schluss, dass die implementierten QSS besser geeignet sind, den bewilligungskonformen Betrieb der Mobilfunkanlagen und die Einhaltung der Grenzwerte zu gewährleisten als eine reine Hardwarebegrenzung. Die Gründe dafür sind auf S. 27 des Berichts im Detail ausgeführt. Dieser Einschätzung können wir uns anschliessen.

Im Dezember 2010 und anfangs Januar 2011 wurde vor Ort bei den drei Betreibern in den Steuerungszentralen eine weitere gesamtschweizerische Stichprobenkontrolle unter der Federführung des BAFU durchgeführt. Es wurden keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Der Schlussbericht ist auf der BAFU Homepage unter Publikationen einsehbar.

## **8. Kritik an der nichtionisierenden Strahlungsverordnung**

Nichtionisierende Strahlung muss gemäss dem schweizerischen Umweltschutzgesetz (USG) im Sinne der Vorsorge so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Zumindest aber so, dass sie für Mensch, Tier und Umwelt weder schädlich noch lästig ist. Nachfolgend verweisen wir auf eine Zusammenfassung der wichtigsten geltenden Rechtsgrundlagen in der Schweiz in Bezug auf nichtionisierende Strahlung. Die vollständigen Gesetzestexte sind via Internet abrufbar.

### ***Bundesverfassung***

Zum Thema Umweltschutz schreibt Art. 74 der Verfassung (SR 101) vom 18. April 1999 u. a. folgendes vor:

- Der Bund erlässt Vorschriften, die den Menschen und seine natürliche Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützt.
- Der Bund sorgt dafür, dass solche Einwirkungen vermieden werden.
- Der Vollzug der Vorschriften liegt bei den Kantonen, sofern das Gesetz ihn nicht dem Bund vorbehält.

### ***Umweltschutzgesetz***

Basierend auf den Grundsätzen des Umweltschutzartikels der Bundesverfassung definiert das Bundesgesetz über den Umweltschutz (SR 814.0) vom 7. Oktober 1983 das Schutz- und Vorsorgeprinzip wie folgt (Art. 1 USG):

- Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sollen vor schädlichen und lästigen Einwirkungen geschützt und ihre natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft erhalten werden.
- Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden können, frühzeitig zu begrenzen.

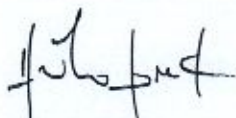
### **Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung**

Mit der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999 legte der Bundesrat abschliessend (gemäss Artikel 39 USG) die konkreten Ausführungsbestimmungen zum USG im Bereich nichtionisierender Strahlung fest (SR 814.710). Der Vollzug der NISV obliegt den Kantonen, soweit keine anderen Bundesgesetze betroffen sind.

- Der Zweck der NISV ist der menschliche Schutz vor schädlicher oder lästiger nichtionisierender Strahlung.
- Ihr Geltungsbereich beschränkt sich auf die Begrenzung der Emissionen von ortsfesten Anlagen sowie auf die Ermittlung und Beurteilung der dadurch verursachten Immissionen. Die Begrenzung von Emissionen durch nicht ortsfeste elektrische Geräte wie Mobiltelefone, Mikrowellenöfen etc. ist nicht Gegenstand der NISV.
- Die NISV regelt die Anforderungen an die Ausscheidung von Bauzonen.

**Die in der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) festgesetzten Strahlungsgrenzwerte werden im geplanten Mobilfunkprojekt eingehalten. Die umweltschutzrechtlich gestützten Einwendungen sind abzuweisen.**

Freundliche Grüsse



Heiko Loretan  
Sektionsleiter

Beilage:

- Amtsbericht vom 11. Juni 2014 des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS)

# Rapport zur Baugesuchsbearbeitung AfU

Geschäfts-Nr.:	BVUAFB.16.1112-1
Gemeinde:	Freienwil
Bauherr:	Swisscom (Schweiz) AG , Förrlibuckstrasse 60/62, 8021 Zürich

Datum	Sekt.	SB	Beschreibung	Aufwand (auf 0.25 h gerundet)	Ansatz	Betrag Fr.
	AAUO		Prüfung belastete Standorte; § 31 EG UWR, Art. 3 AIV		100	
			Betriebsbewilligung für Abfallbehandlungsanlagen, § 6 EG UWR		100	
			Beurteilung Oberflächengewässer; Art. 6 GSchG		100	
			<b>Keine Aufwanderfassung durch AAUO</b>	○		
	AS		Entwässerung prüfen; § 21 EG UWR		100	
			Meldepflicht Tankanlage und/oder Gebindelager; § 28 V EG UWR		100	
			Rückbau Tankanlage; § 31 EG UWR		100	
			Beurteilung Ind. Abwasserbeseitigung; § 35 V EG UWR		100	
			Bewilligung Abwasservorbehandlungsanlage; § 35 V EG UWR	pauschal		
			Versickerungsbewilligung, Art. 32 GSchV	pauschal		
			Projektgenehmigung; § 21 EG UWR	pauschal		
			<b>Keine Aufwanderfassung durch AS</b>	○		
	GBG		Ertellung Auffüllbewilligung; § 63 BauG / Abbaubewilligung		100	
			Beurteilung Abbaugesuch; § 63 BauG		100	
			Beurteilung Bodenschutz; Art. 6, 7, 10 VBBo		100	
			Bauen in Grundwasserschutzzonen; Art. 19 GSchG		100	
			Einbauten ins Grundwasser; Art. 43 GSchG		100	
			Prüfen EWS; Art. 19 GSchG		100	
			Beratung Erdwärme, Anh. 2 GebV	pauschal	40	
			Allg. Beratung bzgl. Hangstabilität		100	
			<b>Keine Aufwanderfassung durch GBG</b>	○		
	LLN		Beurteilung Luftreinhaltung; § 28 EG UWR		100	
			Beurteilung Lärm; Art. 31 LSV		100	
			Beurteilung Erschütterung / Körperschall, Art. 21 USG)		100	
			Beurteilung NISV	pauschal		
			Beurteilung NISV Unterlagenergänzung	pauschal		
			NISV-Amateurfunk	pauschal		
			Beurteilung NISV bei PGV			
			<b>Keine Aufwanderfassung durch LLN</b>	○		
			<b>Gesamtaufwand</b>			<b>0</b>

Datum: \_\_\_\_\_

Koordinator: \_\_\_\_\_



## Die Messunsicherheit beim Messen der Strahlung von Mobilfunk-Basisstationen (Amtsbericht)

*Das Bundesgericht hat in seinem Entscheid 1C\_661/2012 vom 5. September 2013 festgehalten, dass es angesichts der technischen Entwicklung auf dem Sektor der Telekommunikation in den letzten zehn Jahren angebracht erscheine, sich zu vergewissern, dass die Messempfehlungen, welche für GSM und UMTS aus den Jahren 2002 resp. 2003 stammen, noch dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Es verlangte daher, dass zu dieser Frage ein Amtsbericht des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS) eingeholt werde (E 4.3).*

*Aufgrund des grundlegenden Interesses an dieser Frage macht das METAS seinen Amtsbericht in allen Amtssprachen allgemein zugänglich.*

---

### Frage 1:

**Entsprechen die Messempfehlungen des BAFU/METAS für GSM, UMTS und LTE dem Stand der Technik?**

Bisher wurden Empfehlungen und technische Berichte für die Messung von Mobilfunk-Basisstationen der Funkdienste GSM (Global System for Mobile Communications, Mobilfunk 2. Generation), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System, Mobilfunk 3. Generation) und LTE (Long Term Evolution, Mobilfunk 4. Generation) publiziert. Diese Messempfehlungen und Berichte beschreiben das Vorgehen und die Anforderungen bei sogenannten Abnahmemessungen von Mobilfunk-Basisstationen. Dabei wird überprüft, ob eine Mobilfunksendeanlage an den Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) den Anlagegrenzwert der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) einhält. OMEN sind vorwiegend Innenräume, in denen sich Menschen längere Zeit aufhalten. Nichtionisierende Strahlung von Mobilfunksendeanlagen, die von aussen in ein Gebäude eintritt, ist in den Innenräumen in der Regel nicht gleichmässig verteilt. Das geht auf verschiedene physikalische Phänomene zurück, wie zum Beispiel die Reflexion der Strahlung, Interferenzen, unterschiedliche Absorption durch Wände und Fenster und die Ausbreitung der Strahlung am OMEN.

Bei der Abnahmemessung einer Mobilfunk-Basisstation gilt der Beurteilungswert nach den Messempfehlungen als diejenige Intensität der nichtionisierenden Strahlung, die man als örtliches Maximum messen würde, wenn die Anlage im massgebenden Betriebszustand betrieben würde. Als massgebender Betriebszustand gilt gemäss Anhang 1 Ziffer 63 NISV der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung. Dadurch soll mit einer Abnahmemessung der örtliche Höchstwert der nichtionisierenden Strahlung an einem OMEN erfasst werden, um auch die am stärksten exponierte Stelle an diesem OMEN in die Beurteilung einzuschliessen. An diesem Grundsatz hat sich seit der Publikation der Messempfehlungen nichts geändert.

Für die direkte experimentelle Bestimmung des räumlichen Höchstwertes der nichtionisierenden Strahlung an einem gegebenen Ort wird mit der sogenannten „Schwenkmethode“ gemessen. Bei dieser Methode wird der OMEN mit einer Messantenne abgetastet, welche je nach Typ gleichzeitig auch um ihre Achsen gedreht werden muss. Dabei wird der Raum nicht nur örtlich, sondern zusätzlich je nach Antennen-Typ noch nach Polarisation und Senderichtung abgetastet. Diese Methode hat sich wegen ihrer guten Praxistauglichkeit sehr gut etabliert. Sie erlaubt rasche und unkomplizierte Messungen von nichtionisierender Strahlung in Innenräumen. Die experimentell bestimmten Messwerte werden zudem nach der NISV auf



die maximale Sendeleistung der Mobilfunkbasisstation extrapoliert. Die Messempfehlungen beschreiben auch die Formeln zur Extrapolation der gemessenen Werte. Die Entwicklungen der Messgeräte kennzeichnen sich hauptsächlich dadurch, dass sie mit den neuen Mobilfunktechnologien und entsprechenden Modulationen (GSM, UMTS, und LTE) Schritt halten und in der Lage sein müssen, das gewünschte Signal aus einer Vielzahl von Signalen dekodieren zu können.

**Die Messempfehlung Mobilfunk-Basisstationen (GSM) (2002, Nr. VU-5800) und der Entwurf der Messempfehlung Mobilfunk-Basisstationen (UMTS – FDD) (2003) entsprechen dem gegenwärtigen Stand der Technik. Für LTE liegen derzeit keine Messempfehlungen vor, sondern ein „Technischer Bericht: Messmethode für LTE-Basisstationen“ (2012); auch für diese Technologie ist derzeit die gleiche Antwort zu geben.**

---

**Frage 2:**

**Ist es möglich, mit modernen Messeinrichtungen und Techniken, die Messunsicherheit (nach Messempfehlung Maximum der erweiterten Messunsicherheit  $U \pm 45\%$ ) für GSM, UMTS und LTE zu verkleinern?**

Die Messunsicherheit bei der Messung von Mobilfunkbasisstationen nach den Messempfehlungen BAFU/METAS besteht aus zwei Beiträgen: der Unsicherheit der Messeinrichtung und der Messunsicherheit der Probenahme.

- Die Standardunsicherheit der Messeinrichtung liegt erfahrungsgemäss im Bereich von  $\pm 10\%$  bis  $\pm 16\%$ . Sie umfasst folgende Unsicherheitsquellen: Messantenne/Feldsonde, Verbindungskabel, Linearität und das Messgerät selber. Der grösste Teil der Messunsicherheit kommt von der Messantenne/Feldsonde; die weiteren Beiträge, wie zum Beispiel vom Messgerät selber, sind alle kleiner und haben aus diesem Grund einen sehr geringen Einfluss auf die Gesamtunsicherheit. Jedes Messlabor muss diese Unsicherheit der Messeinrichtung aufgrund der Spezifikationen und Kalibrierdaten der verwendeten Messeinrichtung ermitteln und im Messbericht angeben.
- Die Unsicherheit der Probenahme ist durch die Natur der elektromagnetischen Felder und durch leicht unterschiedliches Vorgehen der Messenden bei der Abtastung des Raumes bedingt, was zu einer Streuung der Messergebnisse selbst bei identischer Messeinrichtung und Kalibrierung führt. Die Standardunsicherheit der Probenahme wurde im Jahr 2002 für die Messung von GSM-Strahlung in einem umfangreichen Messvergleich experimentell bestimmt. Sie beträgt ca.  $\pm 15\%$ . Dieser Wert wurde in weiteren Messvergleichen für UMTS (2006), Rundfunkstrahlung (2007) und kürzlich auch für LTE (2013, Berichterstattung noch im Gang) bestätigt. Sie ist gemäss den Messempfehlungen als fixer Beitrag von  $\pm 15\%$  bei der Ermittlung der gesamten Messunsicherheit einzusetzen.

Mit diesen zwei Beiträgen der Messeinrichtung und der Probenahme ergibt sich, nach üblichen quadratischen Summierungsregeln für die Messunsicherheit, eine Gesamtunsicherheit von typischerweise  $\pm 18\%$  bis  $\pm 22\%$ . Weil die Gesamtunsicherheit ein Intervall mit einem Vertrauensgrad von nur 68.3 % definiert, wird oft die erweiterte Messunsicherheit gebraucht. Die erweiterte Messunsicherheit bezeichnet das Produkt der Gesamtunsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor (annähernd 2). Damit wird ein Intervall mit einem erhöhten Vertrauensgrad von 95 % definiert, also ein Intervall um den Messwert herum, in dem der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt. Dies bedeutet nicht, dass ein Messergebnis in jedem Fall um diesen Betrag vom wahren Wert abweicht. Wie gross die Abweichung im konkreten Einzelfall ist, lässt sich grundsätzlich nicht angeben. Kleine Abweichungen sind häufiger, grosse seltener.

In der Praxis der Mobilfunkmessungen erhalten akkreditierte Messlaboratorien typische erweiterte Messunsicherheiten von  $\pm 36\%$  bis  $\pm 44\%$ . Die maximale zulässige erweiterte Messunsicherheit nach den Messempfehlungen wurde mit  $\pm 45\%$  definiert.

**Nach Ansicht des METAS besteht derzeit (2014) keine Möglichkeit, mit modernen Messeinrichtungen und Techniken die gesamte erweiterte Messunsicherheit  $U$  von  $\pm 45\%$  bei der experimentellen Bestimmung des örtlichen Höchstwertes der elektrischen Feldstärke in Innenräumen zu verkleinern.**

---

### Abkürzungen

BAFU	Bundesamt für Umwelt (vormals BUWAL: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU: Bundesamt für Umwelt)
GSM	Global System for Mobile Communications (Mobilfunk 2. Generation)
LTE	Long Term Evolution (Mobilfunk 4. Generation)
METAS	Eidgenössisches Institut für Metrologie
NISV	Verordnung vom 23. Dezember 1999 über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (SR 814.710)
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Mobilfunk 3. Generation)

### Materialien

BUWAL/METAS 2002: Mobilfunk-Basisstationen (GSM) – Messempfehlung. (VU-5800-D), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.  
[www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00685/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00685/index.html?lang=de).

BUWAL/METAS 2003: Mobilfunk-Basisstationen (UMTS-FDD) – Messempfehlung, Entwurf.  
[http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01100/01108/01110/index.html?lang=de#sprungmark\\_e0\\_23](http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01100/01108/01110/index.html?lang=de#sprungmark_e0_23).

METAS 2012: Technical report: Measurement Method for LTE Base Stations. Deutsche Übersetzung 2014 [http://www.metas.ch/2012-218-808\\_DE](http://www.metas.ch/2012-218-808_DE)