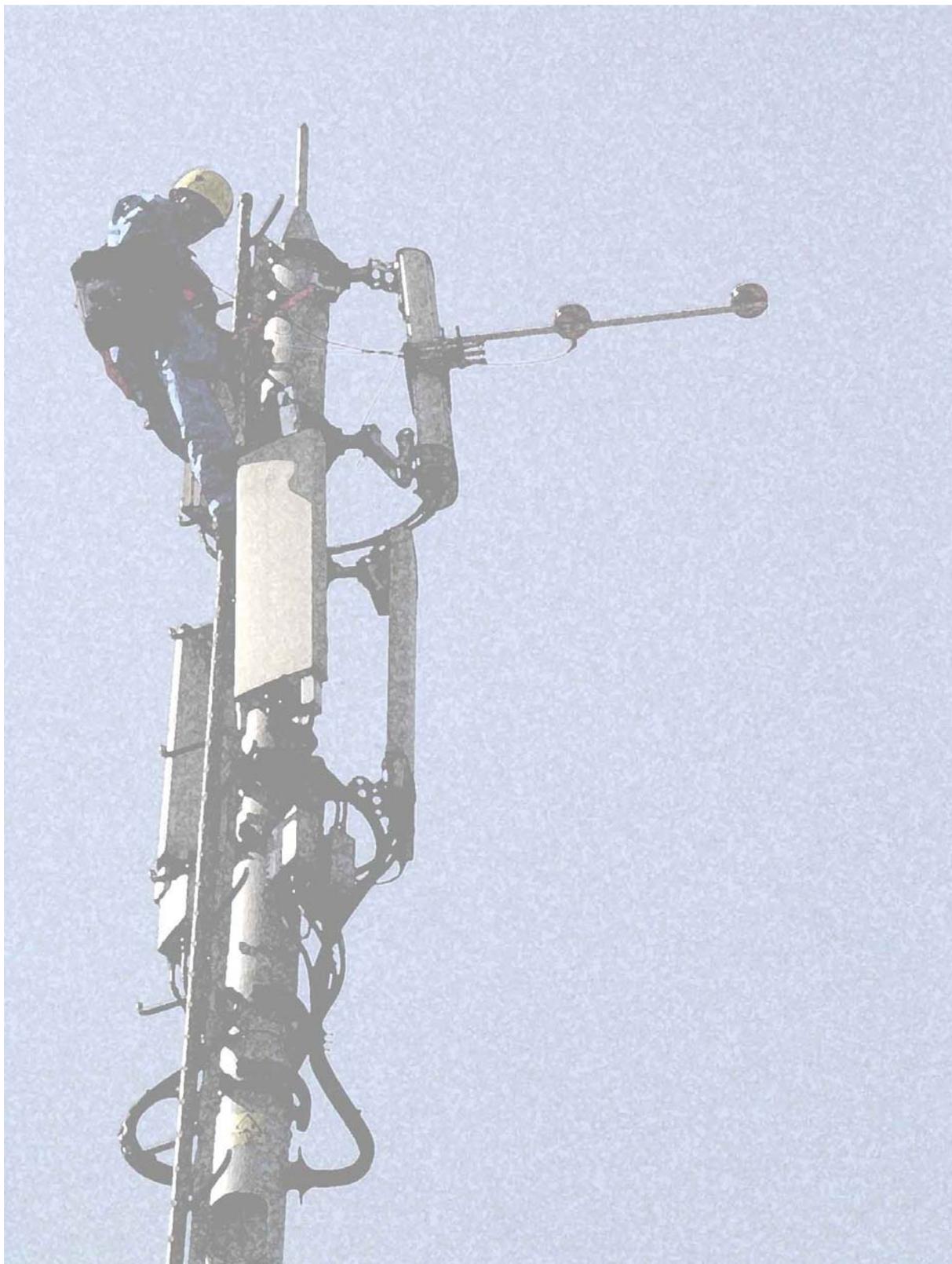


# Evaluation der Qualitätssicherungssysteme für Mobilfunksendeanlagen



## **Herausgeber**

Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air

## **Koordination der Stichprobenkontrollen**

Expertengruppe QS-System der Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air:

Martin Hänzi, Kt. Bern (Koordinator)

Jürg Baumann, BAFU

Martin Krapf, Stadt Zürich

Johann Kreis, ESTI

Peter Matti, Kt. Bern

Markus Riederer, BAKOM

Armin Rutishauser, Kt. Zug

Andreas Siegenthaler, BAFU

Gaston Theis, Kt. BS/BL

## **Autoren**

Martin Hänzi, Kt. Bern

Peter Matti, Kt. Bern

Zürich, 10. April 2008

**Titelseite:** Monteur bei der Überprüfung der Senderichtung (Azimut) einer Mobilfunkantenne mit einem GPS-gestützten Messgerät (Foto: NIS-Fachstelle Kt. Bern)

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Zusammenfassung .....	4
Résumé .....	5
Riassunto .....	6
1. Einleitung.....	7
2. Ausgangslage.....	8
2.1 Bedeutung der Immissions- und Anlagegrenzwerte .....	8
2.2 Vollzugsempfehlung zur NISV .....	8
2.3 Bundesgerichtsentscheid vom 10. März 2005.....	8
2.4 Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006 .....	9
2.5 Implementierung der QS-Systeme .....	10
2.6 Bisherige Rechtsprechung.....	11
3. Datengrundlagen .....	13
3.1 Übersicht.....	13
3.2 Standortdatenblätter .....	13
3.3 QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber.....	14
3.4 Antennendatenbank des BAKOM .....	14
4. Kontrollprogramm .....	15
4.1 Übersicht.....	15
4.2 Häufigkeit von NIS-relevanten Änderungen an den Sendeanlagen .....	15
4.3 Einfache Stichprobenkontrollen .....	16
4.4 Detaillierte Stichprobenkontrollen .....	16
4.4.1 Vorgehen.....	16
4.4.2 Ergebnisse .....	20
4.5 Fehlerprotokolle der QS-Systeme .....	23
4.6 Ausnutzungsgrad der bewilligten Sendeleistung .....	24
5. Beurteilung .....	26
5.1 Globale Überprüfungen .....	26
5.2 Detaillierte Stichprobenkontrolle .....	26
5.3 Gesamtbeurteilung .....	26
6. Notwendige und wünschbare Verbesserungen.....	28
6.1 Bewilligungsdaten in den QS-Systemen.....	28
6.2 Alte Standortdatenblätter .....	28
6.3 Standorte mit Nutzung durch mehrere Mobilfunkbetreiber .....	28
6.4 Fehlerhafte Datenbankeinträge .....	29
6.5 Behebungszeit von NIS-relevanten Fehlern .....	30
6.6 Erweiterungen der Antennendatenbank des BAKOM .....	30
6.7 Verfügbarkeit der aktuellen Standortdatenblätter bei den NIS-Fachstellen.....	30
7. Weiteres Vorgehen.....	31
7.1 Bekanntgabe der Kontrollergebnisse an die Netzbetreiber .....	31
7.2 Umsetzung.....	31
7.3 Kontrolle.....	31
7.4 Weitere Stichprobenkontrollen.....	31
8. Antrag an das BAFU .....	32
Anhänge .....	33
I. Formular für die detaillierte Stichprobenkontrolle .....	33
II. Gebrauchsanleitung für die detaillierte Stichprobenkontrolle .....	34
III. Begriffe, Abkürzungen .....	37

## Zusammenfassung

Im Sommer/Herbst 2007 wurden die Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) der Mobilfunkbetreiber Orange, Sunrise, Swisscom und Tele2 einer eingehenden Überprüfung unterzogen, wie dies im Rundschreiben des BAFU vom 16.1.2006 und später auch vom Bundesgericht gefordert worden war. Unter der Leitung der Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air beteiligten sich zwanzig kantonale und städtische NIS-Fachstellen an dieser Kontrolle und überprüften dabei auf den Netzzentralen der Mobilfunkbetreiber insgesamt 376 Sendeanlagen. Diese Kontrollaktion, ergänzt durch weitere Abklärungen, ergab folgende Erkenntnisse:

- a. Alle oben genannten Mobilfunkbetreiber haben ein QS-System aufgebaut, von einer unabhängigen externen Zertifizierungsstelle auditieren lassen sowie fristgerecht per 01.01.2007 in Betrieb genommen und dabei alle Anlagen einbezogen. Die in den QS-Systemen implementierte Überwachungsroutine erkannte simulierte Fehleingaben zuverlässig und dokumentierte diese korrekt.
- b. Die vier QS-Systeme mussten im Zeitraum vom 01.01.2007 bis 31.10.2007 nur bei 1.3% der gesamtschweizerisch insgesamt 10'128 Sendeanlagen eine Fehlermeldung auslösen. Die Reaktionszeit der Mobilfunkbetreiber auf die Fehlermeldungen war allerdings noch nicht befriedigend: 21 % der festgestellten Fehler wurden nicht innerhalb der verlangten Frist (24 Stunden bei fernsteuerbaren; eine Arbeitswoche bei manuell vorzunehmenden Korrekturen) behoben oder geklärt.
- c. Im Mittel wird an einer Sendeanlage nur etwa alle vier Monate eine NIS-relevante Änderung vorgenommen. Die einmal täglich ablaufende Überwachungsroutine innerhalb der QS-Systeme genügt dieser durchschnittlichen Änderungshäufigkeit deshalb vollauf.
- d. Zwei Drittel der 376 kontrollierten Sendeanlagen gaben zu keinen Beanstandungen Anlass. Bei einem Viertel wurden zwischen den QS-Systemen und den aktuell gültigen Standortdatenblättern oder der Antennendatenbank des BAKOM inkonsistente Daten festgestellt, was jedoch den bewilligungskonformen Betrieb der Anlagen nicht in Frage stellte. Ca. 8% der kontrollierten Anlagen wurden nicht bewilligungskonform betrieben.
- e. Bei keiner der 376 kontrollierten Sendeanlagen wurde eine Überschreitung der Grenzwerte festgestellt.
- f. Als Nebenergebnis wurde festgestellt, dass im Mittel über alle vier Netzbetreiber und alle drei Mobilfunksysteme (GSM900, GSM1800, UMTS) selbst bei maximaler Auslastung der Sendeanlagen nur 58% der bewilligten Sendeleistung ausgenutzt wird.

### Fazit:

**Die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air erachtet die Anforderungen an die QS-Systeme bei allen vier kontrollierten Mobilfunkbetreibern im Wesentlichen als erfüllt. Die QS-Systeme sind geeignet, die Einhaltung der bewilligten ERP und weiterer NIS-relevanter Anlageeinstellungen weitgehend zu gewährleisten. Die QS-Systeme ergänzen die bisherigen Kontrollen wirksam und vermögen Fehler zuverlässig und rasch zu entdecken und somit Grenzwertüberschreitungen zu verhindern. Der Kontrollaufwand für die Vollzugsbehörden ist gemessen am Nutzen gering. Die Arbeitsgruppe hat allerdings auch merkbare Unterschiede zwischen den QS-Systemen der verschiedenen Betreiber und generelle Schwachpunkte identifiziert. Entsprechende Massnahmen zur weiteren Verbesserung sind aufgezeigt. Die meisten sollen bis Ende 2008 umgesetzt werden.**

## Résumé

Au cours de l'été et de l'automne 2007, les systèmes d'assurance de la qualité (systèmes AQ) des opérateurs Orange, Sunrise, Swisscom et Tele2 ont fait l'objet d'une vérification détaillée, comme l'exigeait l'OFEV dans sa Circulaire du 16 janvier 2006, puis le Tribunal fédéral. Sous l'égide du groupe de travail RNI de Cercl'Air, vingt services spécialisés cantonaux et communaux ont pris part à ce contrôle et ont vérifié 376 émetteurs sur les centrales de réseau des opérateurs de téléphonie mobile. Cette action, complétée d'autres enquêtes, a donné les résultats suivants:

- a. Tous les opérateurs susmentionnés ont installé un système AQ qu'ils ont soumis à l'audit d'une centrale de certification externe indépendante et mis en service dans le délai du 1<sup>er</sup> janvier 2007 en prenant en compte toutes les installations. La routine de surveillance implémentée dans les systèmes AQ a détecté toutes les simulations d'erreurs et les a documentées correctement.
- b. Entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 31 octobre 2007, les quatre systèmes AQ n'ont dû déclencher un message d'erreur que pour 1,3 % des 10 128 émetteurs que compte la Suisse au total. Le temps de réaction des opérateurs après le message d'erreur n'est toutefois pas encore satisfaisant: 21 % des erreurs constatées n'ont pas été éliminées ou élucidées dans le délai imparti (24 heures si la réparation peut être télécommandée ou une semaine de travail en cas de réparation manuelle).
- c. En moyenne, un émetteur ne subit de modification pertinente en matière de RNI qu'environ tous les quatre mois. La routine de surveillance quotidienne au sein des systèmes AQ est amplement suffisante pour cette fréquence moyenne de modification.
- d. Deux tiers des 376 installations contrôlées n'ont donné lieu à aucune contestation. Pour un quart, il a été constaté des incohérences entre les données du système AQ et celles des fiches de données spécifiques au site ou des bases de données des antennes de l'OFCOM, ce qui ne compromettait néanmoins pas le fonctionnement des installations tel qu'autorisé. Quelque 8 % des installations contrôlées n'étaient pas exploitées conformément à l'autorisation.
- e. Il n'a été constaté aucun dépassement de valeurs limites parmi les 376 installations contrôlées.
- f. Il a été constaté accessoirement qu'il n'est utilisé que 58 % de la puissance émettrice autorisée, même en cas de charge maximale des émetteurs. Cette valeur est la moyenne pour tous les opérateurs et les trois systèmes de téléphonie mobile (GSM900, GSM1800, UMTS).

### Conclusion:

**Le groupe de travail RNI de Cercl'Air juge que les exigences imposées aux systèmes AQ sont amplement remplies pour les quatre opérateurs de téléphonie mobile contrôlés. Les systèmes AQ permettent de garantir le respect de la puissance apparente rayonnée (ERP) autorisée et d'autres réglages d'installations touchant au RNI. Les systèmes AQ complètent efficacement les contrôles effectués jusqu'à présent et permettent de détecter des erreurs rapidement et de manière fiable et donc d'empêcher des dépassements de valeurs limites. Le travail de contrôle pour les autorités est minime par rapport à son utilité. Le groupe de travail a toutefois identifié aussi des différences notables entre les systèmes AQ des opérateurs ainsi que des faiblesses d'ordre général. Des mesures d'amélioration s'imposent. La plupart seront réalisées d'ici à la fin de l'année 2008.**

## Riassunto

Nell'estate e nell'autunno del 2007, i sistemi di assicurazione della qualità (sistemi AQ) dei gestori di telefonia mobile Orange, Sunrise, Swisscom e Tele2 sono stati sottoposti a un controllo approfondito secondo quanto richiesto dall'UFAM nella sua circolare del 16/1/2006 e successivamente anche dal Tribunale federale. Sotto la guida del gruppo di lavoro RNI di Cercl'Air, hanno partecipato al controllo venti servizi RNI cantonali e cittadini, che hanno verificato complessivamente 376 impianti di trasmissione nelle centrali di rete dei gestori. Dal controllo, che è stato integrato con ulteriori accertamenti, è emerso quanto segue:

- a. tutti i gestori di telefonia mobile summenzionati hanno allestito un sistema AQ e lo hanno sottoposto a un audit da parte di un ente di certificazione esterno e indipendente. Tale sistema è entrato in funzione entro il termine stabilito (1/1/2007) per tutti gli impianti. La routine di sorveglianza implementata nei sistemi AQ ha riconosciuto in modo attendibile le simulazioni d'errore e le ha documentate correttamente;
- b. nel periodo compreso tra l'1/1/2007 e il 31/10/2007, i quattro sistemi AQ hanno emesso un messaggio d'errore soltanto nell'1,3% dei 10'128 impianti di trasmissione presenti complessivamente sul territorio svizzero. Il tempo di reazione dei gestori di telefonia mobile ai messaggi d'errore, tuttavia, non è stato ancora soddisfacente: il 21% degli errori constatati non sono stati eliminati o spiegati entro il termine richiesto (24 ore per le riparazioni effettuabili a distanza e una settimana lavorativa per quelle da eseguire manualmente);
- c. in media, su un impianto di trasmissione viene effettuata una modifica rilevante dal punto di vista delle RNI solo ogni quattro mesi circa. Pertanto, la routine di sorveglianza all'interno dei sistemi AQ, che si svolge una volta al giorno, è ampiamente sufficiente per la frequenza media di tali modifiche;
- d. due terzi dei 376 impianti di trasmissione controllati non danno adito a contestazioni. Su un quarto degli impianti sono state osservate delle incoerenze tra i sistemi AQ e le attuali schede dei dati sul sito o la banca dati delle antenne gestita dall'UFCOM, il che non ha tuttavia messo in discussione la conformità dell'esercizio degli impianti a quanto disposto nella relativa autorizzazione. L'esercizio è invece risultato non conforme all'autorizzazione nell'8% degli impianti controllati;
- e. in nessuno dei 376 impianti di trasmissione controllati è stato rilevato un superamento dei valori limite;
- f. come risultato secondario è stato inoltre constatato che, considerando la media di tutti e quattro i gestori di rete di tutte e tre i sistemi di telefonia mobile (GSM900, GSM1800, UMTS), anche in caso di massimo sfruttamento degli impianti di trasmissione viene utilizzato soltanto il 58% della potenza di trasmissione autorizzata.

### Conclusioni

**Secondo il gruppo di lavoro RNI di Cercl'Air, tutti e quattro i gestori di telefonia mobile controllati soddisfano fundamentalmente i requisiti previsti per i sistemi AQ. I sistemi AQ sono in grado di garantire ampiamente il rispetto dell'ERP (potenza apparente irradiata) autorizzata e di altre impostazioni degli impianti relative alle RNI. Tali sistemi integrano in modo efficace i controlli effettuati finora e riescono a individuare gli errori in maniera rapida e attendibile, evitando così il superamento dei valori limite. Inoltre, se paragonati ai benefici, i costi del controllo a carico delle autorità esecutive sono esigui. Il gruppo di lavoro ha tuttavia rilevato differenze notevoli tra i sistemi AQ dei diversi gestori nonché punti deboli a livello generale e ha indicato apposite misure per ottenere un ulteriore miglioramento, la maggior parte delle quali dovrà essere attuata entro la fine del 2008.**

# 1. Einleitung

Die Belastung der Menschen durch die Strahlung von Mobilfunksendeanlagen ist in der Schweiz durch strenge Grenzwerte für die elektrische Feldstärke limitiert. Die Einhaltung dieser Grenzwerte muss im Rahmen des Baugesuchs für eine Mobilfunkanlage durch den Mobilfunkbetreiber rechnerisch nachgewiesen werden. Die zuständige Behörde überprüft diese rechnerische Prognose. Sie veranlasst in vielen Fällen auch eine Abnahmemessung, nachdem die Anlage ihren Betrieb aufgenommen hat. Bei diesen wichtigen Kontrollen bleiben allerdings zwei Eigenheiten der Mobilfunktechnologie unberücksichtigt:

- In aller Regel wird für den bestimmungsgemässen Zweck der Sendeantennen weniger Sendeleistung benötigt, als die Anlage von ihrer (physikalischen) Auslegung her emittieren könnte. Eine Sendeanlage wird nicht für ihre theoretische Kapazität, sondern nur bis zu den vom Netzbetreiber beantragten Betriebswerten bewilligt.
- Bei der Mehrzahl der Mobilfunkantennen sind die Einstellungen für die Sendeleistung und die vertikale Senderichtung von der Betriebszentrale aus fernsteuerbar.

Das Beurteilungs- und Bewilligungsverfahren baut wesentlich auf der Eigenverantwortung des Netzbetreibers auf. Es wird vorausgesetzt, dass er die bewilligten Betriebsparameter jederzeit einhält. Diese Selbstverantwortung der Netzbetreiber wurde in der Öffentlichkeit wiederholt in Frage gestellt und es wurde die Forderung nach einer permanenten Überwachung der Betriebsparameter erhoben. Insbesondere die Möglichkeit der Fernsteuerung von NIS-relevanten Einstellungen erweckte bei vielen Bürgerinnen und Bürgern den Verdacht, dass die gesetzlich festgelegten Grenzwerte unbemerkt überschritten werden könnten.

Das Bundesgericht hat sich im März 2005 zu dieser Frage geäussert. Es hat festgehalten, dass die bisher praktizierte Eigenverantwortung der Netzbetreiber die Einhaltung der Grenzwerte nicht mit Sicherheit zu garantieren vermöge. Es müsse daher besser sichergestellt werden, dass die bewilligte Sendeleistung jederzeit eingehalten wird. Dies könne entweder durch bauliche Begrenzungen (Plombierung) oder durch eine verlässliche Überwachung der tatsächlich eingestellten Sendeleistung erreicht werden.

Auf Vorschlag einer Expertengruppe aus Vertretern der kantonalen und kommunalen NIS-Fachstellen, des BAKOM und BAFU, empfahl das BAFU im Januar 2006, den zweiten vom Bundesgericht angezeigten Weg zu beschreiten und die Kontrolle der NIS-relevanten Hardwarekomponenten und Einstellungen in Form von Qualitätssicherungssystemen (QS-Systeme) der Mobilfunkbetreiber umzusetzen.

Das Bundesgericht beurteilte im September 2006 die im Aufbau befindlichen QS-Systeme als grundsätzlich geeignet zur Umsetzung seines Entscheids vom März 2005. Es verpflichtete gleichzeitig das BAFU und die kantonalen Vollzugsbehörden, mit Stichproben zu prüfen, ob die QS-Systeme die ihnen zugedachte Kontrollfunktion effektiv erfüllen.

In der Zwischenzeit haben die Mobilfunkbetreiber die QS-Systeme eingeführt und durch externe Firmen auditieren und zertifizieren lassen.

Der vorliegende Bericht evaluiert die Zuverlässigkeit der QS-Systeme der Firmen Swisscom Mobile AG (heute Swisscom (Schweiz) AG), Orange Communications SA, TDC Switzerland AG sunrise (heute Sunrise Communications AG) und Tele2 Telecommunication Services AG aufgrund der koordinierten Stichprobenüberprüfung, welche die kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen von Sommer bis Herbst 2007 durchgeführt haben.

Nach einer vertieften Darstellung der Ausgangslage und der verfügbaren Datengrundlagen werden die durchgeführten globalen Überprüfungen und Stichprobenkontrollen im Einzelnen beschrieben und die Ergebnisse bewertet.

Der Bericht schliesst mit einer Liste von festgestellten Schwachpunkten, die zu verbessern sind, sowie einem Vorschlag für das weitere Vorgehen.

## 2. Ausgangslage

### 2.1 Bedeutung der Immissions- und Anlagegrenzwerte

In der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) hat der Bundesrat Immissionsgrenzwerte (IGW) und Anlagegrenzwerte (AGW) festgelegt. Die IGW sind international harmonisiert und schützen mit ausreichender Sicherheit vor den heute wissenschaftlich anerkannten akuten Gesundheitsgefährdungen durch NIS. Bisher sind keine schädlichen oder lästigen Wirkungen von NIS unterhalb der IGW wissenschaftlich mit ausreichender Sicherheit nachgewiesen worden (vgl. Bundesgerichtsentscheid vom 19. November 2005 [1A.218/2004]).

Zusätzlich hat der Bundesrat in der NISV im Bereich Mobilfunk rund 10-mal strengere AGW festgelegt. Die AGW beinhalten die Umsetzung des Vorsorgeprinzips nach Art. 11 Abs. 2 USG, wonach Emissionen so weit zu begrenzen sind als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Mit den AGW soll auch das Risiko für allfällige – heute noch nicht abschliessend abschätzbare Risiken für Gesundheitsauswirkungen – tief gehalten werden. Eine Garantie, dass unterhalb der AGW keine Gesundheitsauswirkungen auftreten können, ist zum heutigen Zeitpunkt allerdings nicht gegeben. Sollten zukünftig neue wissenschaftliche Erkenntnisse über schädliche oder lästige Wirkungen von NIS vorliegen, wären die IGW, allenfalls sogar unter die AGW, zu senken. Andererseits müssten die AGW angepasst werden, wenn feststeht, dass Anlagen technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar, unter Beachtung eines tieferen AGW, erstellt und betrieben werden können. Keine dieser Voraussetzungen ist heute gegeben.

Die AGW haben also nicht die gleiche Funktion wie die IGW. Insbesondere bedeutet die Überschreitung des AGW keine unmittelbare Gesundheitsgefährdung. Trotzdem konzentriert sich die vorliegende Evaluation auf die Einhaltung des AGW, aus dem einfachen Grund, weil dies bei den meisten Mobilfunkanlagen das einschneidendere Kriterium als die Einhaltung des (10-mal höheren) IGW ist.

### 2.2 Vollzugsempfehlung zur NISV

Im Juni 2002 hat das BUWAL (heute BAFU) eine Vollzugsempfehlung zur NISV für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen veröffentlicht. Ein wesentliches Element dieser Empfehlung stellt das Standortdatenblatt dar, mit dem der Inhaber einer Mobilfunk-Basisstation im Rahmen des Bewilligungsverfahrens die für die NIS-Emissionen relevanten technischen Daten und die prognostizierte NIS-Belastung (elektrische Feldstärke) in der Umgebung der Anlage bekannt gibt. Entscheidend für die NIS-Belastung an einem bestimmten Ort sind einerseits dessen Abstand und Höhenunterschied gegenüber der Anlage, andererseits die Antennentypen, die äquivalenten Strahlungsleistungen (engl. Abkürzung: ERP) und die horizontalen sowie vertikalen Senderichtungen (Hauptstrahlrichtungen) der Antennen.

Antennentypen, ERP, Montagehöhen und Senderichtungen werden durch die Gesuchsteller beantragt und durch die Behörden in den Bewilligungen festgelegt. Für deren Einhaltung im Betrieb sind die Inhaber der Anlagen verantwortlich, wobei die Behörden dies indirekt über Immissionsmessungen kontrollieren können. Lückenlose Kontrollen aller Bauteile und Einstellungen, welche die ERP und die Senderichtungen beeinflussen, wurden in der genannten Vollzugsempfehlung nicht empfohlen und wegen des sehr grossen Aufwandes für die Vollzugsbehörden auch nicht durchgeführt.

### 2.3 Bundesgerichtsentscheid vom 10. März 2005

Das Bundesgericht hat am 10. März 2005 (1A.160/2004) entschieden, dieser weit gehend auf Eigenverantwortung des Netzbetreibers basierende Vollzug sei nicht in jedem Fall ausreichend, um die Einhaltung der Grenzwerte der NISV dauerhaft zu gewährleisten. Insbesondere, wenn die Sendeleistung ferngesteuert werden könne, müsse der NIS-Beurteilung grundsätzlich die mit der installierten Hardware maximal mögliche äquivalente Strahlungs-

leistung (ERP) und nicht ein niedrigerer Wert zugrunde gelegt werden. Werde von diesem Grundsatz abgewichen, der Betrieb der Anlage also mit einer niedrigeren als der maximal möglichen ERP bewilligt, müsse dies im Bewilligungsentscheid begründet und dargelegt werden, wie die Einhaltung der bewilligten ERP gewährleistet werden könne.

Dem genannten Gerichtsentscheid liegt das Anliegen zugrunde, sicherzustellen, dass in eine bestimmte Richtung nicht mehr Sendeleistung abgestrahlt werden kann, als bewilligt wurde. Das Bundesgericht nennt zwei Optionen, um dies zu erreichen: entweder durch bauliche Begrenzungen (Plombierung), oder durch eine verlässliche Kontrolle der NIS-relevanten Hardwarekomponenten und Betriebswerte der Anlagen.

## 2.4 Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006

Auf Vorschlag einer Expertengruppe aus Vertretern der kantonalen und kommunalen NIS-Fachstellen, des BAKOM und BAFU, informierte das BAFU mit [Rundschreiben vom 16. Januar 2006](#) die Vollzugsbehörden. Es empfahl die zweite vom Bundesgericht genannte Option zu verfolgen und diese in Form von QS-Systemen der Netzbetreiber umzusetzen.

Das BAFU hat in diesem Rundschreiben empfohlen, dass die Mobilfunkbetreiber nicht nur die vom Bundesgericht genannten fernsteuerbaren Parameter, sondern sämtliche Bauteile und Einstellungen, welche die NIS-Emissionen beeinflussen, in die QS-Systeme einbeziehen sollen. Die Mobilfunkbetreiber könnten damit die Einhaltung der bewilligten ERP und Senderichtungen gegenüber der Behörde lückenlos belegen. Die Behörden ihrerseits würden damit über die notwendigen Informationen und Möglichkeiten verfügen, um dies zu kontrollieren.

Diesem Vorschlag zufolge obliegt die Verantwortung für die korrekte Deklaration und den bewilligungskonformen Betrieb der Anlagen weiterhin den Mobilfunkbetreibern. Wie bis anhin können tiefere als die hardwaremässig maximal möglichen ERP sowie kleinere als die maximal verstellbaren Winkelbereiche für die Senderichtungen beantragt und bewilligt werden. Die Einhaltung der bewilligten Werte soll durch ein QS-System gewährleistet und dokumentiert werden. Dieses sieht pro Mobilfunkbetreiber eine QS-Datenbank, definierte Abläufe (Prozesse) und deren Auditierung durch eine unabhängige Fachstelle vor.

Folgende Anforderungen müssen erfüllt sein:

- Jeder Mobilfunkbetreiber, der sich kleinere als die hardwaremässig möglichen Betriebsparameter bewilligen lassen will, implementiert eine oder mehrere Datenbanken, in denen für jede Mobilfunk-Basisstation sämtliche Hardware-Komponenten und Geräteeinstellungen, welche die ERP oder die Senderichtungen beeinflussen, erfasst und laufend aktualisiert werden. Diese Datensammlung wird als QS-Datenbank bezeichnet. Sie bildet gleichzeitig auch die Grundlage für die Lieferung der Anlage- und Betriebsdaten an die Antennendatenbank des BAKOM.
- Die QS-Datenbank des Netzbetreibers muss folgende Daten enthalten:
  - a. Die Dämpfungs- oder Verstärkungsfaktoren derjenigen Komponenten, die nicht durch Fernsteuerung verändert werden können (z.B. Kabeldämpfung, Combinerdämpfung, Antennengewinn). Dafür sind entweder die Herstellerangaben oder dokumentierte Messungen zu verwenden;
  - b. Manuelle Einstellungen (insbesondere der mechanische oder ein manuell einstellbarer elektrischer Tilt (Neigungswinkel) der Antennen). Grundlage bilden die Rapporte des technischen Personals;
  - c. Ferngesteuerte Einstellungen (insbesondere die eingestellte Verstärkerleistungsleistung und den elektrischen Tilt);
  - d. Für jede Sendeantenne die eingestellte ERP pro Funkdienst, die aus den obgenannten Hardware-Spezifikationen und den aktuellen Einstellungen automatisch berechnet wird;

- e. Für jede Sendantenne die bewilligte ERP pro Funkdienst und die bewilligten Winkelbereiche für die Senderichtungen (Azimut, mechanischer und elektrischer Neigungswinkel) gemäss dem aktuell gültigen Standortdatenblatt.
- Das QS-System muss über eine automatisierte Überprüfungsroutine verfügen, welche einmal pro Arbeitstag die eingestellten ERP und die Senderichtungen sämtlicher Antennen des betreffenden Mobilfunknetzes mit den bewilligten Werten bzw. Winkelbereichen vergleicht. Diese Bewilligungswerte sind im Standortdatenblatt verbindlich hinterlegt.
- Festgestellte Überschreitungen eines bewilligten Wertes müssen innerhalb von 24 Stunden behoben werden, sofern dies durch Fernsteuerung möglich ist, andernfalls innerhalb einer Arbeitswoche. Stellt das QS-System solche Überschreitungen fest, wird automatisch ein Fehlerprotokoll erzeugt. Die Fehlerprotokolle werden der Vollzugsbehörde alle zwei Monate unaufgefordert zugestellt und mindestens 12 Monate aufbewahrt.
- Für die ferngesteuerte und manuelle Veränderung von Einstellungen sowie den Ersatz von NIS-relevanten Hardwarekomponenten sind Prozesse zu definieren, welche die Berechtigungen klar regeln und sicher stellen, dass die geänderten Einstellungen bzw. Spezifikationen erfasst und unverzüglich in die QS-Datenbank übernommen werden.
- Das QS-System muss von einer unabhängigen, externen Stelle periodisch auditiert werden. Eine Akkreditierung dieser Stelle für die Durchführung von Audits ist erwünscht. Die Auditberichte sind den Vollzugsbehörden und dem BAKOM vorzulegen.
- Die Mobilfunkbetreiber müssen den Vollzugsbehörden uneingeschränkte Einsicht in die QS-Datenbanken gewähren.
- Die Realisierung der vorgeschlagenen QS-Systeme erfordert Aufwand und Zeit. Bis diese Systeme operationell sind, ist deshalb für die bestehenden Netze eine Übergangsregelung nötig. Das BAFU unterstützt den diesbezüglichen Vorschlag der Expertengruppe, welcher eine Übergangsphase von einem Jahr vorsieht. Nach dieser Übergangsphase sollen die QS-Systeme implementiert, auditiert und sämtliche Anlagen eingebunden sein.
- Der Stand der Implementierung und das ordnungsgemässe Funktionieren des vorgeschlagenen QS-Systems sollen periodisch, erstmals Ende 2006, kontrolliert werden. Sollte ein Netzbetreiber seine Verpflichtung zum Aufbau eines QS-Systems nicht einhalten, dann sollen für die NIS-Beurteilung die maximale, installierte Sendeleistung und der maximal durch Fernsteuerung einstellbare Winkelbereich zugrunde gelegt werden (Option 1 des Bundesgerichts).

Ende 2007 sollen die Erfahrungen mit den bis dann implementierten QS-Systemen ausgewertet und die Empfehlung des BAFU bei Bedarf angepasst werden.

## **2.5 Implementierung der QS-Systeme**

Folgende Mobilfunkbetreiber haben ein QS-System entweder eingeführt oder benötigen kein QS-System:

### **2.5.1 QS-System eingeführt und durch eine externe Firma zertifiziert und auditiert:**

#### **Orange Communications SA**

Art des Nachweises: Zertifikat (ISO 9001:2000)

Auditfirma: SGS Societ  Generale de Surveillanc SA

Ausgestellt am: 30.08.2007

## **POLYCOM**

Art des Nachweises: Bescheinigung

Auditfirma: Schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme SQS

Ausgestellt am: 21.11.2007

## **SBB AG, Infrastruktur/Telecom**

Art des Nachweises: Zertifikat (ISO 15504-2:2003)

Auditfirma: SGS Societ  Generale de Surveillanc SA

Ausgestellt am: 31.05.2007

## **Swisscom Mobile AG, heute: Swisscom (Schweiz) AG**

Art des Nachweises: Zertifikat (ISO 15504-2:2003)

Auditfirma: SGS Societ  Generale de Surveillanc SA

Ausgestellt am: 27.11.2006

## **TDC Switzerland AG sunrise, heute: Sunrise Communications AG**

Art des Nachweises: Zertifikat (ISO 9001:2000)

Auditfirma: SGS Societ  Generale de Surveillanc SA

Ausgestellt am: 21.12.2006

## **Tele2 Telecommunication Services AG**

Art des Nachweises: Bescheinigung

Auditfirma: Schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme SQS

Ausgestellt am: 18.12.2006

### **2.5.2 Kein QS-System nötig:**

#### **In&Phone**

Die maximale ERP der Mobilfunkanlagen der Firma In&Phone wird hardwaremässig beschränkt und liegt unter 6 W (ERP). Damit benötigt In&Phone kein QS-System.

## **2.6 Bisherige Rechtsprechung**

In der Zwischenzeit haben sich das Bundesgericht und auch kantonale Verwaltungsgerichte in mehreren Urteilen (vgl. statt vieler: BGE 1A.57/2006) mit der Frage der Bundesrechtskonformit t der QS-Systeme befasst. Das Bundesgericht ist dabei zum Schluss gekommen, dass die QS-Systeme als derzeit geeignete Umsetzung des Bundesgerichtsentscheids vom 10. März 2005 zu betrachten sind und auch im Lichte des Verhältnismässigkeitsprinzips eine überzeugende Lösung zur Umsetzung der bundesgerichtlichen Vorgaben darstellen.

Das Bundesgericht hat insbesondere festgehalten, dass die QS-Systeme zwar Überschreitungen der bewilligten ferngesteuerten ERP oder Senderichtung nicht in jedem Fall verhindern können. Die QS-Systeme sorgten aber dafür, dass Überschreitungen sofort erkannt und

regelmässig schon am folgenden Tag behoben werden können. Zudem führe nicht jede Überschreitung der bewilligten ERP oder Senderichtung auch automatisch zu einer Überschreitung der Grenzwerte.

Das Bundesgericht verpflichtete ferner das BAFU und die kantonalen Vollzugsbehörden mittels Stichprobenkontrollen zu prüfen, ob die QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber die ihnen zugedachten Kontrollfunktionen effektiv erfüllen. Sollten sich die QS-Systeme, auch nach allfälligen Verbesserungen und Ergänzungen, als ungenügend erweisen, müsste wieder auf die Begrenzung von Sendeleistung und Senderichtungen durch bauliche Vorkehrungen zurückgekommen werden.

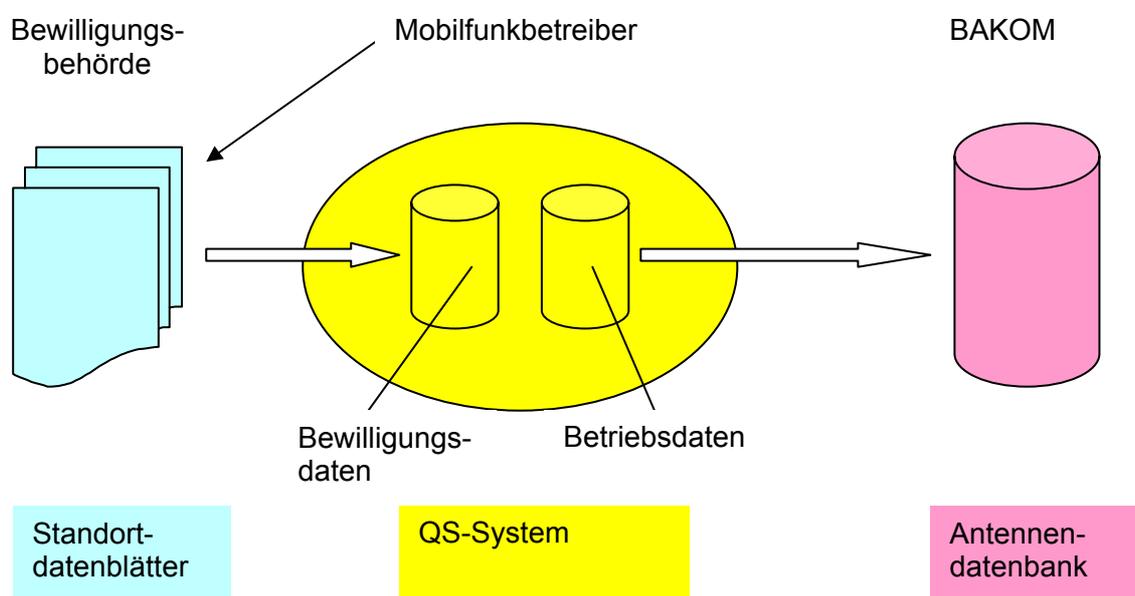
## 3. Datengrundlagen

### 3.1 Übersicht

Zu den NIS-relevanten Belangen von Mobilfunkantennen gibt es in der Schweiz insgesamt drei, im Idealfall miteinander voll konsistente Datensammlungen.

- bei den Bewilligungsbehörden (Kanton oder Gemeinde): die Standortdatenblätter zu den einzelnen bewilligten Sendeanlagen.
- bei den Mobilfunkbetreibern, die ein QS-System betreiben: die dem QS-System zugrunde liegenden Datenbanken
- beim BAKOM: die Datenbank über die Betriebsdaten aller Mobilfunkantennen in der Schweiz (Antennendatenbank). Ein anonymisierter Auszug ist als Antennenkataster unter folgender Adresse öffentlich zugänglich: <http://www.funksender.ch>

Abbildung 1 zeigt diese drei Datensammlungen und den Datenfluss im Überblick.



**Abbildung 1: Datensammlungen und Datenfluss**

Die kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen verfügen in der Regel sowohl über die aktuell gültigen Standortdatenblätter als auch über einen online-Zugang zur Antennendatenbank des BAKOM für die Sendeanlagen auf ihrem Kantonsgebiet. Damit eröffnet sich für sie ein einfacher und direkter Weg zur Kontrolle, ob eine Sendeanlage bewilligungskonform betrieben wird. Voraussetzung ist allerdings, dass die vom Netzbetreiber ans BAKOM übermittelten Betriebsdaten aktuell und korrekt sind.

### 3.2 Standortdatenblätter

Für jede bewilligte Mobilfunksendeanlage mit einer gesamten ERP ab 6 W liegt ein Standortdatenblatt vor. Dieses wird vom Mobilfunkbetreiber erstellt und bildet die Grundlage für die Erteilung der Baubewilligung. Es enthält für jede Antenne verschiedene NIS-relevante Parameter, insbesondere die maximale äquivalente Strahlungsleistung (ERP), die Senderichtung-

gen, die Höhe der Antenne über Boden sowie den Antennentyp. Diese Werte werden mit der Erteilung der Baubewilligung verbindlich und müssen im Betrieb eingehalten werden.

Unter Umständen gibt es im Laufe der Zeit für ein und dieselbe Sendeanlage Aktualisierungen des Standortdatenblattes, beispielsweise

- anlässlich einer Änderung der Anlage, die eine neue Baubewilligung erfordert
- bei einer geringfügigen Anpassung der Anlage, z.B. dem Ersatz einer Antenne durch einen anderen Typ mit gleicher Abstrahlcharakteristik, für die die Behörde meistens keine Bewilligungs- sondern lediglich eine Meldepflicht vorsieht
- wenn aufgrund einer Abnahmemessung eine Überschreitung des AGW festgestellt wird und die Behörde deshalb die zulässige ERP neu festlegt.

Es gibt pro Anlage grundsätzlich nur ein aktuell gültiges Standortdatenblatt. Es kann aber der Fall eintreten, dass eine Änderung, die bereits bewilligt wurde, auf der Anlage noch nicht implementiert ist.

Etwas komplizierter, wenngleich im Grundsatz nicht anders verhält es sich bei Anlagen, an denen zwei oder mehr Netzbetreiber beteiligt sind. In der Vollzugsempfehlung des BUWAL ist detailliert erläutert, unter welchen Voraussetzung nahe gelegene Mobilfunkantennen zu ein und derselben Anlage zu rechnen sind<sup>1</sup>. Das Standortdatenblatt wird immer pro Anlage ausgefüllt und muss alle zur Anlage gehörigen Antennen enthalten.

Die meisten Standortdatenblätter liegen in dem Format vor, welche mit der Vollzugsempfehlung des BUWAL im Juni 2002 zur Anwendung empfohlen wurde. Für einige Sendeanlagen liegt jedoch nur das alte Standortdatenblatt im Format vom Oktober 1998 vor. Dieses enthält weniger detaillierte Informationen als das neue Format, was bei den detaillierten Stichprobenkontrollen (Abschnitt 4.4) in einigen Fällen zu Problemen geführt hat.

### 3.3 QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber

Die QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber enthalten sowohl die Bewilligungsdaten als auch die Angaben über die implementierte Hardware und die aktuell eingestellten Betriebsgrößen. Die Bewilligungsdaten müssen den Angaben im aktuell gültigen Standortdatenblatt entsprechen. Die automatisierte Kontrollroutine überprüft anhand der in den QS-Datenbanken hinterlegten Bewilligungs- und Betriebsdaten einmal täglich, ob die Anlage bewilligungskonform betrieben wird.

### 3.4 Antennendatenbank des BAKOM<sup>2</sup>

Das BAKOM führt zum Zweck des Frequenzmanagements eine Datenbank über die Standorte aller Mobilfunkantennen in der Schweiz und deren betriebliche Einstellungen. Die Daten stammen von den Netzbetreibern, welche Änderungen dem BAKOM im Zweiwochen-Rhythmus melden müssen. Die ans BAKOM gemeldeten Betriebsdaten müssen mit den im QS-System enthaltenen Betriebsdaten übereinstimmen.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Dieses Vorgehen wird derzeit überarbeitet, da sich das Bundesgericht im Entscheid BGE 1C\_40/2007 kritisch dazu geäußert hat.

<sup>2</sup> Diese Datenbank wird in der täglichen Praxis auch als "NIS-Datenbank des BAKOM" bezeichnet, z.B. in Anhang I und II

<sup>3</sup> Für Basisstationen, die seit Juni 2006 bewilligt wurden, sind in der Antennendatenbank auch die Bewilligungsdaten gemäss Standortdatenblatt verzeichnet. Diese Daten wurden für die Stichprobenkontrolle nicht verwendet.

## 4. Kontrollprogramm

### 4.1 Übersicht

Das Kontrollprogramm der NIS-Fachstellen sollte folgende Fragen beantworten:

- Wie häufig werden NIS-relevante Einstellungen der Sendeanlagen geändert?
- Stimmen die im QS-System der Netzbetreiber hinterlegten Bewilligungsdaten mit denjenigen im aktuell gültigen Standortdatenblatt überein?
- Werden die Sendeanlagen bewilligungskonform betrieben, d.h. liegen die eingestellten Sendeparameter innerhalb des bewilligten Bereichs?
- Stimmen die in der Antennendatenbank des BAKOM enthaltenen Betriebsdaten mit denen in den QS-Systemen der Netzbetreiber überein?
- Funktioniert die automatische Fehlererkennung innerhalb des QS-Systems korrekt?
- Wieviele Fehlermeldungen haben die QS-Systeme in den ersten 10 Monaten ihres Betriebs generiert und wie schnell wurden die Fehler behoben?

Als Nebenergebnis ist auch eine Aussage möglich, bis zu welchem Grad die bewilligte Sendeleistung im Betrieb tatsächlich ausgeschöpft wird.

Nicht im Einzelnen kontrolliert werden konnte, ob die in den QS-Datenbanken der Netzbetreiber verzeichneten Hardwarekomponenten den auf den Sendeanlagen installierten entsprechen. Solche Kontrollen würden die Begehung der jeweiligen Sendeanlagen mit Überprüfung des ganzen technischen Inventars und Nachmessung von Kabellängen und Antennenausrichtungen bedingen, ein Aufwand, der aus Ressourcengründen nicht zu leisten war. Diesbezüglich bleibt die Selbstverantwortung der Netzbetreiber unverzichtbar, wobei die im Rahmen des QS-Systems definierten Prozesse und Zuständigkeiten dafür sorgen sollen, dass Änderungen an der Hardware rasch und korrekt in die QS-Datenbank eingespeist werden.

### 4.2 Häufigkeit von NIS-relevanten Änderungen an den Sendeanlagen

Nachdem das BAFU die Einrichtung von QS-Systemen empfohlen hatte, wurde von besorgten Bürgerinnen und Bürgern die Forderung erhoben, die Sendeleistung müsse nicht nur einmal täglich, sondern permanent registriert und mit dem bewilligten Wert verglichen werden; ein Vergleich nur einmal täglich trage der stark schwankenden Sendeleistung nicht Rechnung und ermögliche den Netzbetreibern, die bewilligte Sendeleistung während des grössten Teils der Zeit unbemerkt zu überschreiten. Diese Befürchtung ist unbegründet, wie der folgende Exkurs zeigt.

Die Sendeleistung wird sowohl statisch als auch dynamisch geregelt. Die statische Einstellung wird, häufig ferngesteuert, von der Betriebszentrale aus vorgenommen. Die so vorgegebene Sendeleistung wird im tatsächlichen Betrieb während des grössten Teils der Zeit unterschritten. Sie wird nur gerade dann erreicht, wenn sämtliche Kanäle belegt sind und sich die Mobilgeräte weit entfernt, am Rand der Versorgungszelle befinden, wo schlechte Empfangsverhältnisse herrschen. Dies ist nur selten der Fall<sup>4</sup>. Um Störungen zu vermeiden, regeln die Mobilfunksysteme die Sendeleistung auch dynamisch, beim UMTS-System beispielsweise 1500 mal pro Sekunde, aber immer nur in Richtung tieferer Werte als die statisch eingestellte Obergrenze. Im QS-System der Netzbetreiber ist für jede Sendeantenne die (statisch) eingestellte Sendeleistung festgehalten, die momentanen, kurzfristig schwankenden Sendeleistungen sind für die Kontrolle nicht von Belang, weil sie grundsätzlich nicht höher sein können.

---

<sup>4</sup> Die Ausnahme bilden GSM-Basisstationen mit nur einem Kanal, dem sog. BCCH. Dieser sendet immer mit der eingestellten Maximalleistung.

Es stellt sich somit lediglich noch die Frage, wie häufig diese statische Einstellung der Sendeleistung verändert wird. Diese Frage hat die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air den vier Netzbetreibern in erweiterter Form gestellt. Sie wurden aufgefordert, die Anzahl NIS-relevanter Änderungen an ihren Sendeanlagen im Zeitraum vom 1.1.-31.10.2007 anzugeben. NIS-relevante Änderungen sind alle ferngesteuerten oder manuell vorgenommenen Änderungen, die die Intensität der emittierten Strahlung oder deren räumliche Verteilung beeinflussen. Es wurde dabei nicht unterschieden, ob die Änderung zu einer Erhöhung oder Verringerung der NIS-Belastung geführt hat.

Den Meldungen der Netzbetreiber zufolge wurden im besagten Zeitraum von 10 Monaten an den insgesamt 10'128 Sendeanlagen 24'009 NIS-relevante Änderungen vorgenommen. Dies ergibt im Durchschnitt eine Änderung pro Anlage alle 127 Tage. Damit ist die in den QS-Systemen implementierte tägliche Überprüfung der Einstellungen bei Weitem ausreichend, um den bewilligungskonformen Betrieb zu gewährleisten. Dass Änderungen nur relativ selten vorgenommen werden, wird qualitativ auch durch Verfolgen der Einträge in der Antennendatenbank des BAKOM über längere Zeit bestätigt.

### **4.3 Einfache Stichprobenkontrollen**

Seit Anfang 2005 haben die kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen direkten elektronischen Zugang zur Antennendatenbank des BAKOM (siehe Abschnitt 3.4), wenn sie die Benutzungsbedingungen akzeptiert und eine entsprechende Vereinbarung unterzeichnet haben. In dieser Datenbank sind die NIS-relevanten Betriebsdaten aller Anlagen jederzeit abrufbar. Die NIS-Fachstellen können so die NIS-relevanten Betriebseinstellungen, ohne Wissen der Netzbetreiber, mit den Bewilligungswerten gemäss aktuellem Standortdatenblatt vergleichen und somit feststellen, ob die Sendeanlagen bewilligungskonform betrieben werden.

Ein Kanton hat diesen Vergleich für alle rund 800 Anlagen auf seinem Gebiet durchgeführt. Überprüft wurde die äquivalente Strahlungsleistung ERP. Es konnte keine Überschreitung der bewilligten Werte festgestellt werden.

Ein anderer Kanton hat eine Stichprobe von 140 Anlagen überprüft. Ausgewählt wurde je eine Mobilfunk-Basisstation in jeder der 140 Gemeinden, auf deren Gebiet Mobilfunksendeanlagen errichtet wurden. Es wurde kontrolliert, ob die in der Antennendatenbank des BAKOM verzeichnete Antennenhöhe, der Azimut, die ERP und der totale Neigungswinkel (Summe mechanisch und elektrisch) im Rahmen der Bewilligung gemäss Standortdatenblatt lagen. Bei 24 Anlagen (17%) wurden insgesamt 26 Unstimmigkeiten festgestellt. Dieser recht hohe Anteil veranlasste die NIS-Fachstelle, die Ursachen vertieft abklären zu lassen. Es stellte sich heraus, dass in der Hälfte dieser Fälle der vertikale Neigungswinkel nach oben hin ausserhalb des bewilligten Bereichs lag, was in der Regel zu einer Verringerung der NIS-Belastung an den OMEN führt. Solche Unstimmigkeiten sollten zwar bei vollständig korrektem Datenfluss nicht vorkommen bzw. von der Überprüfungsroutine des QS-Systems erkannt werden; sie stellen jedoch die Einhaltung des AGW nicht in Frage. Die übrigen Diskrepanzen betrafen zu hohe Sendeleistung, falschen Azimut, unzulässigen Neigungswinkel nach unten sowie zu niedrig montierte Antennen.

Diese einfachen Stichprobenkontrollen zeigten, dass der Datenfluss gemäss Abbildung 1 und/oder die Fehlererkennungsrountinen der QS-Systeme noch nicht hundertprozentig korrekt und verlässlich sind. Um die Ursachen zu identifizieren, wurde deshalb eine möglichst breit angelegte, detaillierte Überprüfung des ganzen Datenflusses gemäss Abbildung 1 vorgenommen. Diese ist im folgenden Abschnitt 4.4 beschrieben.

## **4.4 Detaillierte Stichprobenkontrollen**

### **4.4.1 Vorgehen**

Die Expertengruppe QS-System hat das nachfolgend beschriebene Kontrollverfahren entworfen und pilotmässig auf seine Tauglichkeit geprüft. Die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air

hat das Kontrollverfahren daraufhin den kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen mit Schreiben vom 28. Juni 2007 zur Durchführung empfohlen.

Die Kontrolle wird durch die NIS-Fachstelle gemäss der "Gebrauchsanleitung für die Stichprobenkontrolle von Anlagen<sup>5</sup> beim Mobilfunkbetreiber" (vgl. Anhang II) beim Netzbetreiber durchgeführt. Die NIS-Fachstelle wählt vorgängig einige Sendeanlagen aus, die sie überprüfen will, wobei der Netzbetreiber über diese Auswahl nicht informiert wird. Vor dem Kontrollbesuch beim Netzbetreiber beschafft sich die NIS-Fachstelle die aktuell gültigen Standortdatenblätter und erstellt einen Datenauszug aus der Antennendatenbank des BAKOM. Diese Daten werden vorgängig in ein EXCEL-Kontrollformular (vgl. Anhang I) übertragen. Auf diesem Kontrollformular ist für jede Antenne, die zur betreffenden Anlage gehört, eine Spalte vorgesehen. In Abbildung 2 ist ein Beispiel für eine einfache Anlage mit nur einer Antenne wiedergegeben. Die Bedeutung der Farben stimmt mit jener in Abbildung 1 überein.

Mit den vorbereiteten Kontrollformularen begibt sich die kontrollierende Person der NIS-Fachstelle zum Netzbetreiber und lässt sich für die ausgewählten Anlagen die im QS-System abgelegten Bewilligungs- und Betriebsdaten online anzeigen. Diese werden vor Ort ins Kontrollformular (gelbe Felder) übertragen. Ein dem Formular hinterlegter Vergleichsalgorithmus prüft die Daten auf Konsistenz mit dem Standortdatenblatt und der Antennendatenbank des BAKOM. Eine Manipulation der Einstellungen durch den Netzbetreiber unmittelbar vor der Kontrolle kann ausgeschlossen werden, denn die fernsteuerbaren Änderungen von Betriebsparametern werden zur Gewährleistung der Netzstabilität nicht zu beliebigen Zeitpunkten ausgeführt, sondern vielmehr tagsüber vorprogrammiert und während der (lastschwachen) nächsten Nachtzeit auf das Netz geschaltet.

Konkret werden für jede Antenne folgende Kontrollen („Checks“) durchgeführt:

- Check 1: Stimmen die im QS-System hinterlegten Bewilligungsdaten mit dem aktuell gültigen Standortdatenblatt überein?
- Check 2: Stimmen die Betriebsdaten in der BAKOM-Datenbank mit den Betriebsdaten im QS-System überein?
- Check 3: Ist der Betrieb bewilligungskonform?

Diese drei Checks sind in Abbildung 2 mit farbigen Pfeilen wiedergegeben.

Geprüft werden der Antennentyp, die äquivalente Strahlungsleistung (ERP), der Azimut sowie der mechanische und elektrische Neigungswinkel.

---

<sup>5</sup> Der Begriff "Anlage" wird in diesem Bericht für die Basisstation eines einzelnen Mobilfunkbetreibers verwendet. Bei der Mehrfachbenutzung eines Standorts durch zwei oder mehr Netzbetreiber hat man es deshalb im Kontext der Stichprobenkontrolle mit zwei oder mehr "Anlagen" zu tun, obschon diese im Standortdatenblatt als eine einzige Anlage im Sinne der NISV behandelt werden. Diese unterschiedliche Verwendung des Begriffs "Anlage" ist darin begründet, dass in den QS-Systemen der Mobilfunkbetreiber jeweils nur die Betriebs- und Bewilligungsdaten für ihre eigenen Antennen, nicht jedoch diejenigen der Standortmitbenutzer verzeichnet sind.

Angaben zur Basisstation:

Standortgemeinde:
Netzbetreiber:
Stationscode:
Standortdatenblatt vom:
Betriebsdaten Datenbank NIS BAKOM vom:

Parameter der einzelnen Antennen:

Laufnummer n			Antenne
Nr. der Antenne			1D
Funkdienst			GSM900
Typenbezeichnung der Antenne, bewilligt			742 234
Typenbezeichnung der Antenne, installiert			742 234
Gewinn der Antenne $g_{ad}$ (dB=dBd)		2.15	=dBi-dBd
Gewinn der Antenne $g_{ai}$ (dBi)			15
Antennenzuleitungs-dämpfung $a_z$ gemessen (dB)			gerechnet
Gesamt-Systemgewinn $g_s=10^{(g_{ad}-a_z)/10}$ (Faktor)			1.97
Bewilligte Sendeleistung der Antenne $ERP_{bew}$ (W)			900
Anzahl BTS-Endstufen $n_{TX}$		<input checked="" type="checkbox"/>	alle gleicher Leistung
Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{TX}$ (W)			
Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{TX}$ (dBm)			47
Aktuelle Sendeleistung $ERP_{akt} = P_{TX} \times n_{TX} \times g_r$ (W)		0	% Toleranz
Bewilligte Sendeleistung der Antenne ERP (W)			900
Sendeleistung nach Betriebsdatenbank BAKOM $ERP_{DBakt}$ (W)			400
Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von   bis) (°)			0
Eingestellter Azimut der Antenne (°)			0
Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von   bis) (°)			0
Azimut der Antenne nach Betriebsdatenbank BAKOM (°)			0
Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von   bis) (°)			-3
Eingestellter mech. Neigungswinkel $e_m$ (°)			-3
Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von   bis) (°)			-3
Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von   bis) (°)			-10 0
Eingestellter el. Neigungswinkel $e_e$ (°)			-5
Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von   bis) (°)			-10 0
Totaler eingestellter Neigungswinkel $e = e_m + e_e$ (°)			-8
Neigungswinkel laut Betriebsdatenbank BAKOM (°)			-8

Legende:

Daten aus der Betreiberdatenbank (QS-System)
Bewilligungsdaten aus dem Standort-Datenblatt
Betriebsdaten aus der BAKOM-Datenbank
Umrechnungen in der Excel-Tabelle

Check 1  Check 2  Check 3 

**Abbildung 2: Kontrollformular am Beispiel einer Sendeanlage mit nur einer Antenne**  
Erläuterungen siehe Text

Idealerweise sollte die Qualitätssicherung durch den Netzbetreiber dafür sorgen, dass bei diesen Checks keine Inkonsistenzen festgestellt werden. Allerdings gibt es aufgrund des gewählten Kontrollschemas gewisse Konstellationen, in denen Diskrepanzen erklärbar, kaum vermeidbar und nicht dem QS-System anzulasten sind:

- Wenn eine Änderung einer Sendeanlage beantragt und bewilligt ist, bezieht sich das aktuell gültige Standortdatenblatt auf den neu bewilligten Betriebszustand. Dieser wird jedoch unter Umständen nicht sofort implementiert. Es ist konsequent, dass der Netzbetreiber die neuen Bewilligungsdaten erst dann in sein QS-System einträgt, wenn auch die betriebliche Änderung vorgenommen wird. In diesem Fall wird das Kontrollformular beim Check 1 eine Diskrepanz ausweisen. Diese ist jedoch nicht von Belang, solange die Anlage mit dem vorgängig bewilligten Betrieb konform ist.
- Wenn seit der letzten Datenlieferung ans BAKOM eine Betriebsänderung vorgenommen und ordnungsgemäss im QS-System eingetragen wurde, wird Check 2 eine Diskrepanz ausweisen. Auch diese ist methodenbedingt und kann nicht dem QS-System angelastet werden. Ab der nächsten Datenlieferung ans BAKOM werden die Daten wieder konsistent sein.
- Das Kontrollformular ist ausserdem nicht geeignet, um Anlagen zu überprüfen, für die nur ein Standortdatenblatt nach altem Format existiert (siehe Abschnitt 3.2).
- Schliesslich ist es möglich, dass die kontrollierende kantonale NIS-Fachstelle nicht über das aktuell bewilligte Standortdatenblatt verfügt. Das kann in jenen Kantonen vorkommen, die die NIS-Beurteilung nicht verbindlich auf kantonaler Ebene zentralisiert haben. Es kann der Fall auftreten, dass eine Gemeinde die Änderung einer Sendeanlage genehmigt hat, ohne die kantonale NIS-Fachstelle darüber ins Bild zu setzen. In diesem Fall wird Check 1 zu Unrecht eine Diskrepanz ausweisen.

Weitere Unstimmigkeiten sollten bei korrekt funktionierender Qualitätssicherung nicht vorkommen. Nicht jede verbleibende Diskrepanz ist jedoch bezüglich dem Schutz vor NIS gleich zu bewerten. Die Arbeitsgruppe NIS hat deshalb für die Beurteilung die folgenden vier Kategorien definiert:

- **keine Fehler**

Sämtliche Angaben sind konsistent (Check 1 und 2) und die Anlage wird bewilligungskonform betrieben (Check 3)

- **harmlose Fehler:**

Es liegen zwar Diskrepanzen in gewissen Daten vor, der bewilligungskonforme Betrieb der Anlage und die Einhaltung des AGW sind jedoch nicht in Frage gestellt. Beispielsweise:

- Sämtliche Diskrepanzen zwischen den Betriebsdaten im QS-System und der Antennendatenbank des BAKOM (Check 2), solange Check 1 und 3 positiv ausfallen
- Die im QS-System hinterlegten Bewilligungsdaten sind restriktiver als im aktuellen Standortdatenblatt und der Betrieb hält diese restriktiveren Werte ein.
- Der installierte Antennentyp entspricht nicht demjenigen gemäss Standortdatenblatt, weist jedoch ein vergleichbares Antennendiagramm auf.

- **ernste Fehler:**

Die Anlage wird nicht bewilligungskonform betrieben, oder sie könnte so betrieben werden, ohne dass die automatische Überprüfungsroutine des QS-Systems dies bemerken würde; der AGW ist jedoch eingehalten. Dies tritt insbesondere dann ein, wenn die im QS-System hinterlegten Bewilligungsdaten weniger einschränkend sind als gemäss dem aktuellen Standortdatenblatt. Häufig sind Kopierfehler oder veraltete hinterlegte Bewilligungsdaten die Ursache. In diesem Fall kann die automatische Überprüfungsroutine unzulässige Betriebseinstellungen nicht erkennen, weil die Referenz falsch ist.

- **AGW ist überschritten:**

Die Anlage wird nicht bewilligungskonform betrieben und der AGW ist deswegen an einem oder mehreren OMEN überschritten.

Um eine repräsentative Kontrollstichprobe zu erhalten, hat die Arbeitsgruppe NIS gewünscht, dass sich alle kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen an diesen Kontrollen beteiligen. Pro Kanton sollte folgende Anzahl Anlagen (total für alle Mobilfunkbetreiber) geprüft werden:

Kantone: AG, BE, VD, ZH, je ca. 30 Anlagen

Kantone: BL, BS, FR, GE, GR, LU, NE, SG, SO, TG, TI, VS, je ca. 20 Anlagen

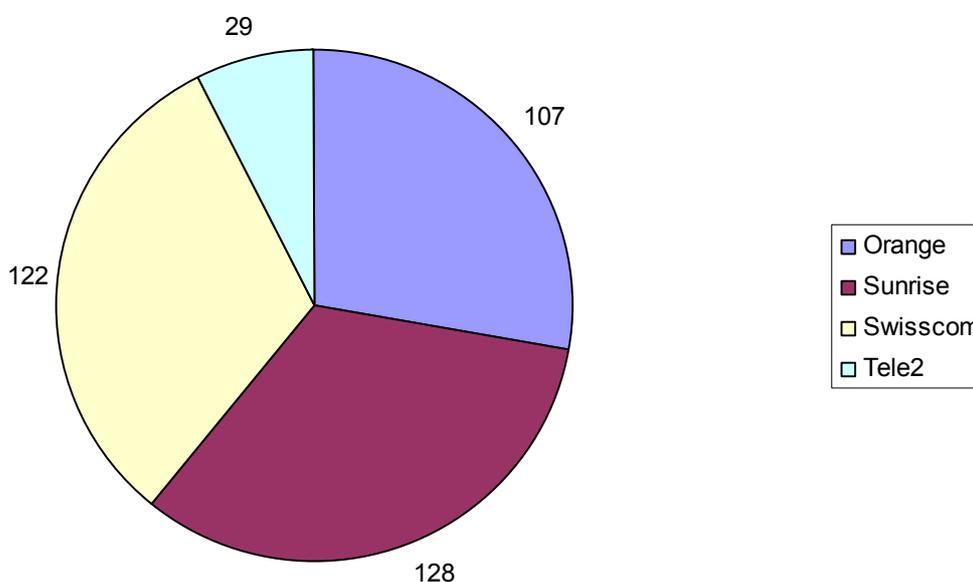
Kantone: AR, AI, GL, JU, NW, OW, SH, SZ, UR, ZG, je ca. 10 Anlagen

Dies entspricht 460 Anlagen für die ganze Schweiz. Die Kontrollen sollten möglichst gleichmässig auf die Netzbetreiber Orange, Sunrise, Swisscom und Tele2 verteilt werden.

Die Auswertung der Kontrollformulare wurde zentral durch die NIS-Fachstelle des Kantons Bern vorgenommen.

#### 4.4.2 Ergebnisse

Die Kantone AG, AI, AR, BE, BL, BS, GR, LU, NW, OW, SG, SH, SZ, TG, TI, UR, VS, ZG, ZH und die Stadt Zürich haben sich an dieser Aktion beteiligt und im Sommer/Herbst 2007 insgesamt 386 Sendeanlagen, welche total 1848 einzelne Antennen umfassten, kontrolliert. Diese Anlagen teilen sich gemäss Abbildung 3 auf die vier Netzbetreiber auf. Die Sendeanlagen von Tele2 sind deutlich untervertreten, weil dieses Netz erst im Aufbau begriffen und noch nicht in allen Kantonen präsent ist.



**Abbildung 3: Anzahl kontrollierter Sendeanlagen pro Betreiber**

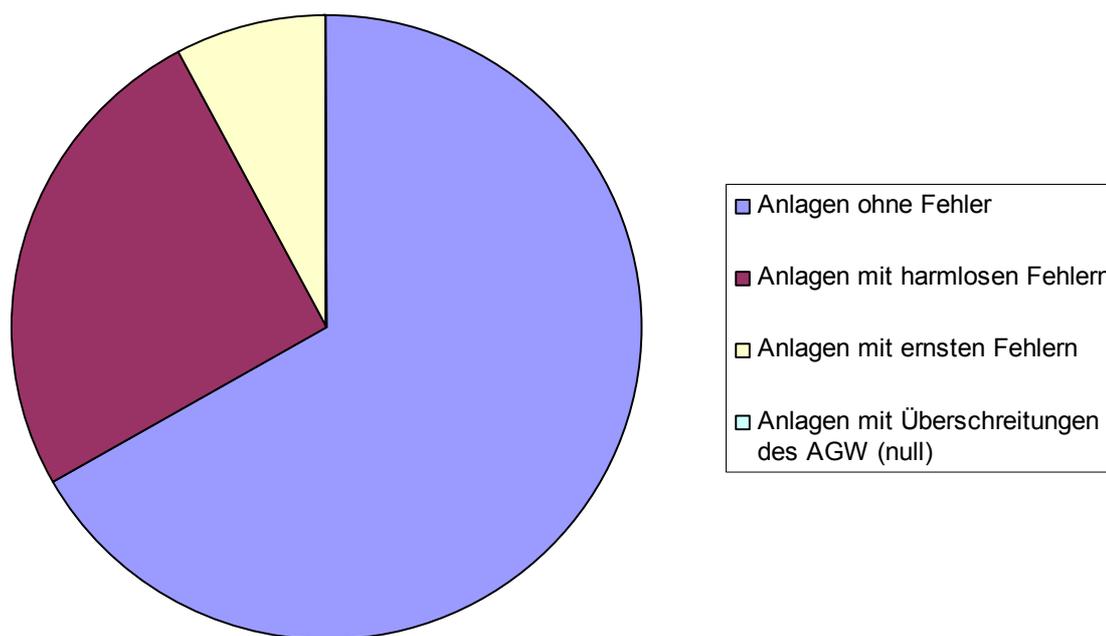
Die Kontrollen wurden in den Betriebszentralen der Mobilfunkbetreiber durchgeführt. Weil fachkundige Personen der Mobilfunkbetreiber anwesend sein mussten, wurden die Kontrollen angemeldet. Die Kontrolleure der NIS-Fachstellen gaben aber vorgängig nicht bekannt, welche Anlagen überprüft werden sollten.

Für 10 der 386 Anlagen lag nur ein Standortdatenblatt im alten Format (vgl. Abschnitt 3.2) vor. Für diese war das Kontrollformular nicht geeignet. Sie wurden deshalb für die Auswertung ausgeschlossen. Damit verbleiben 376 (=100%) auswertbare Kontrollformulare.

Das Ergebnis der Gesamtauswertung findet sich in Tabelle 1 und Abbildung 4. Die Bedeutung der einzelnen Kategorien ist in Abschnitt 4.4.1 erläutert.

Kategorie	Anzahl Anlagen	%
keine Fehler	251	66.8
harmlose Fehler	96	25.5
ernste Fehler	29	7.7
AGW überschritten	0	0
<b>Total</b>	<b>376</b>	<b>100</b>

**Tabelle 1: Ergebnis der detaillierten Stichprobenkontrollen für alle vier QS-Systeme (Beobachtungszeitraum Juli-Oktober 2007)**

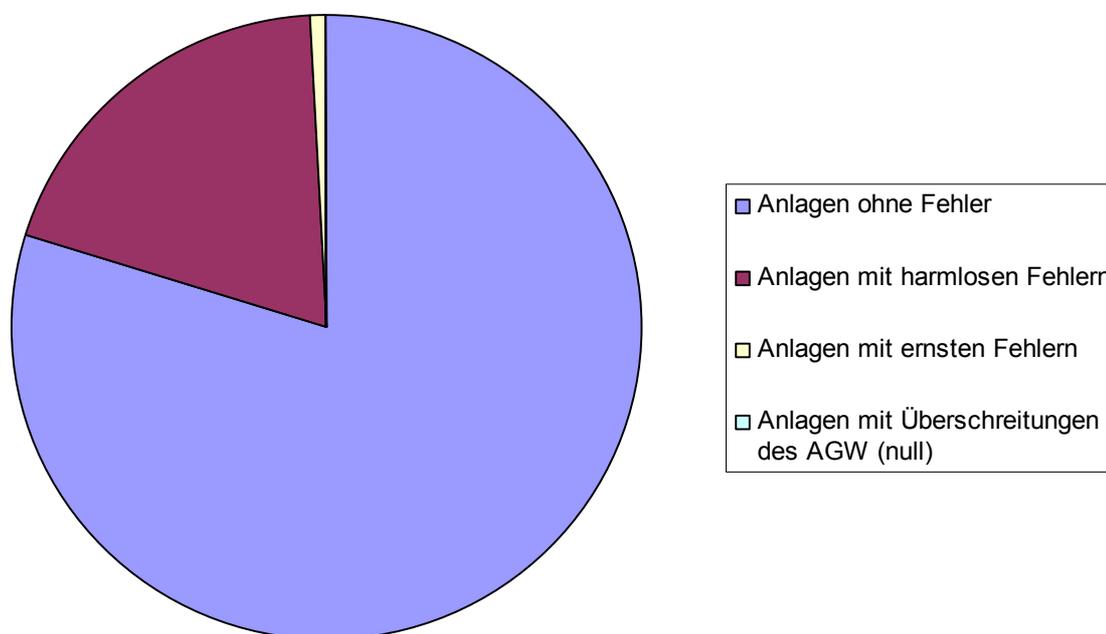


**Abbildung 4: Ergebnis der detaillierten Stichprobenkontrollen für alle vier QS-Systeme (Beobachtungszeitraum Juli-Oktober 2007)**

Die QS-Systeme der vier kontrollierten Netzbetreiber schneiden in den einzelnen Kategorien unterschiedlich ab. Die Kenngrößen des am besten positionierten QS-Systems finden sich in Tabelle 2 und Abbildung 5. Obschon auch dieses QS-System noch optimiert werden kann und muss, kommt es dem angestrebten Ideal schon recht nahe.

Kategorie	% der Anlagen
keine Fehler	79.7
harmlose Fehler	19.5
ernste Fehler	0.8
AGW überschritten	0
<b>Total</b>	<b>100</b>

**Tabelle 2: Ergebnis der detaillierten Stichprobenkontrollen des QS-Systems mit den wenigsten Beanstandungen (Beobachtungszeitraum Juli-Oktober 2007)**



**Abbildung 5: Ergebnis der detaillierten Stichprobenkontrollen des QS-Systems mit den wenigsten Beanstandungen (Beobachtungszeitraum Juli-Oktober 2007)**

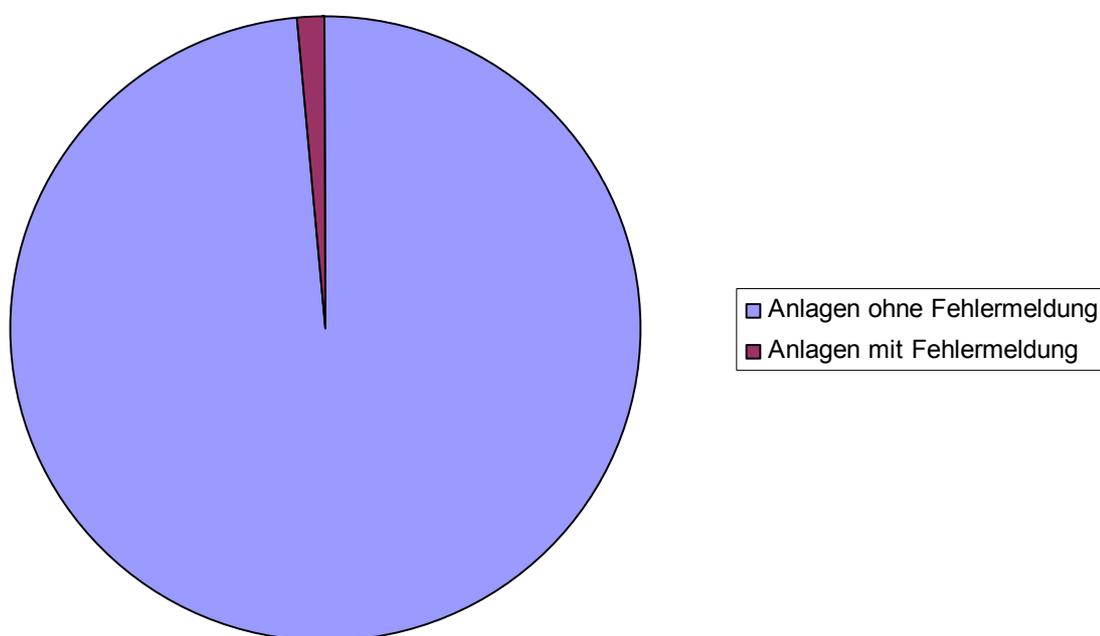
Zusätzlich zur Überprüfung der Datenkonsistenz wurde für je eine Anlage jedes Netzbetreibers auch das korrekte Funktionieren der automatischen Fehlerdetektion und der Erzeugung des entsprechenden Fehlerprotokolls kontrolliert. Dazu wurden zu Testzwecken absichtlich Fehler provoziert, indem für die bewilligte ERP und den elektrischen Neigungswinkel fiktive, niedrigere Werte als die aktuell eingestellten in der QS-Datenbank eingetragen wurden.

Die eingesetzten Überwachungsroutrinen waren in der Lage, diese simulierte Verletzung des bewilligungskonformen Betriebs innerhalb der vorgegebenen Frist von einem Tag zu entdecken, nachvollziehbar aufzuzeichnen und deren Rückgängigmachung zu veranlassen. Die durch diese Simulation provozierten Fehler waren auch im Fehlerprotokoll (siehe Abschnitt 4.5) des betreffenden Kantons dokumentiert.

## 4.5 Fehlerprotokolle der QS-Systeme

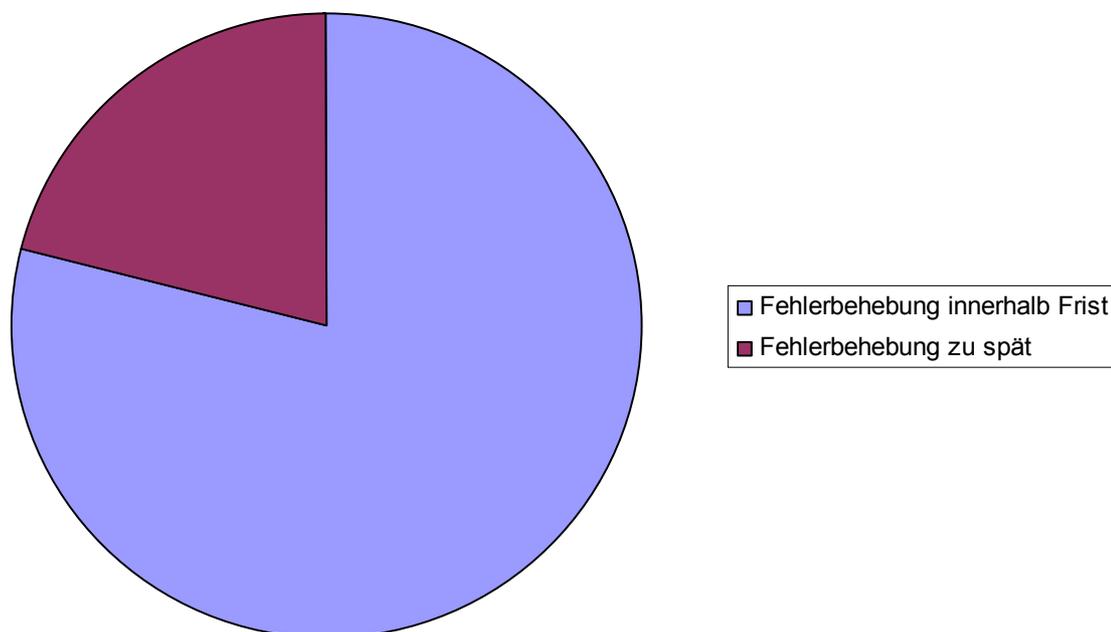
Die QS-Systeme der einzelnen Mobilfunkbetreiber erstellen bei jeder festgestellten Überschreitung einer bewilligten Betriebsgrösse ein Fehlerprotokoll. Diese Protokolle werden den NIS-Fachstellen der Kantone und Städte alle zwei Monate zugestellt. Um einen gesamtschweizerischen Überblick zu erhalten, hat die Expertengruppe QS-System die vier Mobilfunkbetreiber aufgefordert, ihr von den total 10'128 (100%) Anlagen die Fehlerprotokolle für den Zeitraum vom 01.01.2007 bis 31.10.2007 zukommen zu lassen.

Zu 134 Anlagen, entsprechend 1.3%, wurde in diesen 10 Monaten eine Fehlermeldung ausgegeben (Abbildung 6). Eine Unterscheidung nach Kategorien wie in Abschnitt 4.4 wurde nicht vorgenommen. Sicher ist, dass nicht jeder Fehler zu einer Überschreitung des AGW geführt hat. Wahrscheinlich ist ausserdem, dass nicht jeder detektierte Fehler eine Verletzung des bewilligungskonformen Betriebs anzeigt, dies insbesondere dann nicht, wenn die im QS-System hinterlegten Bewilligungsdaten restriktiver sind als diejenigen gemäss aktuell gültigem Standortdatenblatt.



**Abbildung 6: Von den QS-Systemen generierte Fehlerprotokolle, Januar-Oktober 2007**

Von den 134 festgestellten Fehlern wurden 79% innerhalb der verlangten Frist (24 Stunden bei fernsteuerbaren, 1 Arbeitswoche bei manuell vorzunehmenden Korrekturen) behoben und/oder geklärt. Bei den restlichen 21% wurde mehr Zeit benötigt (Abbildung 7). Den Gründen für diese Verzögerung wurde nicht im Einzelnen nachgegangen.



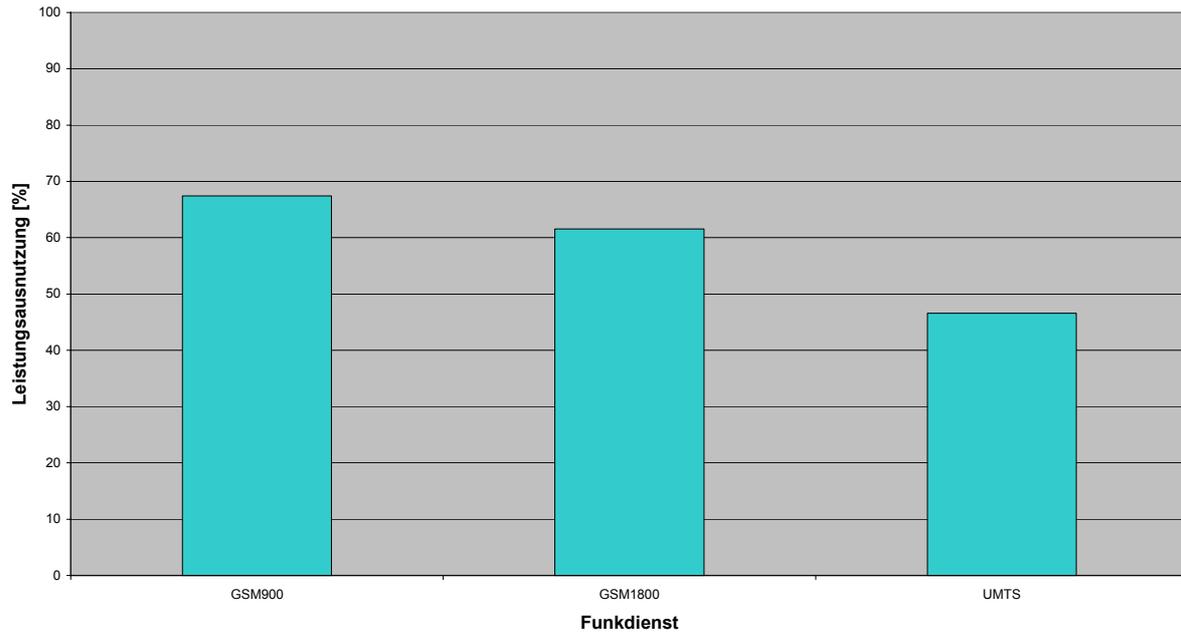
**Abbildung 7: Einhaltung der Frist für die Behebung festgestellter Fehler**

#### **4.6 Ausnutzungsgrad der bewilligten Sendeleistung**

Die in Abschnitt 4.4 beschriebene detaillierte Stichprobenkontrolle erlaubt auch einen Vergleich zwischen der bewilligten und tatsächlich eingestellten ERP. Im Baubewilligungsverfahren beantragt der Mobilfunkbetreiber meist eine ERP, die über den anfänglichen Bedürfnissen liegt. Diese wird oft so bemessen, dass der Anlagegrenzwert weitgehend ausgeschöpft wird. Sie wird aber in der Praxis kaum voll ausgenutzt.

Der Vergleich wurde nur für diejenigen Funkdienste vorgenommen, welche bereits aktiv sind. Er ergibt, dass im Mittel über alle Netzbetreiber und Funkdienste nur 58% der bewilligten ERP ausgenutzt werden. Eine differenzierte Angabe für GSM900, GSM1800 und UMTS findet sich in Abbildung 8. Würde man auch die bereits bewilligten Funkdienste einbeziehen, die noch nicht aktiv sind, würde der Ausnutzungsgrad noch tiefer ausfallen.

### Mittelwerte der Leistungsausnutzung [%] 4 Netzbetreiber



**Abbildung 8: Verhältnis von bewilligter zu eingestellter Sendeleistung (ERP)**

## 5. Beurteilung

### 5.1 Globale Überprüfungen

- Alle Mobilfunkbetreiber, die über ein QS-System verfügen müssen, haben ein solches System fristgerecht implementiert, auditieren lassen und sämtliche Mobilfunksendeanlagen eingebunden.
- Die Kontrollpersonen der NIS-Fachstellen konnten sich davon überzeugen, dass die für die detaillierten Stichprobenkontrollen verlangten technischen Angaben auf den Netzentralen online verfügbar sind.
- Im Mittel wird an einer Mobilfunkanlage lediglich einmal in 127 Tagen eine NIS-relevante Änderung vorgenommen. Dabei sind ferngesteuerte und manuelle Änderungen eingeschlossen. Die für das QS-System geforderte tägliche Überprüfung aller eingestellten Parameter gegenüber den bewilligten Werten genügt deshalb bei Weitem. Eine noch häufigere Überprüfung ist nicht notwendig.
- Die automatische Überprüfungsroutine, die einmal täglich die eingestellten mit den bewilligten Betriebsgrössen vergleicht, erkennt einen unzulässigen Betriebszustand und gibt eine entsprechende Fehlermeldung aus.
- In den ersten 10 Monaten ihres Betriebs wurde für 134 Anlagen, entsprechend 1.3% des gesamten Anlagebestandes, eine Fehlermeldung generiert. In dieser Zahl sind sowohl harmlose Abweichungen ohne Konsequenzen für den Betrieb als auch ernsthafte Fehler, die einen nicht bewilligungskonformen Betrieb anzeigen, vertreten. 79% dieser Fehler wurden innerhalb der verlangten Frist behoben oder geklärt. Beim Rest dauerte es länger.

### 5.2 Detaillierte Stichprobenkontrolle

- 19 Kantone und eine Stadt haben sich an der detaillierten Stichprobenkontrolle beteiligt und insgesamt 386 Sendeanlagen kontrolliert, von denen 376 in die Schlussauswertung eingeschlossen werden konnten. Dies entspricht 3.8% des gesamten Anlagebestandes. Diese Stichprobengrösse ist gross genug, um allfällige systematische Schwächen der QS-Systeme sicher zu erkennen. Die Stichprobe ist nicht völlig repräsentativ, indem die kontrollierenden NIS-Fachstellen tendenziell Anlagen ausgewählt haben, bei denen mit hohen NIS-Immissionen zu rechnen ist oder bei denen es bereits in der Vergangenheit Unklarheiten gegeben hatte. In der Stichprobe sind somit potenzielle Problemfälle übervertreten. Die Ergebnisse dürften für den ganzen Anlagebestand eher positiver ausfallen.
- In keinem Fall wurde eine Überschreitung des AGW festgestellt.
- Trotzdem müssen die QS-Systeme, insbesondere die Datenhaltung, noch verbessert werden. So hat die detaillierte Stichprobenkontrolle bei einem Drittel der Anlagen Inkonsistenzen verschiedenen Ursprungs zu Tage gefördert. Von diesen sind drei Viertel harmlos, d.h. die Anlagen werden trotz Datenfehlern im Rahmen der bewilligten Werte betrieben und der AGW ist eingehalten. Die verbleibenden Anlagen - immerhin fast 8% der Stichprobe - wurden entweder nicht im Rahmen der bewilligten Werte betrieben oder hätten, von der Überprüfungsroutine unbemerkt, so betrieben werden können, weil falsche Bewilligungsdaten hinterlegt waren. Der AGW war aber auch in diesen Fällen eingehalten. In Abschnitt 6 werden die festgestellten Schwachpunkte und der Handlungsbedarf im Detail dargestellt.

### 5.3 Gesamtbeurteilung

Die Anforderungen an QS-Systeme nach dem Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006 sind im Wesentlichen bei allen überprüften QS-Systemen erfüllt. Der grösste Fortschritt besteht darin, dass die bisher heterogenen Datenbestände in klar strukturierte Gefässe zu-

sammengeführt und für alle NIS-relevanten Vorgänge verbindliche Prozesse definiert wurden. Die Arbeitsgruppe NIS beurteilt die QS-Systeme als taugliche und sehr umfassende Überwachungsinstrumente für die vorsorgliche Emissionsbegrenzung nach Artikel 11 Absatz 2 USG. In keinem vergleichbaren Umweltbereich wird eine derart weit gehende Überwachung von vorsorglichen Emissionsbegrenzungen auch nur annähernd gefordert bzw. vollzogen.

Dass bei einem Drittel der kontrollierten Anlagen Dateninkonsistenzen festgestellt wurden, ist zwar unschön, angesichts der grossen Zahl von über 10'000 Sendeanlagen, die insgesamt über 65'000 Funkzellen<sup>6</sup> mit GSM- oder UMTS-Diensten versorgen, für das erste Betriebsjahr der QS-Systeme im Sinne von "Kinderkrankheiten" in Kauf zu nehmen. In einem nächsten Schritt muss die Datenqualität jedoch noch (z. T. wesentlich) verbessert werden. Dass dies bereits heute möglich ist, belegen die Kenngrössen des am besten positionierten QS-Systems (siehe Tabelle 2).

Zusammenfassend beurteilt die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air die von den Mobilfunkbetreibern implementierten QS-Systeme als besser geeignet, um den bewilligungskonformen Betrieb der Mobilfunkanlagen und die Einhaltung der Grenzwerte zu gewährleisten, als eine reine Hardwarebegrenzung. Die QS-Systeme weisen gegenüber einer reinen Hardwarebegrenzung folgende Vorteile auf:

- Sämtliche NIS-relevanten Werte, nicht nur die ERP neuer Anlagen, wie vom Bundesgericht im März 2005 verlangt, sondern auch diejenigen aller bestehenden Anlagen werden erfasst und quasi-kontinuierlich (täglich) mit den Bewilligungswerten verglichen.
- Die QS-Systeme ermöglichen den Mobilfunkbetreibern selber einen sicheren, kontrollierten und transparenten Betrieb ihrer Anlagen.
- Die QS-Systeme können zwar nicht mit absoluter Sicherheit Überschreitungen der bewilligten Werte verhindern. Dies wäre jedoch auch mit baulichen Begrenzungen (Plombierung) nicht zu erreichen. Es wäre für die Netzbetreiber ohne weiteres möglich, entsprechende Begrenzungen wieder zu entfernen oder abzuändern. Dies wäre für die Vollzugsbehörde nur mit sehr grossem Aufwand erkennbar. Dank den in den QS-Systemen implementierten Prozessen und Datenstrukturen ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass Überschreitungen der bewilligten Werte erkannt und rasch behoben werden; sei es durch die automatische Überprüfungsroutine, sei es durch behördliche Kontrollen.
- Ein QS-System legt auch fest, wie mit Fehlern umzugehen ist. Die im Rahmen der detaillierten Stichprobenkontrollen festgestellten Fehler müssen Rückwirkungen auf die Prozesse haben, so dass vergleichbare Fehler künftig im ganzen Netz vermieden werden. Die Mobilfunkbetreiber müssen beim nächsten Audit gegenüber dem Auditor belegen, dass sie aus festgestellten Fehlern, auch aus denjenigen, die im Rahmen der vorliegenden Stichprobenkontrollen aufgedeckt wurden, die erforderlichen Konsequenzen gezogen haben. Dies führt zu einer schrittweisen Annäherung an den idealen Zustand. Ohne ein formalisiertes QS-System wäre dieses Ziel wesentlich schwieriger zu erreichen.

---

<sup>6</sup> Die QS-Systeme der Netzbetreiber enthalten Bewilligungs- und Betriebsdaten für jede Funkzelle einzeln.

## 6. Notwendige und wünschbare Verbesserungen

### 6.1 Bewilligungsdaten in den QS-Systemen

Ein zentrales Element des Vollzugs der NISV ist das Standortdatenblatt. Mit dem Standortdatenblatt gibt die für die Anlage verantwortliche Firma der zuständigen Behörde die technischen Daten einer geplanten Anlage bzw. deren Änderung oder Erweiterung und die in der Umgebung der Anlage zu erwartende Strahlung bekannt.

Mit der rechtsgültigen Bewilligung der neuen bzw. geänderten oder erweiterten Anlage wird das Standortdatenblatt als Bestandteil der Baugesuchsunterlagen ebenfalls rechtsgültig. Mit der Inbetriebnahme der neuen bzw. der Änderung oder Erweiterung der bestehenden Anlage muss sie nach den Anlage- und Betriebsparametern des rechtsgültigen Standortdatenblattes betrieben werden.

Anlässlich der detaillierten Stichprobenkontrollen wurde festgestellt, dass dieser Sachlage von den Mobilfunkbetreibern teilweise noch zu wenig Beachtung geschenkt wird. Insbesondere bei geänderten oder erweiterten Anlagen wurden teilweise die Angaben des neuen Standortdatenblattes nicht im QS-System hinterlegt.

Ab sofort sollen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a. Bei der Inbetriebnahme einer neuen oder geänderten bzw. erweiterten Anlage ist das aktuelle, rechtsgültige Standortdatenblatt im QS-System zu hinterlegen. Es wird darauf hingewiesen, dass es zu jeder Anlage nur ein rechtsgültiges Standortdatenblatt gibt. Eine Auswahlmöglichkeit zwischen verschiedenen in der Vergangenheit bewilligten Standortdatenblättern besteht nicht.
- b. Die Mobilfunkbetreiber müssen sich bewusst sein, dass Baubewilligungen nur eine begrenzte Zeit (im Kanton Bern z. B. 2 Jahre) gültig sind und dann erlöschen, wenn davon nicht Gebrauch gemacht wird. Nach Ablauf dieser Frist darf die Anlage nicht mehr erstellt oder geändert und die Daten des betreffenden, verfallenen Standortdatenblattes dürfen nicht ins QS-System übertragen werden.

Die in den QS-Systemen hinterlegten Bewilligungsdaten sollen bis Ende 2008 auf ihre Aktualität hin überprüft und allfällige veraltete Daten auf den neusten Stand gebracht werden.

### 6.2 Alte Standortdatenblätter

Zwischen Oktober 1998 und Ende 2002 wurden die Standortdatenblätter im Format vom Oktober 1998 ausgefüllt. Dieses enthält nicht alle für das QS-System notwendigen Angaben. Insbesondere wurde der Neigungswinkel nicht in den mechanischen und elektrischen Anteil aufgeteilt und es war nur ein fixer Wert, nicht jedoch ein Winkelbereich möglich. Die Bewilligungsdaten können somit in der QS-Datenbank methodenbedingt gar nicht vollständig hinterlegt werden. Ein bedeutender Teil dieser alten Standortdatenblätter wurde zwar im Zusammenhang mit Änderungen oder Erweiterungen der Anlagen auf den Stand der Vollzugsempfehlung 2002 gebracht. Die restlichen alten Standortdatenblätter müssen nun jedoch auch noch auf den Stand der Vollzugsempfehlung 2002 gebracht werden.

Folgendes Vorgehen ist angezeigt:

Alle Standortdatenblätter, die nicht den Anforderungen der Vollzugsempfehlung 2002 entsprechen, müssen neu erstellt und den NIS-Fachstellen sowie Bewilligungsbehörden bis Ende 2009 eingereicht werden.

### 6.3 Standorte mit Nutzung durch mehrere Mobilfunkbetreiber

Rund 75% aller Standorte von Anlagen werden von einem, 20% von zwei, 5% von drei oder mehr Mobilfunkbetreibern benutzt. Alle Antennen der einzelnen Mobilfunkbetreiber des betroffenen Standortes gelten zusammen als eine einzige Anlage, welche den Anlagegrenzwert einhalten muss. Für das Standortdatenblatt der Gesamtanlage ist die „Anlageverantwortliche

Firma“ zuständig. Es handelt sich dabei in der Regel um den Erstbenutzer (Eigentümer) des Standortes. Er muss unter Anderem auch das Standortdatenblatt bei Änderungen oder Erweiterungen seiner eigenen, aber auch der Anlagen der weiteren Mitbenutzer erstellen.

Anlässlich der Stichprobenkontrollen wurde festgestellt, dass diese Verantwortung noch verbessert werden muss.

Ab sofort sollen bei neuen Baugesuchen folgende Grundsätze beachtet werden:

- a. Bei Baugesuchen müssen alle Mobilfunkbetreiber des Standortes informiert und wenn nötig in das Baubewilligungsverfahren einbezogen werden.
- b. Das Standortdatenblatt ist von allen Mobilfunkbetreibern der gemeinsamen Anlage zu unterzeichnen (wie vom Bundesgericht im Entscheid 1C\_40/2007 vom 06.11.2007 vorgeschlagen).
- c. Die "Anlageverantwortliche Firma" muss dafür besorgt sein, dass die Baubewilligung allen beteiligten Mobilfunkbetreibern zugestellt wird. Alle müssen nach der Realisierung der Änderungen oder Erweiterungen die neuste Versionsnummer des Standortdatenblattes in ihr QS-System eintragen, der bzw. die Betreiber, die die Änderungen oder Erweiterungen beantragt haben, auch die neuen Bewilligungsdaten. Der Zeitpunkt der Aktualisierung der QS-Systeme soll unter den beteiligten Mobilfunkbetreibern koordiniert werden.
- d. Nicht mehr aktuelle Standortdatenblätter sind nicht mehr rechtsgültig. Sie dürfen nicht mehr verwendet oder weitergegeben werden.

Die in den QS-Systemen hinterlegten Bewilligungsdaten von Anlagen mit Standortmitbenutzung sollen bis Ende 2008 auf ihre Aktualität hin überprüft und allfällige veraltete Daten auf den neusten Stand gebracht werden.

## 6.4 Fehlerhafte Datenbankeinträge

Anlässlich der detaillierten Stichprobenkontrollen wurden bei einem Drittel der Anlagen inkonsistente Daten festgestellt. Dabei handelte es sich häufig um Kopierfehler oder um hinterlegte Bewilligungsdaten von nicht mehr aktuellen Standortdatenblättern. Wie in Abschnitt 4.4.2 ausgeführt wurde, sind diese fehlerhaften Daten zwar grösstenteils nicht NIS-relevant. Trotzdem muss verlangt werden, dass der Datenfluss gemäss Abbildung 1 vollständig korrekt abläuft und in den QS-Datenbanken gespeichert bzw. an die Antennendatenbank des BAKOM übergeben wird.

Folgendes ist bis Ende 2008 zu verbessern:

- a. Die Bewilligungsdaten gemäss aktuell gültigem Standortdatenblatt müssen vollständig und korrekt in die QS-Datenbank übertragen werden. Da dies in der Regel manuell mit entsprechendem (menschlichem) Fehlerpotenzial geschieht, muss die interne Kontrolle dieses Prozesses verbessert werden. Es muss das Ziel sein, dass die im QS-System hinterlegten Bewilligungsdaten hundertprozentig mit dem aktuell gültigen Standortdatenblatt übereinstimmen. Vorbehalten bleiben bewilligte Änderungen einer Anlage, die noch nicht ausgeführt wurden.
- b. Die Qualität der ans BAKOM übermittelten Betriebsdaten muss teilweise noch verbessert werden. Die ans BAKOM gelieferten Betriebsdaten sollen, wie dies im Rundschreiben des BAFU verlangt wurde, dem QS-System entnommen werden. Sie müssen demnach vollständig mit den dort vorhandenen Daten übereinstimmen. Vorbehalten bleiben kurzfristige Abweichungen als Folge des 14-täglichen Melderhythmus. Sofern bei der Datenübermittlung ans BAKOM noch manuelle Schritte eingebaut sind, wird empfohlen, diese zu eliminieren und sowohl den Datenauszug als auch die Übermittlung vollständig zu automatisieren.

## 6.5 Behebungszeit von NIS-relevanten Fehlern

Die von den QS-Systemen entdeckten Fehler konnten zu ungefähr 80% innerhalb der vorgegebenen Zeit von 24 Stunden (für ferngesteuerte Einstellungen) bzw. einer Arbeitswoche (für manuell vorzunehmende Änderungen) korrigiert oder geklärt werden. Für die Behebung der restlichen Fehler wurde mehr Zeit benötigt.

Folgendes ist bis Ende 2008 vorzukehren:

Die Reaktionszeiten und die Abläufe müssen so verbessert werden, dass die Fehlerbehebung innert der vorgegebenen Zeitspannen sichergestellt ist.

## 6.6 Erweiterungen der Antennendatenbank des BAKOM

Für einfache Stichprobenkontrollen nach Abschnitt 4.3 wäre es wünschbar, in der Antennendatenbank des BAKOM zusätzlich zum so genannten Wien-Code auch die Typenbezeichnung der aktuell installierten Antennen zur Verfügung zu haben. In dieser Antennendatenbank sind zwar die bewilligten Antennentypen gemäss aktuell gültigem Standortdatenblatt bereits verzeichnet und die Netzbetreiber sind auch gehalten, Antennenwechsel, die kein neues Bewilligungsverfahren erfordern, mit einem neuen Standortdatenblatt zu dokumentieren und in der Antennendatenbank des BAKOM nachzutragen. Die zusätzliche Aufnahme des tatsächlich installierten Antennentyps würde der Behörde die Kontrolle erleichtern, ob die bewilligten und installierten Antennen übereinstimmen, mit anderen Worten, ob die Netzbetreiber die geforderte Aktualisierung ihrer Dokumentation tatsächlich vornehmen. Die Machbarkeit dieser Erweiterung muss mit dem BAKOM und den Betreibern abgeklärt werden.

Wünschbar wäre ebenfalls, jeden Datensatz der Betriebsdaten mit seinem Aktualisierungsdatum zu versehen und ihm die Versionsnummer des aktuell dazu gültigen Standortdatenblattes hinzuzufügen. Diese Informationen sollten dann auch auf den PDF-Auszügen der Betriebsdatenbank erscheinen. Die nötigen Zusatzdaten sind schon im Teil "Bewilligungsdaten" enthalten, welche die Betreiber seit Juni 2006 in strukturierter Form für alle neuen Standortdatenblätter eingeben müssen.

Folgende Anpassungen sind anzustreben:

- Angabe des installierten Antennentyps.
- Darstellung des Aktualisierungsdatums für jeden Datensatz.
- Darstellung der aktuellen Version des Standortdatenblattes und Ausdruck auf dem Datenauszug.

## 6.7 Verfügbarkeit der aktuellen Standortdatenblätter bei den NIS-Fachstellen

Für künftige detaillierte Stichprobenkontrollen muss die kontrollierende NIS-Fachstelle sicherstellen, dass sie über das aktuell gültige Standortdatenblatt verfügt. Dies ist für diejenigen Kantone von Bedeutung, bei denen die NIS-Beurteilung von Mobilfunkanlagen nicht zentral durch eine kantonale Stelle, sondern durch die Gemeinde erfolgt.

## **7. Weiteres Vorgehen**

### **7.1 Bekanntgabe der Kontrollergebnisse an die Netzbetreiber**

Die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air wird die Mobilfunkbetreiber über die Kontrollergebnisse für ihr jeweiliges Netz und die sich daraus ergebenden spezifischen Massnahmen informieren.

### **7.2 Umsetzung**

Die unter Ziffer 6.1 bis 6.5 aufgeführten Massnahmen sind von den Mobilfunkbetreibern innerhalb der genannten Fristen umzusetzen und deren Abschluss ist der Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air schriftlich zu bestätigen. Bezüglich der Erweiterung der Antennendatenbank nimmt die Arbeitsgruppe NIS mit dem BAKOM Kontakt auf.

### **7.3 Kontrolle**

Die NIS-Fachstellen kontrollieren die Umsetzung.

### **7.4 Weitere Stichprobenkontrollen**

Den NIS-Fachstellen wird empfohlen, die detaillierten Stichprobenkontrollen nach Abschnitt 4.4 weiter zu führen, insbesondere auch um zu überprüfen, ob die Massnahmen gemäss Abschnitt 6 umgesetzt werden.

Wenn die künftigen detaillierten Stichprobenkontrollen ergeben, dass die Massnahmen 6.1 bis 6.4 befriedigend umgesetzt sind, mit anderen Worten, wenn der Datenfluss gemäss Abbildung 1 vollständig und korrekt ist, kann künftig auf die detaillierten Stichprobenkontrollen weitgehend verzichtet werden. An ihre Stelle können dann einfache Stichprobenkontrollen nach Abschnitt 4.3 treten, bei denen nur die Betriebsdaten gemäss Antennendatenbank des BAKOM mit den Bewilligungsdaten gemäss aktuell gültigem Standortdatenblatt verglichen werden.

Sollten die festgestellten Mängel hingegen nicht behoben werden oder sich sogar noch verstärken, müsste die Tauglichkeit des QS-Systems grundsätzlich in Frage gestellt werden, wobei diese Evaluation für jeden Netzbetreiber separat vorzunehmen wäre.

Es wird weiter empfohlen, dass auch die QS-Systeme der SBB (GSM-R) und des Polycom-Netzes mit Stichprobenkontrollen überprüft werden.

## 8. Antrag an das BAFU

Die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air hat den Bericht am 10.4.2008 verabschiedet und beantragt dem BAFU:

- a. Vom vorliegenden Bericht in zustimmendem Sinne Kenntnis zu nehmen;
- b. Den Bericht für die interessierten Kreisen auf geeignete Art zu veröffentlichen;
- c. Das vorgesehene weitere Vorgehen gemäss Abschnitt 7 zu unterstützen.



Martin Hänni  
Koordinator der Expertengruppe  
QS-System



Herbert Limacher  
Leiter der Arbeitsgruppe NIS Cercl'Air

# Anhänge

## I. Formular für die detaillierte Stichprobenkontrolle

Dieses EXCEL-Formular wurde im Juni 2007 allen kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen zum Zwecke der detaillierten Stichprobenkontrolle abgegeben.

Format: aktives Excel Format mit augenblicklicher farblicher Resultatdarstellung.  
Erfasst 1 komplette Mobilfunk-Basisstation mit allen Antennen.

Stichprobenkontrolle von Mobilfunk-Basisstationen für die Kontrollperiode 2007 nach dem Rundschreiben der BAFU vom 16.01.06 und der Expertise der BAKOM vom 30.09.05 (Bundesgerichtsratschleife 10.160/2004, 10.116/2005 und 10.120/2005)

Standortgemeinde: Z...	Bemerkungen:													
Netzbetreiber: ABC	GSM 1800 nicht in Betrieb													
Stationscode: 83z														
Standortdatenblatt beco vom: 21.03.2006 / 21.03.2006 Rev. 1.55														
Betriebsdaten Datenbank NIS BAKOM vom: 11.09.2007														
01 Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
02 Nr. der Antenne	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1G	2G	3G					
03 Funkdienst	GSM900	GSM900	GSM900	GSM1800	GSM1800	GSM1800	UMTS	UMTS	UMTS					
04 Typenbezeichnung der Antenne, bewilligt	739684	739685	739684	742234	742234	742234	742234	742234	742234					
05 Typenbezeichnung der Antenne, installiert	739684	739685	739684				742234	742234	742234					
06a Gewinn der Antenne $g_{\pm}$ (dBi-dBd)	2.15 -dBi-dBd													
06b Gewinn der Antenne $g_{\pm}$ (dBi)	15	16.5	15				17.8	17.8	17.8					
07a Antennenzuleitungs-dämpfung a, gemessen (dB) <input type="checkbox"/> gerechnet	5.9	5.9	5.9				2.8	2.8	2.8					
07b a <sub>z</sub> in aktuell eingestellter Sendeleistung (Zeilen II) enth.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
08 Gesamt-Systemgewinn $g_{\pm} = 10^{(a_{z\pm} - d_{z\pm})/10}$ (Faktor)	4.95	7.00	4.95				19.28	19.28	19.28					
09 Bewilligte Sendeleistung der Antenne ERP <sub>1...</sub> (W)	900	900	900	1200	1200	1200	800	800	800					
10 Anzahl BTS-Endstufen $n_{rx}$ <input checked="" type="checkbox"/> alle gleicher Leistung	2	3	3				1	1	1					
11a Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{rx}$ (W)														
11b Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{rx}$ (dBm)	45	45	45				41.9	41.9	41.9					
12 Aktuelle Sendeleistung ERP <sub>akt</sub> = $P_{rx} \cdot n_{rx} \cdot g_{\pm}$ (W) 2 % Toleranz	313.4	663.9	470.0				298.5	298.5	298.5					
13 Bewilligte Sendeleistung der Antenne ERP (W)	900	900	900				800	800	800					
14 Sendeleistung nach Betriebsdatenbank BAKOM ERP <sub>BAKOM</sub> (W)	317	671.7	475.5				302	302	302					
15 Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)		20	100	280		20	110	280	20	110	280			
16 Eingestellter Azimut der Antenne (°)		20	100	280					20	110	280			
17 Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)		20	100	280					20	110	280			
18 Azimut der Antenne nach Betriebsdatenbank BAKOM (°)		20	100	280					20	110	280			
19 Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von/bis) (°)		0	0	0		0	-2	0	0	-2	0			
20 Eingestellter mech. Neigungswinkel $\alpha_{\pm}$ (°)		0	0	0					0	-2	0			
21 Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)		0	0	0					0	-2	0			
22 Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von/bis) (°)		0	-14	0	-10	0	-14	0	-8	0	-8	0	-8	
23 Eingestellter el. Neigungswinkel $\alpha_{\pm}$ (°)		-5	-5	-4					-2	-3	-2			
24 Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)		0	-14	0	-10	0	-14		0	-8	0	-8	0	-8
25 Totaler eingestellter Neigungswinkel $\alpha_{\pm} = \alpha_{\pm} + \alpha_{\pm}$ (°)		-5	-5	-4					-2	-5	-2			
26 Neigungswinkel laut Betriebsdatenbank BAKOM (°)		-5	-5	-4					-2	-5	-2			
Ergebnis der Stichprobenkontrolle:														
Bewilligter Ant.-typ installiert	<input type="checkbox"/>	Ja	Nein											
Betriebsdaten (exkl. Ant.-typ) gleich resp. innerhalb der bewilligten Daten	<input type="checkbox"/>	X												
Bewilligte ERP u. Senderichtungen: Übereinstimmung zwischen StDB und Betreiber-Datenbank	<input type="checkbox"/>	X												
Betriebsdaten: Übereinstimmung zwischen Betreiber- und BAKOM-Datenbank	<input type="checkbox"/>	X												
Venn aktuelle Sendeleistungen oder aktuell eingestellter Neigungswinkel über resp. ausserhalb der bewilligten Werte liegen:														
AGV wird überschritten <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein. Aussage ja / nein nur mit weiterer Berechnung / Messung möglich <input type="checkbox"/>														
Für die NIS-Fachstelle des Kantons Bern:	Datum: 15. September 2007					Unterschrift:								

## II. Gebrauchsanleitung für die detaillierte Stichprobenkontrolle

Diese Gebrauchsanleitung wurde im Juni 2007 allen kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen zusammen mit dem EXCEL-Formular (Anhang I) abgegeben.

### 1. Zweck der Stichprobenkontrolle

Die Stichprobenkontrolle beim Mobilfunkbetreiber soll klären, ob

- die Bewilligungsdaten im QS-System des Mobilfunkbetreibers mit dem aktuellsten bewilligten Standortdatenblatt (StDB) übereinstimmen
- die Betriebsdaten gemäss QS-System des Mobilfunkbetreibers mit den bewilligten Daten konform sind
- die Betriebsdaten gemäss QS-System des Mobilfunkbetreibers mit jenen in der Antennendatenbank des BAKOM übereinstimmen.

Wenn in allen drei Punkten Übereinstimmung vorliegt, kann man davon ausgehen, dass die Daten im QS-System konsistent und aktuell sind und man hat eine gute - wenngleich nicht absolute - Gewähr, dass der Betrieb der Anlage innerhalb des bewilligten Rahmens erfolgt.

### 2. Grundlagen

Die NIS-Fachstelle legt im Voraus fest, welche Anlagen kontrolliert werden sollen. Vorzugsweise sollen Anlagen ausgewählt werden, welche abnahmemesspflichtig sind. Bei diesen kann potentiell der Anlagegrenzwert (AGW) überschritten werden. Auch Anlagen, für welche Änderungen (z. B. Sendeleistungsreduktion nach einer Abnahmemessung) verfügt wurden, bieten sich als interessante Kandidaten für eine Kontrolle an.

Die Einträge werden z.T. dem bewilligten StDB, z. T. der Betriebsdatenbank des Netzbetreibers (aktuelle Betriebs- und Bewilligungsdaten) und z. T. der NIS-Datenbank des BAKOM entnommen und miteinander verglichen. Von der Anlage sind demnach vor der Kontrolle das bewilligte StDB und die Betriebsdaten aus der NIS-Datenbank des BAKOM zu beschaffen.

Die Kontrolle beim Betreiber wird vorzugsweise mit einem Notebook unter Verwendung der beiliegenden EXCEL-Tabelle durchgeführt. Die erforderlichen Berechnungen werden automatisch ausgeführt. Ein ausgefülltes und unterschriebenes Formular kann dem Netzbetreiber als Beleg für die durchgeführte Kontrolle abgegeben werden. Allfällige Feststellungen, erforderliche Massnahmen usw. können unter „Bemerkungen“ festgehalten werden.

### 3. Übersicht und Vorgehen zum Ausfüllen der Tabelle „QS Stichprobenkontrolle“

Vor der Stichprobenkontrolle in die Tabelle übertragen:

Standortgemeinde, Netzbetreiber, Stationscode, Standortdatenblatt vom ..., Betriebsdaten Datenbank NIS BAKOM vom ...

Alle Daten nach Standortdatenblatt in den **blauen** Feldern

Alle Daten nach Datenbank NIS BAKOM in den **violetten** Feldern

Anlässlich der Stichprobe beim Mobilfunkbetreiber abfragen und in die Tabelle übertragen:

Alle Daten aus dem QS-System (Betriebsdatenbank) in den **gelben** Feldern

Automatisch berechnete Werte erscheinen in den **grauen** Feldern sowie unter „Ergebnis der Stichprobenkontrolle“

Nach der Stichprobenkontrolle werden die entsprechenden Kästchen unterhalb der Tabelle angekreuzt und das Formular mit Datum und Unterschrift unterzeichnet.

#### 4. Erklärungen zu den einzelnen Ziffern in Tabelle „Stichprobenkontrolle“

- 01 Laufnummern 1 bis 10 der einzelnen Antennen gemäss Zusatzblatt 2 StDB. Es kann sein, dass die Nummerierung im QS-System nicht genau jener im Standortdatenblatt entspricht, insb. bei Anlagen mit site sharing. Eine solche Abweichung ist nicht als Mangel zu bewerten.
- 02 Für jede Antenne wird die Nr. der Antenne nach dem StDB eingetragen (z. B. A1)
- 03 Funkdienst nach StDB (z.B. GSM 900). Die Funkdienste können aus der Pickliste ausgewählt werden
- 04 Typenbezeichnung der Antenne gemäss Angabe im StDB (z.B. K742236)
- 05 Typenbezeichnung der installierten Antenne. Damit wird festgestellt, ob der bewilligte Antennentyp installiert wurde.
- 06 Der Antennengewinn ist in den Betriebsdatenbanken der Netzbetreiber entweder in der Einheit dBd (Antennengewinn gegenüber einem Dipol)  
**oder**  
dBi (Antennengewinn gegenüber einem isotropen Strahler) verzeichnet. dBi ist immer um 2.15 dB höher als dBd. Diese Differenz wird automatisch berücksichtigt und soll nicht modifiziert werden. Je nachdem, in welcher Einheit der Antennengewinn vorliegt, wird er ins Feld 06a oder 06b übertragen. Es empfiehlt sich, die Angabe zu plausibilisieren (z.B. anhand der Herstellerspezifikationen).
- 07a Die Antennenzuleitungsdämpfung ist die Summendämpfung mehrerer Komponenten (z. B. Combiner, Koppler, Antennenverteiler und Kabel). Der Netzbetreiber muss entweder eine einzige Zahl auslesbar machen und klar belegen können, wie diese zustande kam, oder die einzelnen Komponenten müssen direkt ausgelesen und vor dem Übertrag in die EXCEL-Tabelle addiert werden. Sind die Daten plausibel? Entweder sind die Dämpfungen nach Herstellerspezifikationen berechnet oder es handelt sich um Messresultate.  
**oder**
- 07b die Antennenzuleitungsdämpfung ist bereits in der aktuell eingestellten Sendeleistung einer BTS-Endstufe nach Zeile 11a oder 11b enthalten (oft bei UMTS der Fall). Mit anderen Worten: der Wert für die Sendeleistung in der Betriebsdatenbank entspricht der am Eingang der Antenne anliegenden Leistung. In diesen Fällen „Box“ anklicken.
- 08 Der gesamte Systemgewinn wird als Faktor automatisch berechnet.
- 09 Bewilligte Sendeleistung ERP pro Antenne/Funkdienst nach StDB.
- 10 Die Anzahl BTS-Endstufen (Einschübe) sind aus der Datenbank des Betreibers zu übertragen und mit den Angaben der NIS-Datenbank des BAKOM zu vergleichen. In der Regel sind pro Funkdienst die Leistungen der einzelnen Einschübe gleich. Die „Check-box“ ist dafür mit ✓ bereits aktiviert. Wenn nicht alle Einschübe pro Funkdienst dieselbe Leistung aufweisen, ist eine spezielle Berechnung erforderlich.
- 11a Aktuell eingestellte Sendeleistung einer Endstufe / Einschub aus der Datenbank des Betreibers eingetragen in **W** (Watt).  
**oder**
- 11b aktuell eingestellte Sendeleistung einer Endstufe / Einschub aus der Datenbank des Betreibers eingetragen in **dBm** (dB Milliwatt)
- 12 Automatische Berechnung der aktuellen Sendeleistung pro Antenne unter Berücksichtigung des Systemgewinns. Wegen Rundungsfehlern muss mit Abweichungen von 1 - 3 % gerechnet werden. Es soll eine Toleranz in dieser Grössenordnung eingegeben werden.
- 13 Bewilligte Sendeleistung der Antenne nach der Betriebsdatenbank des Betreibers. Eine korrekte Angabe ist wichtig, da die Qualitätssicherung (eingestellte Sendeleistung ≤ bewilligte Sendeleistung) auf diesem Eintrag aufbaut.
- 14 (Gesamt) Sendeleistung pro Antenne nach NIS-Datenbank des BAKOM.
- 15 Bewilligter Azimut bzw. Azimutbereich der Antenne (in Grad von Norden) nach Standortdatenblatt.

- 16 Eingestellter Azimut der Antenne (in Grad von Norden) nach Betriebsdatenbank des Betreibers.
- 17 Bewilligter Azimut bzw. Azimutbereich der Antenne (in Grad von Norden) nach Betriebsdatenbank des Betreibers. Eine korrekte Angabe ist wichtig, da die Qualitätssicherung (eingestellter Azimut innerhalb des bewilligten Bereichs) auf diesem Eintrag aufbaut.
- 18 Azimut der Antenne nach NIS-Datenbank des BAKOM.
- 19 Bewilligter mech. Neigungswinkel bzw. -bereich (in Grad von der Horizontalen) nach StDB.
- 20 Eingestellter mech. Neigungswinkel (in Grad von der Horizontalen) nach Datenbank Betreiber.
- 21 Bewilligter mech. Neigungswinkel bzw. -bereich (in Grad von der Horizontalen) nach Datenbank Betreiber. Eine korrekte Angabe ist wichtig, da die Qualitätssicherung (eingestellter mechanischer Neigungswinkel innerhalb des bewilligten Bereichs) auf diesem Eintrag aufbaut.
- 22 Bewilligter el. Neigungswinkel bzw. -bereich (in Grad von der Horizontalen) nach StDB
- 23 Eingestellter el. Neigungswinkel (in Grad von der Horizontalen) nach Datenbank Betreiber.
- 24 Bewilligter el. Neigungswinkel bzw. -bereich (in Grad von der Horizontalen) nach Datenbank Betreiber. Eine korrekte Angabe ist wichtig, da die Qualitätssicherung (eingestellter elektrischer Neigungswinkel innerhalb des bewilligten Bereichs) auf diesem Eintrag aufbaut.
- 25 Automatische Berechnung des totalen eingestellten Neigungswinkels (in Grad von der Horizontalen).
- 26 Neigungswinkel nach NIS-Datenbank des BAKOM.

#### 5. Ergebnis der Stichprobenkontrolle:

- A. Sind die aktuellen Betriebsdaten innerhalb des bewilligten Bereiches?
- B. Stimmen die bewilligten Parameter gemäss Betreiberdatenbank mit den des StDB überein?
- C. Stimmen die aktuellen Betriebsdaten des Betreibers mit der NIS-Datenbank des BAKOM überein?
- D. **Nicht alle Sendeleistungen und / oder –richtungen ausserhalb des bewilligten Bereichs führen automatisch zu einer Überschreitung des AGW.** Daher soll beurteilt werden, ob durch die nicht bewilligungskonforme Einstellungen der AGW überschritten wird oder nicht. In vielen Fällen ist eine Aussage auf einfache Art möglich (z. B. Antennendiagramm der installierten Antenne ist gegenüber der bewilligten Antenne gleichwertig oder geringe Sendeleistungsüberschreitung im Verhältnis zur Belastung des OMEN). Falls für diese Aussage eine neue Immissionsprognose mit StDB oder eine Abnahmemessung nötig wäre, ist das diesbezügliche Kästchen anzukreuzen.

### III. Begriffe, Abkürzungen

AGW	Anlagegrenzwert. Vorsorgegrenzwert nach dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes. Festgelegt nach den Kriterien der technischen und betrieblichen Machbarkeit sowie der wirtschaftlichen Tragbarkeit. Im Bereich Mobilfunk ist der AGW rund 10-fach niedriger als der IGW. Reduziert die Langzeitbelastung und vermindert das Risiko für noch ungenügend bekannte Gesundheitsrisiken von NIS.
Aktuelle Sendeleistung	Aktuell eingestellte, maximale Sendeleistung (ERP). Masseinheit Watt (W).
Anlage	Der Begriff wird im vorliegenden Bericht in eingeschränkter Bedeutung verwendet: Alle Antennen eines Netzbetreibers an einem Standort. Im Kontext von Standortdatenblättern und Baubewilligungen wird der Begriff "Anlage" demgegenüber weiter gefasst. Dort umfasst er die Mobilfunkantennen aller Netzbetreiber an einem Standort und darüber hinaus noch solche an benachbarten Standorten, sofern diese in engem räumlichem Zusammenhang stehen.
Antennendatenbank des BAKOM	Enthält alle Betriebsdaten und die NIS-relevanten Einstellungen der Mobilfunk-Basisstationen in der Schweiz. Für Basisstationen, die ab Juni 2006 bewilligt wurden, auch die Bewilligungsdaten gemäss Standortdatenblatt. Dient den Vollzugsaufgaben des BAKOM und den NIS-Fachstellen. Die Daten können von den Berechtigten jederzeit eingesehen werden. Sie werden alle 2 Wochen von den Mobilfunkbetreibern aktualisiert. Wird auch als "NIS-Datenbank des BAKOM" bezeichnet.
Antennengewinn	Ausdruck für die Richtwirkung einer Antenne. Je grösser die Richtwirkung, desto grösser der Gewinn. Angegeben in Dezibel (dB).
Anlageverantwortliche Firma	Ist bei Nutzung eines Standortes durch mehrere Mobilfunkbetreiber für die Erstellung des Standortdatenblattes, die Koordination sowie den Kontakt zu den Behörden verantwortlich.
Antennenzuleitungsdämpfung	Summendämpfung der Hardware-Ausrüstung einer Mobilfunk-Basisstation (z.B. Antennenkabel, Vorverstärker).
Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air	Arbeitsgruppe der NIS-Fachstellen der Kantone und einiger Städte. Koordiniert den Vollzug der NISV.
Antennenazimut	Horizontale Hauptstrahlrichtung der Antenne. Angegeben in Grad (°) von Norden.
BAFU	Bundesamt für Umwelt (früher BUWAL).
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation.
Basisstation	siehe Mobilfunk-Basisstation.
Bewilligte Sendeleistung	Maximale (bewilligte) Sendeleistung (ERP) beim maximalen Gesprächs- und Datenverkehr. Masseinheit Watt (W).
BTS-Endstufe	<u>B</u> ase <u>T</u> ransceiver <u>S</u> tation. Sendeendstufe. Je einmal pro Funkdienst und Senderichtung bei einer Mobilfunk-Basisstation vorhanden.

Cercl'Air	Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute. Bearbeitet und koordiniert auch den Vollzug der NISV.
Detaillierte Stichprobenkontrolle	Überprüfung von Sendeanlagen auf bewilligungskonformen Betrieb sowie auf Datenkonsistenz im QS-System. Die Kontrolle erfolgt durch die NIS-Fachstelle auf der Netzzentrale des Mobilfunkbetreibers.
Einfache Stichprobenkontrolle	Überprüfung des bewilligungskonformen Betriebs von Sendeanlagen durch die NIS-Fachstelle anhand der Antennendatenbank des BAKOM und des rechtsgültigen Standortdatenblatts.
Elektrische Feldstärke	Elektrisches Feld in der Umgebung einer Quelle (z.B. Mobilfunk-Basisstation). Die Feldstärke ist abhängig von der ERP und Abstrahlcharakteristik der Antenne, der Entfernung und Richtung des Immissionsortes gegenüber der Quelle und der Topografie sowie Bebauung. Masseinheit Volt pro Meter (V/m).
Elektrischer Neigungswinkel	Manuell oder durch Fernsteuerung verstellbarer Neigungswinkel der vertikalen Senderichtung einer fest montierten Antenne. Angegeben in Grad (°) von der Horizontalen.
ERP	Äquivalente Strahlungsleistung (ERP). Die der Antenne zugeführte Sendeleistung multipliziert mit dem Antennengewinn in Hauptstrahlrichtung, bezogen auf den Halbwelldipol. Masseinheit Watt (W).
Expertengruppe QS-System	Ein Ausschuss der Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air, der sich mit der Spezifikation und Überprüfung der QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber befasst. Hat die in diesem Bericht beschriebenen Kontrollen konzipiert, koordiniert und ausgewertet.
Funkdienst	Kategorisierung der Übermittlungsdienste von Funkwellen für bestimmte Zwecke des Mobilfunks (z.B. GSM 900, GSM 1800, UMTS).
Gebrauchsanleitung für die Stichprobenkontrolle von Mobilfunk-Basisstationen beim Mobilfunkbetreiber	Detaillierte Gebrauchsanleitung für das EXCEL-Kontrollformular (vgl. Anhang II).
Gesamt-Systemgewinn	Summe der Gewinne und Verluste zwischen Sendeeinheit und Antenne.
GSM	<u>G</u> lobal <u>S</u> ystem for <u>M</u> obile Communications. Standard für volldigitale Mobilfunknetze (2. Generation). Eingeführt 1992.
Hardware	Anlagenteile einer Sendeeinheit (z.B. Steuereinheit, Verstärker, Antenne).
IGW	Immissionsgrenzwert. Er schützt vor wissenschaftlich anerkannten Gesundheitsschäden und ist international harmonisiert.
Kontrollformular	Elektronisches Kontrollformular (Excel) für die detaillierte Stichprobenkontrolle (vgl. Anhang I). Wird vor Ort beim Mobilfunkbetreiber verwendet. Es vergleicht die Bewilligungs- mit den Betriebsdaten des Netzbetreibers und des BAKOM und zeigt Abweichungen farblich an.

Kritische Senderichtung	Entspricht bei einem horizontalen bzw. vertikalen Winkelbereich demjenigen Winkel innerhalb dieses Bereichs, welcher am untersuchten OMEN zur höchsten NIS-Be- lastung führen wird. Bei einer Abnahmemessung muss die Hauptstrahlrichtung der einzelnen Antennen auf diesen Winkel eingestellt werden.
Mechanischer Neigungswinkel	Montagewinkel der Antenne am Antennenmast. Angege- ben in Grad (°) von der Horizontalen.
Mobilfunk-Basisstation	Alle Mobilfunkantennen eines Betreibers an einem Stand- ort. Im Bericht auch als „Anlage“ bezeichnet.
NIS	<u>N</u> icht_ionisierende <u>S</u> trahlung. Elektromagnetische Wellen, deren Energie im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung nicht ausreicht, um Atome zu ionisieren.
NIS-Datenbank des BAKOM	siehe Antennendatenbank des BAKOM.
NIS-Emission	Von einer Mobilfunk-Basisstation ausgehende Strahlung. Angegeben in Watt (W) ERP.
NIS-Fachstelle	Für den Vollzug der NISV, Information und Beratung zu- ständige Fachstelle des Kantons oder der Stadt.
NIS-Immission	Auf einen Ort einwirkende Mobilfunkstrahlung. Angegeben in Volt pro Meter (V/m).
NIS-relevante Änderungen	Alle ferngesteuerten oder manuell vorgenommenen Ände- rungen an einer Mobilfunkanlage, die die Intensität der emittierten Strahlung oder deren räumliche Verteilung be- einflussen. Es handelt sich z.B. um Änderungen der ERP, Winkelbereiche, Antennentypen, Kabellängen.
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strah- lung vom 23. Dezember 1999, SR 814.710. Regelt den Schutz der Bevölkerung vor den erwiesenen und vermuteten Gesundheitsauswirkungen von NIS.
OKA	Ort für kurzfristigen Aufenthalt. Alle Orte, wo sich die all- gemeine Bevölkerung in der Umgebung einer Mobilfunk- anlage aufhalten kann. Bei diesen Orten muss der IGW eingehalten werden.
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung. Alle Orte für den länger dauernden Aufenthalt von Personen (z.B. Wohn- und Ar- beitsräume). Bei diesen Orten muss der AGW eingehalten werden.
QS-System	Qualitätssicherungssystem des Mobilfunkbetreibers zur Einhaltung der bewilligten NIS-relevanten Einstellungen einer Mobilfunk-Basisstation.
RET	<u>R</u> emote <u>E</u> lectrical <u>T</u> ilt. Mittels Fernsteuerung verstellbarer, elektrischer vertikaler Antennensendewinkel.
Standortdatenblatt	Standortdatenblatt des Betreibers. Enthält alle techni- schen Daten einer Anlage und eine Berechnungsprognose über die in der Umgebung der Mobilfunk-Basisstation zu erwartende Strahlung. Ist Bestandteil einer Baubewilli- gung.
Stichprobenkontrolle	siehe "einfache" und "detaillierte" Stichprobenkontrolle.
Tilt	Neigungswinkel der Senderichtung. Dieser setzt sich aus einem mechanisch und elektrisch verstellbaren Anteil zu- sammen.

UMTS	<u>U</u> niversal <u>M</u> obile <u>T</u> elecommunications <u>S</u> ystem. Mobilfunkstandard der 3. Generation mit höheren Datenübertragungsraten als GSM. Eingeführt 2002.
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz_(Umweltschutzgesetz) vom 7. Oktober 1983, SR 814.01. Soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen und die natürlichen Lebensgrundlagen, insb. die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens dauerhaft erhalten.
Vollzugsempfehlung 2002	Vollzugsempfehlung zur NISV, Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, BUWAL Bern, 2002. Vollzugshilfe für die Vollzugsbehörden. Konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen.