

**Stichprobenkontrollen von Mobilfunksendeanlagen  
und Überprüfung der Qualitätssicherungssysteme  
der Mobilfunkbetreiber Orange, Sunrise, Swisscom  
und SBB, 2010/2011**

**Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)**

## Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt, BAFU, Abteilung Luftreinhaltung und NIS, 3003 Bern. Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: **ASEB/Ecosens AG**  
Grindelstrasse 5 / CH - 8304 Wallisellen / T: +41 (0)44 839 47 77  
F: +41 (0)44 839 47 70 / ecosens@ecosens.ch  
www.ecosens.ch / www.aseb-ch.com

Autor/Autorin: Mirjam Halter, Dipl. Umwelt-natw. ETH; Anita Gross, Dipl. Umwelt-natw.ETH;  
Albert von Däniken, Dr. sc. Nat. ETH

Projektbegleitung BAFU: Jürg Baumann, Andreas Siegenthaler

Begleitgruppe: Martin Hänzi, beco Kanton Bern;  
Martin Krapf, UGZ Stadt Zürich; Sergio Kraschitz, Ufficio della prevenzione dei rumori Kanton Tessin; Dominique Luy, SEVEN Kanton Waadt;  
Kurt Rüfenacht, BAV; Andreas Weber, Lufthygieneamt beider Basel;  
René Zosso, uwe Kanton Luzern

Disclaimer: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Erstellt: 18.01.2012

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) der kommerziell tätigen Mobilfunkbetreiber und die Sendeparameter ihrer Anlagen, welche für die Emissionen und Immissionen von nichtionisierender Strahlung (NIS) relevant sind, wurden im Jahr 2007 ein erstes Mal in einer schweizweiten Stichprobenkontrolle überprüft. Das QS-System des SBB-Mobilfunknetzes wurde im Jahr 2008 durch das Bundesamt für Verkehr (BAV) kontrolliert. Im vorliegenden Bericht ist eine erneute, umfassende Überprüfung der QS-Systeme der Mobilfunkbetreiber Orange, Sunrise, Swisscom und SBB beschrieben, die in den Jahren 2010/2011 durchgeführt wurde. Bei beiden bisherigen Kontrollen wurden die Qualitätssicherungssysteme der Betreiber einerseits konzeptionell untersucht, andererseits wurde die Übereinstimmung der bewilligten Daten mit den Betriebsdaten im QS-System anhand einer Stichprobe von Sendeanlagen überprüft. Die Stichprobe der vorliegenden Kontrolle umfasste 383 Basisstationen. Die Ergebnisse können folgendermassen zusammengefasst werden:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| Anlagegrenzwert eingehalten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle überprüften Anlagen hielten rechnerisch den Anlagegrenzwert im aktuellen Betrieb ein.</li> </ul>   |
| SBB und Swisscom            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei den SBB und bei Swisscom wurde nichts beanstandet.</li> </ul>   |
| Sunrise                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Sunrise war bei 106 der 109 kontrollierten Basisstationen nichts zu beanstanden. Drei Basisstationen wurden nicht innerhalb der bewilligten Werte betrieben, der Anlagegrenzwert wurde trotzdem in allen drei Fällen eingehalten. Dass diese Fehler durch das QS-System nicht entdeckt wurden, war bei zwei Basisstationen auf falsch hinterlegte Bewilligungsdaten, bei einer auf eine versäumte Datenaktivierung bei der Inbetriebnahme zurückzuführen.</li> </ul>  |
| Orange                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Orange war bei 110 der 121 kontrollierten Basisstationen nichts zu beanstanden. Eine Basisstation wurde nicht bewilligungskonform betrieben, da das neuste Standortdatenblatt nicht aktiviert worden war. Die Einhaltung des Anlagegrenzwertes war jedoch jederzeit gewährleistet. Bei sieben Basisstationen entsprachen die Einstellungen der mechanischen und elektrischen Neigungswinkel nicht den Angaben im Standortdatenblatt, weil deren separate Überprüfung im QS-System ausgeschaltet worden war. Die totalen Neigungswinkel (Summe der mechanischen und elektrischen Neigungswinkel) entsprachen jedoch in jedem Fall der Bewilligung und der Anlagegrenzwert war eingehalten. Bei drei Basisstationen waren im QS-System veraltete Bewilligungsdaten eingetragen. Der Betrieb war zwar bewilligungskonform und der Anlagegrenzwert eingehalten. Es wäre jedoch ein nicht bewilligungskonformer Betrieb und eine Überschreitung des Anlagegrenzwertes ohne Fehlermeldung möglich gewesen.</li> </ul> |

Antennendatenbank  
des BAKOM

- Die Betriebsdaten werden von den Betreibern alle zwei Wochen in die Antennendatenbank des BAKOM übertragen. Dieser Abgleich funktioniert gut. Nur bei Sunrise stimmten für drei Basisstationen die Einträge in der Antennendatenbank des BAKOM nicht vollständig mit den Einträgen in der eigenen Datenbank überein.

## **FAZIT**

Die Qualitätssicherungssysteme der geprüften Anbieter sind ein fester Bestandteil in den operativen Betriebsabläufen der Betreiber und geeignet, die Einhaltung des Anlagegrenzwertes zu gewährleisten und Fehler mittels der Überprüfungsroutine innerhalb eines Arbeitstages zu erkennen. Die überprüften Anlagen werden in hohem Grad, bei den SBB und Swisscom sogar vollständig, bewilligungskonform betrieben. Die festgestellten Unstimmigkeiten sind die Ausnahme und führten im aktuellen Betrieb in keinem Fall zu einer Überschreitung des Anlagegrenzwertes.

Um auch die verbleibenden Abweichungen von der Bewilligung künftig zu verhindern, werden in Kapitel 8 Empfehlungen für die Betreiber und die Behörden formuliert.

## RESUME

Les systèmes d'assurance qualité (système AQ) des opérateurs déployant des services commerciaux de téléphonie mobile et les paramètres opérationnels déterminants pour les émissions et immissions de rayonnement non ionisant (RNI) de leurs installations ont pour la première fois été vérifiés en 2007, lors d'un contrôle par échantillonnage effectué dans l'ensemble de la Suisse. Le système AQ du réseau de téléphonie mobile des CFF a été examiné en 2008 par l'Office fédéral des transports (OFT). Les résultats d'un nouveau contrôle complet des systèmes AQ des opérateurs Orange, Sunrise, Swisscom et CFF, mené en 2010/2011, sont consignés dans le présent rapport. Les contrôles effectués jusqu'à présent ont porté sur deux aspects: d'une part sur la configuration des systèmes AQ des opérateurs et, d'autre part, sur la cohérence entre les données autorisées et les données d'exploitation contenues dans les systèmes AQ. Ce dernier contrôle a été effectué par échantillonnage en 2010/2011 pour 383 stations de base. Les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit:

- |   |  |
|---|--|
| Valeur limite de l'installation respectée | <ul style="list-style-type: none"><li>• La valeur calculée de toutes les installations contrôlées respecte la valeur limite de l'installation dans l'exploitation actuelle.</li></ul>  |
| CFF et Swisscom                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Les stations de base des CFF et de Swisscom sont exploitées conformément à l'autorisation.</li></ul>   |
| Sunrise                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sur 109 stations de base de Sunrise contrôlées, 106 sont exploitées conformément à l'autorisation. Trois stations de base ont dépassé les valeurs autorisées; cependant, la valeur limite de l'installation était dans les trois cas respectée. Cette erreur n'a pas été détectée par le système AQ car, pour deux stations de base, les données relatives à l'autorisation n'étaient pas enregistrées correctement et, pour une troisième, les données n'avaient pas été activées de manière appropriée lors de la mise en service.</li></ul>   |
| Orange                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sur 121 stations de base de Orange contrôlées, 110 sont exploitées conformément à l'autorisation. Une station de base n'était pas exploitée conformément à l'autorisation, car la nouvelle fiche de données spécifique au site n'avait pas été activée. Toutefois, le respect de la valeur limite de l'installation a toujours été garanti.<br/>En ce qui concerne sept stations de base, les réglages des angles d'inclinaison mécanique et électrique ne correspondaient pas aux informations de la fiche de données spécifique au site, car leur contrôle séparé avait été désactivé dans le système AQ. Les angles d'inclinaison totaux (somme des angles d'inclinaison mécanique et électrique) étaient cependant dans tous les cas conformes à l'autorisation et la valeur limite de l'installation était respectée.<br/>Concernant trois stations de base, les données relatives à l'autorisation dans le système AQ n'étaient plus actuelles. L'exploitation était néanmoins</li></ul> |

conforme à l'autorisation et la valeur limite de l'installation respectée. Or, une exploitation non conforme à l'autorisation ou un dépassement de la valeur limite de l'installation auraient été possibles sans qu'un message d'erreur ne se déclenche.

Base de données des antennes de l'OFCOM

- Les données d'exploitation sont transférées toutes les deux semaines dans la base de données des antennes de l'OFCOM. Cette alignement fonctionne bien. Seules les entrées de la banque de données de Sunrise relatives à trois stations de base ne correspondaient pas tout à fait aux informations enregistrées dans la base de données des antennes de l'OFCOM.

## **CONCLUSION**

Les systèmes AQ des opérateurs contrôlés font partie intégrante des procédures d'exploitation et permettent de garantir le respect de la valeur limite de l'installation ainsi que de détecter les erreurs grâce à une routine de surveillance quotidienne. Les installations contrôlées sont en grande partie exploitées conformément à l'autorisation et, dans le cas des CFF et de Swisscom, elles le sont même toutes. Les écarts constatés sont des exceptions et, dans le cadre de l'exploitation actuelle, n'ont en aucun cas dépassé la valeur limite de l'installation.

Afin d'éviter à l'avenir même les rares cas d'exploitation non conforme, des recommandations destinées aux opérateurs et aux autorités sont formulées au chapitre 8.

## RIASSUNTO

I sistemi di assicurazione della qualità (sistemi AQ) dei gestori di telefonia mobile attivi sul mercato e i parametri rilevanti per le emissioni e le immissioni di radiazioni non ionizzanti (RNI) dei loro impianti sono stati sottoposti per la prima volta nel 2007 a una prova a campione effettuata a livello nazionale. L'Ufficio federale dei trasporti (UFT) ha controllato nel 2008 il sistema AQ della rete di telefonia mobile delle FFS. Il presente rapporto illustra una nuova verifica approfondita dei sistemi AQ dei gestori di telefonia mobile Orange, Sunrise, Swisscom ed FFS realizzata nel 2010/2011. Entrambi i controlli finora effettuati vertevano, da un lato, sull'analisi della strategia applicata dai gestori nei loro sistemi di assicurazione della qualità e, dall'altro, sull'esame della corrispondenza dei dati autorizzati con i dati di esercizio contenuti nel sistema AQ, mediante una prova a campione di alcuni impianti di trasmissione. La prova a campione nell'ambito del presente controllo ha interessato 383 stazioni di base. I risultati possono essere riassunti come segue:

- |  |  |
|--|--|
| Rispetto del valore limite dell'impianto | <ul style="list-style-type: none"><li>• nell'esercizio attuale, tutti gli impianti controllati rispettano, dal punto di vista del calcolo, il valore limite dell'impianto;</li></ul>   |
| FFS e Swisscom                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• non vi sono contestazioni per gli impianti di FFS e Swisscom;</li></ul>  |
| Sunrise                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• non vi sono contestazioni nemmeno per 106 delle 109 stazioni di base di Sunrise controllate. Tre stazioni di base non sono state gestite entro i valori autorizzati, ma il valore limite dell'impianto è stato tuttavia rispettato. Il sistema AQ non ha evidenziato tali errori, poiché in due casi erano stati registrati dati errati relativi all'autorizzazione, mentre nel terzo caso i dati non sono stati attivati al momento della messa in esercizio;</li></ul>   |
| Orange                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• non vi sono contestazioni per 110 delle 121 stazioni di base Orange controllate. Un impianto non era gestito conformemente all'autorizzazione in quanto non era stata attivata la scheda dei dati sul sito più recente. Il valore limite dell'impianto è tuttavia sempre stato rispettato.<br/>Per sette stazioni di base, le impostazioni dell'angolo di inclinazione meccanico ed elettrico non corrispondevano alle indicazioni nella scheda dei dati sul sito in quanto il loro controllo separato era stato disattivato nel sistema AQ. Il totale degli angoli di inclinazione (somma degli angoli di inclinazione meccanici ed elettrici) corrispondeva comunque in tutti i casi all'autorizzazione e il valore limite dell'impianto era rispettato.<br/>Per tre stazioni di base, il sistema AQ disponeva di dati relativi all'autorizzazione obsoleti. L'esercizio era comunque conforme e il valore limite dell'impianto era rispettato. Sarebbe tuttavia stato possibile un esercizio non conforme e un superamento del valore limite dell'impianto senza alcun messaggio di errore;</li></ul> |

Banca dati  
UFCOM sulle  
antenne

- i gestori inseriscono ogni due settimane i dati di esercizio dei loro impianti nella banca dati UFCOM sulle antenne. Tale metodo di compensazione funziona bene. Solo da Sunrise i dati relativi a tre stazioni di base immessi nella banca dati UFCOM sulle antenne non coincidono interamente con i dati immessi nella banca dati aziendale.

## **CONCLUSIONE**

I sistemi di assicurazione della qualità applicati dai gestori esaminati sono una componente consolidata delle loro procedure operative e garantiscono il rispetto del valore limite dell'impianto e l'individuazione di errori entro una giornata lavorativa mediante una routine di controllo. La gestione degli impianti esaminati è per la maggior parte (da FFS e Swisscom addirittura totalmente) conforme alle autorizzazioni. Le divergenze evidenziate costituiscono delle eccezioni e nell'esercizio attuale non hanno in nessun caso portato a un superamento del valore limite dell'impianto.

Per impedire in futuro anche eventuali altre divergenze dall'autorizzazione, nel capitolo 8 vengono formulate delle raccomandazioni per gestori e autorità.



## GLOSSAR

Abnahmemessung	Durch die Behörde verordnete NIS-Messung nach Inbetriebnahme einer Basisstation. Damit wird überprüft, ob der Anlagegrenzwert eingehalten wird.
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	Mobilfunkantennen aller Netzbetreiber, die in engem räumlichem Zusammenhang gemäss NISV stehen.
Anlageverantwortliche Firma	Ist bei einer Anlage mit mehreren Netzbetreibern für die Erstellung des Standortdatenblattes, die Koordination, sowie den Kontakt zu den Behörden verantwortlich.
Antennenazimut	Horizontale Hauptstrahlrichtung der Antenne. Angegeben in Grad von Norden.
Antennendatenbank des BAKOM	Enthält 14-täglich aktualisierte Betriebsdaten und die NIS-relevanten Einstellungen der Mobilfunk-Basisstationen in der Schweiz (ohne Polycom). Dient den Vollzugsaufgaben des BAKOM und der NIS-Fachstellen.
Antennendiagramm	Grafische Darstellung der räumlichen Strahlungscharakteristik einer Antenne. Aufgeteilt in einen horizontalen und einen vertikalen Schnitt. . Allfällig bewilligte Winkelbereiche können mit Hilfe eines aufgeweiteten Diagramms dargestellt werden.
Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air	Arbeitsgruppe der NIS-Fachstellen der Kantone und einiger Städte. Fördert die interkantonale Koordination des Vollzugs der NISV.
BAFU	Bundesamt für Umwelt (früher BUWAL)
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
Basisstation	Alle Mobilfunkantennen und funktechnischen Installationen eines Betreibers an einem Standort
BAV	Bundesamt für Verkehr
Betriebsdaten	Anlage- und Sendeparameter des aktuellen Betriebs.
Bewilligte Sendeleistung	Maximale (bewilligte) Sendeleistung (ERP) beim maximalen Gesprächs- und Datenverkehr. Masseinheit Watt (W)
Bewilligungsdaten	Die gemäss Standortdatenblatt bewilligten Anlage- und Sendeparameter.
Cercl'Air	Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute. Bearbeitet und koordiniert auch den Vollzug der NISV.
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).

ERP	Äquivalente Strahlungsleistung (equivalent radiated power): Die einer Antenne zugeführte Sendeleistung, multipliziert mit dem Antennengewinn in Hauptstrahlrichtung, bezogen auf den Halbwellendipol. (Abhängig von der Ausgangsleistung, der Antennenzuleitungsdämpfung und dem Antennengewinn.) Masseinheit Watt (W).
Funkdienst	Kategorisierung der Übermittlungsdienste von Funkwellen für bestimmte Zwecke des Mobilfunks (z.B. GSM 900, GSM 1800, UMTS)
GSM	Global System for Mobile Communications. Standard für volldigitale Mobilfunknetze (2. Generation). Eingeführt 1992.
GSM-Rail	Speziell für die Eisenbahn entwickeltes GSM-System für die Zugsicherung und die innerbetriebliche mobile Kommunikation.
IGW	Immissionsgrenzwert. Er schützt vor wissenschaftlich anerkannten Gesundheitsschäden und ist international harmonisiert.
Mikrozellen	Sendeanlagen mit einer Strahlungsleistung von höchstens 6 W ERP.
Mitbenutzungs-Standort	Basisstationen mehrerer Mobilfunkbetreiber in engem räumlichem Zusammenhang, die nach NISV als gemeinsame Anlage gelten. Es ist ein gemeinsames Standortdatenblatt einzureichen.
Mobilfunkkonzessionär	Auch Mobilfunkbetreiber genannt. Betreiben ein kommerzielles Mobilfunknetz oder eines für den internen Gebrauch.
Neigungswinkel elektrisch oder mechanisch	Vertikale Senderichtung. Der mechanische Neigungswinkel entspricht dem Montagewinkel am Antennenmast. Der elektrische Neigungswinkel ist ein gegenüber dem mechanischen Neigungswinkel zusätzlich einstellbarer Winkel der vertikalen Hauptstrahlrichtung. Angegeben in Grad Abweichung von der Horizontalen.
NIS	Nichtionisierende Strahlung. Elektromagnetische Wellen, deren Energie im Gegensatz zur ionisierenden Strahlung nicht ausreicht, um Atome zu ionisieren.
NIS-Fachstelle	Für den Vollzug der NISV, Information und Beratung zuständige Fachstelle des Kantons oder der Stadt.
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung vom 23. Dezember 1999, SR 814.710. Regelt den Schutz der Bevölkerung vor schädlicher oder lästiger NIS.
OKA	Ort für den kurzfristigen Aufenthalt. Alle Orte, wo sich die allgemeine Bevölkerung in der Umgebung einer Mobilfunkanlage 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 Arbeitsräume). Bei diesen Orten muss zusätzlich zum IGW auch der AGW eingehalten werden.
Polycom	Nationales Funksystem der Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS).
QS-System	Qualitätssicherungssystem des Mobilfunkbetreibers zur Einhaltung der bewilligten NIS-relevanten Einstellungen einer Mobilfunk-Basisstation.
Rundschreiben des BAFU vom 16.01.2006	Definiert die Anforderungen an das QS-System.
Standortdatenblatt	Standortdatenblatt des Betreibers. Enthält technische Daten einer Sendeanlage und eine Berechnungsprognose über die in der Umgebung der Anlage zu erwartende Strahlung. Ist Bestandteil einer Baubewilligung.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System. Mobilfunkstandard der 3. Generation mit höheren Datenübertragungsraten als GSM. Eingeführt 2002.
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.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ZIELE</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VORGEHEN</b>	<b>4</b>
3.1	Auswahl der Basisstationen	4
3.2	Vorprüfung	7
3.3	Auswertung	7
<b>4</b>	<b>DATENGRUNDLAGEN</b>	<b>8</b>
4.1	Standortdatenblätter	8
4.2	Betriebsdaten	10
4.3	Überprüfungsroutine	11
4.4	Antennendatenbank des BAKOM	11
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE AUS DER VORPRÜFUNG</b>	<b>12</b>
5.1	Orange	12
5.1.1	QS-System	12
5.1.2	Datenerhebung, Hintergrundinformationen	13
5.2	Sunrise	14
5.2.1	QS-System	14
5.2.2	Datenerhebung, Hintergrundinformationen	14
5.3	Swisscom	15
5.3.1	QS-System	15
5.3.2	Datenerhebung, Hintergrundinformationen	15
5.4	SBB	16
5.4.1	QS-System	16
5.4.2	Datenerhebung, Hintergrundinformationen	16
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE DER STICHPROBENKONTROLLEN</b>	<b>17</b>
6.1	Orange	18
6.1.1	Standortdatenblätter	18
6.1.2	Überprüfung der QS-Datenbank	19
6.1.3	Überprüfung weiterer Parameter	21
6.1.4	Antennendatenbank des BAKOM	22
6.2	Sunrise	22
6.2.1	Standortdatenblätter	23
6.2.2	Überprüfung der QS-Datenbank	23

6.2.3	Überprüfung weiterer Parameter	24
6.2.4	Antennendatenbank des BAKOM	25
6.3	Swisscom	25
6.3.1	Version Standortdatenblatt	25
6.3.2	Überprüfung der QS-Datenbank	26
6.3.3	Überprüfung weiterer Parameter	26
6.3.4	Antennendatenbank des BAKOM	27
6.4	SBB	27
6.4.1	Version Standortdatenblatt	27
6.4.2	Überprüfung der QS-Datenbank	28
6.4.3	Überprüfung weiterer Parameter	28
6.4.4	Antennendatenbank des BAKOM	28
<b>7</b>	<b>GESAMTBEURTEILUNG</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>EMPFEHLUNGEN</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>32</b>

## 1 EINLEITUNG

Die Mobilfunknetze in der Schweiz sind weiter im Ausbau begriffen. Mobilfunkbetreiber stellen mit dem Ausbau der Kapazität und der ständigen Erneuerung der Technologie laufend verbesserte Übertragungsraten für Gespräche und Daten zur Verfügung. Dies geschieht innerhalb des gesetzlichen Rahmens der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV). Die Schweiz verfügt neben den international geltenden Immissionsgrenzwerten (IGW) auch über Grenzwerte für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Je nach Standort kann die Einhaltung dieser sogenannten Anlagegrenzwerte (AGW) für die Sendeleistung der Anlage limitierend sein. Die Betreiber zeigen für jede Anlage in einem Standortdatenblatt auf, dass bei der geplanten maximalen Leistung und den bewilligten Senderichtungen (Azimut, Neigungswinkel) die Grenzwerte eingehalten werden. Die Behörden prüfen diese Standortdatenblätter und erteilen die Baubewilligung.

Eigenverantwortung der Betreiber

Die bewilligte Sendeleistung ist meistens kleiner als die technisch maximal mögliche Sendeleistung. Es liegt in der Verantwortung der Betreiber, die bewilligten Werte einzuhalten. Dies hat insbesondere durch den Umstand, dass die Einstellungen z. T. ferngesteuert verändert werden können, zu Diskussionen in der Öffentlichkeit geführt. Das Bundesgericht hat am 10.3.2005 entschieden (1A.160/2004), dass die Betreiber eine verlässliche Überwachung ihrer Betriebsdaten einzuführen haben. Ansonsten seien die Anlagen anhand der technisch maximal möglichen Sendeleistung und anhand der einstellbaren Neigungswinkel, welche die höchsten Immissionen zur Folge haben, zu beurteilen.

Rundschreiben des BAFU

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) verfasste darauf ein Rundschreiben an die für den Vollzug der NISV zuständigen Behörden und an die schweizerischen Mobilfunkkonzessionäre (Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006<sup>1</sup>). Darin wird die Einführung eines Qualitätssicherungssystems (QS-System) mit entsprechenden Datenbanken und dessen periodische Kontrolle empfohlen. Die in die Datenbanken aufzunehmenden Daten wurden definiert und die Prozesse und Kontrollmechanismen wurden vorgeschlagen.

Zertifiziertes QS-System

Die Mobilfunkbetreiber haben sich darauf in Absprache mit dem BAFU und der Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air verpflichtet, ein von einer unabhängigen Stelle zertifiziertes QS-System für den Betrieb der Mobilfunkanlagen und den Umgang mit den Daten einzurichten. In den Datenbanken müssen sowohl die Bewilli-

---

<sup>1</sup> <http://www.bafu.admin.ch/elektrosmog/01100/01108/03361/index.html?lang=de>

gungsdaten gemäss Standortdatenblatt als auch die Betriebsdaten abgelegt sein.

Routinekontrolle und  
Fehlermeldung

Um der Auflage aus dem Bundesgerichtsentscheid zu entsprechen, müssen die Betreiber in einer automatisierten Überprüfungsroutine die bewilligten Daten der Mobilfunk-Sendeanlagen mit den effektiven Einstellungen einmal pro Arbeitstag vergleichen. Die QS-Systeme der kommerziellen Betreiber und der SBB arbeiten mit elektronischen Datenbanksystemen, welche einmal bis zweimal täglich die aktuellen Einstellungen der in Betrieb stehenden Mobilfunkanlagen abrufen und diese Daten mit den hinterlegten bewilligten Daten vergleichen. Gemäss dem Rundschreiben des BAFU vom 16.01.2006<sup>2</sup> sind in dieser Prüfkontrolle folgende Parameter zu erfassen:

- aktuelle Sendeleistung
- Senderichtungen, bestehend aus:
  - Azimut
  - Elektrischer Neigungswinkel der Antenne
  - Mechanischer Neigungswinkel der Antenne

Treten Abweichungen auf, müssen die QS-Systeme gewährleisten, dass einerseits diese Abweichungen innert vorgeschriebener Fristen<sup>3</sup> korrigiert werden. Andererseits müssen die Vollzugsbehörden alle zwei Monate über die festgestellten Abweichungen informiert werden.

Erste Evaluation der  
QS-Systeme  
2007/2008

Im Jahr 2008 legte die Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air eine Evaluation der QS-Systeme für Mobilfunksendeanlagen vor<sup>4</sup>. Es wurde festgehalten, dass bei den geprüften Anbietern Orange, Sunrise, Swisscom und Tele2 die eingeführten QS-Systeme geeignet sind, den bewilligungskonformen Betrieb zu gewährleisten. Dennoch wurden Mängel in der Datenqualität festgestellt und entsprechende Massnahmen gefordert. Bei den SBB führte das Bundesamt für Verkehr (BAV), welches Bewilligungsbehörde für alle GSM-Rail-Anlagen ist, im Jahr 2008 ebenfalls eine Kontrolle des QS-Systems durch. Im internen Bericht wurde festgehalten, dass das QS-System geeignet ist, die Einhaltung der bewilligten Sendeleistung und weiterer NIS-relevanter Anlageneinstellungen zu gewährleisten.

---

<sup>2</sup> Rundschreiben BAFU: „Qualitätssicherung zur Einhaltung der Grenzwerte der NISV bei Basisstationen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse“, 2006

<sup>3</sup> 24 Stunden für Änderungen, welche ferngesteuert werden können, 5 Arbeitstage, wenn Arbeiten auf der Anlage notwendig werden.

<sup>4</sup> Arbeitsgruppe NIS des Cercl'Air: „Evaluation der Qualitätssicherungssysteme für Mobilfunksendeanlagen“, 2008

Prüfung 2010/2011 durch ASEB/Ecosens	Das BAFU hat in Absprache mit der Arbeitsgruppe NIS des CercI'Air beschlossen, eine erneute Stichprobenkontrolle für die ganze Schweiz durch einen externen Auftragnehmer durchführen zu lassen. Der Auftrag wurde von einer aus Behördenvertretern bestehenden Gruppe begleitet. Diese Begleitgruppe hat die Ausführung der Stichprobenkontrolle 2010/2011 der ASEB/Ecosens AG vergeben. Die Kontrollen bestanden in Vorprüfungen (Kap. 3.2) und in Strichprobenkontrollen bei den Mobilfunkbetreibern Orange Communications SA (Orange), Sunrise Communications SA (Sunrise), Swisscom (Schweiz) AG (Swisscom), SBB und Polycom. Im vorliegenden Bericht werden das Vorgehen und die Resultate für Orange, Sunrise, Swisscom und SBB beschrieben.
Begriff Basisstation	Für Mobilfunk-Sendeanlagen eines Betreibers an einem Standort wird der Begriff „Basisstation“ verwendet. Stehen Basisstationen verschiedener Betreiber auf demselben Dach oder in einem engen räumlichen Zusammenhang gemäss NISV, wird dies als Anlage mit mehreren Betreibern oder Mitbenutzungs-Standort bezeichnet.
383 Basisstationen geprüft	Bei 383 Basisstationen der Betreiber Orange, Sunrise, Swisscom und SBB wurden Stichprobenkontrollen durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Stichprobenkontrolle waren laut BAKOM insgesamt rund 9600 Basisstationen in Betrieb (ohne Mikrozellen).
Haftungsbeschränkung	Dieser Bericht wurde von Ecosens AG verfasst. Sein Inhalt sowie die darin getroffenen Feststellungen reflektieren nach bestem Wissen den Kenntnisstand von Ecosens aufgrund der zum Zeitpunkt der Abfassung zur Verfügung stehenden Informationen.

## 2 ZIELE

Qualität der QS-Systeme	Die landesweite Stichprobenkontrolle sollte prüfen, ob die Mobilfunkanlagen bewilligungskonform betrieben werden, ob die QS-Systeme der Betreiber so aufgebaut sind und eingesetzt werden, dass sie den bewilligungskonformen Betrieb der Anlagen gewährleisten und ob sie dem Rundschreiben des BAFU vom 16. Januar 2006 entsprechen.
Vorgenommene Anpassungen aufgrund des Berichts von 07/08	Es sollte auch ermittelt werden, ob die in der Evaluation von 2007/2008 festgestellten Mängel behoben worden sind, welche Anpassungen der Prozesse im QS-System vorgenommen wurden und ob weitere Massnahmen nötig sind.
Eignung Antennendatenbank des BAKOM für Stichprobenkontrollen	Die aktuellen Betriebsdaten der Betreiber werden alle 14 Tage an die NIS-Datenbank des BAKOM übermittelt (im Bericht „Antennendatenbank des BAKOM“ genannt). Es soll eine Aussage darüber gemacht werden, ob diese ein vollwertiger Ersatz für Stichprobenkontrollen der Betriebsdaten auf den Zentralen der Netzbetreiber ist.

Aktualität Standortdatenblatt

Die Aktualität des beim Betreiber hinterlegten Standortdatenblattes soll überprüft werden. Bei Abweichungen zwischen den von den kantonalen NIS-Fachstellen gemeldeten Bewilligungsdaten und jenen beim Betreiber, sowie zwischen Bewilligungs- und Betriebsdaten sollten die Ursache eruiert und die Auswirkungen auf die Immissionssituation ausgewertet und dokumentiert werden.

### 3 VORGEHEN

Vorprüfungen

Den Kern der Evaluation stellen die Stichprobenkontrollen bei den Betreibern dar. Zusätzlich wurden in Vorprüfungen konzeptionelle Erhebungen ausgeführt, welche für die vollständige Beantwortung der Fragestellung notwendig sind.

Kontrollen auf den Zentralen der Betreiber

Für die Stichprobenkontrollen der Daten von 383 Basisstationen wurden vorbereitete Excel-Tabellen verwendet. Dabei wurde die Tabelle der Kontrollen von 2007 übernommen und angepasst. Die Daten aus den Standortdatenblättern (von den kantonalen NIS-Fachstellen abgegeben) sowie die des BAKOM wurden schon vor dem Kontrolltermin eingetragen. Die Netzbetreiber wurden vorgängig nicht über die Auswahl der zu untersuchenden Basisstationen informiert. Am Kontrolltermin auf der Zentrale des Betreibers wurden durch den Betreiber jeweils die aktuellen Daten jeder geprüften Basisstation über das interne Netzwerk auf eine Leinwand projiziert. Diese Daten wurden durch Ecosens in die vorbereiteten Tabellen übertragen. Bei einigen Betreibern war es möglich, einen unmittelbar generierten und per E-Mail übermittelten Auszug der projizierten Daten elektronisch in die vorbereiteten Tabellen einzulesen.

#### 3.1 Auswahl der Basisstationen

Verschiedene Auswahlverfahren

Von den kommerziellen Mobilfunkkonzessionären Swisscom, Sunrise und Orange war die Überprüfung von je 100 Basisstationen vorgesehen. Von den SBB sollten 40 Basisstationen überprüft werden. 50 Prozent der geprüften Basisstationen jedes Anbieters sollten zufällig ausgewählt werden, um eine möglichst repräsentative Aussage über alle Basisstationen eines Betreibers zu ermöglichen. Die andere Hälfte sollte durch die zuständige kantonale oder städtische NIS-Fachstelle bezeichnet werden, da man auf eine gezielte Auswahl nicht verzichten wollte.

Zufallsauswahl

Die Zufallsauswahl erfolgte pro Betreiber über alle seine Basisstationen in der Schweiz. Die Auswahl wurde mittels eines computerunterstützten randomisierten Verfahrens vorgenommen. Mikrozellen-Basisstationen wurden von der Stichprobe ausgeschlossen, da sie nicht ins QS-System eingebunden werden müssen.



Gezielte Auswahl durch  
die NIS-Fachstellen

Den kantonalen NIS-Fachstellen wurde die Anzahl Basisstationen pro Betreiber (je nach Anzahl Anlagen auf dem Kantonsgebiet) vorgegeben, um eine regelmässige Verteilung über die gesamte Schweiz zu erhalten. Es wurde eine Auswahl nach den folgenden Kriterien empfohlen:

- Fälle, bei denen der Anlagegrenzwert (AGW) gemäss rechnerischer Prognose nur knapp eingehalten wird.
- Fälle, bei denen bereits früher Unstimmigkeiten – insbesondere in der Datenbank des QS-Systems der Betreiber – festgestellt wurden.
- Anlagen mit verfügbarer Leistungsreduktion oder Anpassung der Sende-richtungen aufgrund einer Abnahmemessung.
- Mitbenutzungs-Standorte.

Die Aufteilung der geprüften Basisstationen pro Betreiber und Auswahlverfahren ist in Tabelle 1 dargestellt. Tabelle 2 zeigt die Verteilung pro Kanton. Abweichungen von der geplanten Anzahl Basisstationen werden weiter unten erläutert.

**Tabelle 1** Anzahl geprüfte Basisstationen nach Betreiber und Auswahlverfahren

	Zufallsauswahl	Auswahl NIS-Fachstellen	Total
<b>Orange</b>	64	57	<b>121</b>
<b>Sunrise</b>	57	52	<b>109</b>
<b>Swisscom</b>	56	62	<b>118</b>
<b>SBB</b>	19	16	<b>35</b>
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>187</b>	<b>383</b>

**Tabelle 2** Anzahl geprüfte Basisstationen nach Kanton und Auswahlverfahren

	Zufallsauswahl	Auswahl NIS-Fachstellen	Total
AG	10	13	23
AI	0	4	4
AR	3	3	6
BE	43	5	48
BL	6	5	11
BS	7	6	13
FR	7	10	17
GE	13	10	23
GL	1	4	5
GR	5	8	13
JU	3	6	9
LU	2	11	13
NE	5	8	13
NW	0	3	3
OW	1	3	4
SG	15	8	23
SH	0	8	8
SO	3	8	11
SZ	1	4	5
TG	4	8	12
TI	14	9	23
UR	1	3	4
VD	13	13	26
VS	12	9	21
ZG	0	4	4
ZH	27	14	41
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>187</b>	<b>383</b>

Mitbenutzungs-  
Standorte

Bei Mitbenutzungs-Standorten waren jeweils die entsprechenden Basisstationen *aller* Betreiber zu überprüfen. Da gerade im Vorfeld der zufälligen Auswahl nicht bei allen Anlagen mit Bestimmtheit eruiert werden konnte, ob es sich um einen Mitbenutzungs-Standort handelt, resultierte pro kommerziellem Betreiber schliesslich eine grössere Anzahl an zu überprüfenden Basisstationen als ursprünglich vorgesehen. Die Verteilung von Anlagen mit mehreren Betreibern ist in Tabelle 3 ersichtlich. Die ausgewählten 383 Basisstationen bilden 312 Anlagen im Sinne der NISV (siehe Tabelle 3).

Eine Excel-Tabelle pro Basisstation

Für alle Basisstationen der ausgewählten Stichproben wurden bei den kantonalen NIS-Fachstellen die Standortdatenblätter eingefordert. Daraus wurden die Bewilligungsdaten manuell in die dafür vorbereiteten Excel-Tabellen eingetragen. Ein Beispiel einer solchen Excel-Tabelle ist im Anhang A enthalten.

**Tabelle 3** Anzahl geprüfte Anlagen nach Anzahl Betreiber pro Anlage und Auswahlverfahren (Polycom wird bei 5 gemeinsamen Anlagen als Betreiber (Spalte 1) mitgezählt, die Polycom-Basisstationen wurden jedoch nicht geprüft und sind somit in der letzten Spalte nicht inbegriffen).

	Zufallsauswahl	Auswahl NIS-Fachstellen	Total Anlagen	Total geprüfte Basisstationen (ohne Polycom)
<b>4 Betreiber</b>	1	2	<b>3</b>	<b>9</b>
<b>3 Betreiber</b>	11	8	<b>19</b>	<b>56</b>
<b>2 Betreiber</b>	18	11	<b>29</b>	<b>57</b>
<b>1 Betreiber</b>	124	137	<b>261</b>	<b>261</b>
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>158</b>	<b>312</b>	<b>383</b>

### 3.2 Vorprüfung

Prüfung der QS-Systeme anhand einer Checkliste

Vor der eigentlichen Stichprobenkontrolle fand bei allen Betreibern eine Vorprüfung statt. Im Rahmen dieser Vorprüfung wurden die QS-Systeme anhand einer Checkliste auf konzeptioneller Ebene durchleuchtet. Dabei wurden der Aufbau der Datenbank, die Erhebung der Daten, die Daten-Eingabe sowie die Kontrollmechanismen und der Datenexport in die NIS-Datenbank des BAKOM evaluiert. Zur Datenerhebung gehören beispielsweise auch die Abläufe bei einem Neubau oder Umbau einer Antenne. Bei jedem Betreiber wurde bewusst eine Fehlermeldung provoziert, um die Kontrollmechanismen und Fehlerprotokolle zu prüfen. Dabei blieben die aktuellen Betriebseinstellungen unverändert. Es wurde lediglich temporär ein Bewilligungsparameter (Sendeleistung oder -richtung) so eingegeben, dass die entsprechende Betriebseinstellung ausserhalb dieser temporären Einschränkung lag, oder es wurde für den Azimut in den Betriebseinstellungen temporär ein fiktiver Wert eingegeben, der ausserhalb der Bewilligung lag. Die Vorprüfung ermöglichte zudem einen Probelauf der Stichprobenkontrolle und erlaubte, die Tauglichkeit der eingesetzten Excel-Formulare zu überprüfen. Die Ergebnisse der Vorprüfung werden pro Betreiber einzeln beschrieben (vgl. Kapitel 5).

### 3.3 Auswertung

Auswertung erfolgt pro Betreiber

In der Auswertung der Stichprobenkontrollen (Kapitel 6) werden zuerst die allgemeinen Resultate kurz dargestellt. Danach folgt die Auswertung pro Betreiber. Dabei wird jeweils zwischen den zufällig ausgewählten Basisstatio-

nen und der gezielten Auswahl der NIS-Fachstellen unterschieden, weil die NIS-Fachstellen gezielt potenzielle oder bekannte Problemfälle aussuchen sollten. Demgegenüber ist bei der Zufallsauswahl ein repräsentativeres Ergebnis aller Anlagen eines Betreibers zu erwarten.

Pro Basisstation wurden die folgenden Punkte überprüft:

- Ist das von der NIS-Fachstelle übermittelte Standortdatenblatt mit jenem des Betreibers identisch und in der Datenbank aktiv geschaltet (Referenz ist das Erstellungsdatum)?
- Sind die Bewilligungsdaten korrekt hinterlegt?
- Wird die Anlage bewilligungskonform betrieben, d.h. stimmen die Betriebsdaten mit den Bewilligungsdaten überein?
- Werden die Betriebsdaten korrekt in die Antennendatenbank des BAKOM exportiert?

Kategorisierung der Unstimmigkeiten nach Relevanz

Bei Unstimmigkeiten wurde deren Relevanz abgeklärt. Erstens wurde unterschieden, ob der aktuelle Betrieb bewilligungskonform ist oder nicht. War der Betrieb bewilligungskonform aber die Bewilligungsdaten falsch hinterlegt, so dass ein nicht bewilligungskonformer Betrieb ohne Fehlermeldung möglich wäre, wurde unterschieden, ob der AGW in jedem Fall eingehalten ist oder ob ein Potenzial für eine AGW-Überschreitung besteht. War der Betrieb nicht bewilligungskonform, wurden die folgenden vier Fälle unterschieden:

- AGW überschritten
- AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung ohne Fehlermeldung vorhanden
- Höhere NIS-Belastung an OMEN als gemäss Standortdatenblatt, aber AGW eingehalten
- Kein oder nur geringfügiger Einfluss auf die NIS-Belastung an OMEN, AGW eingehalten.

## 4 DATENGRUNDLAGEN

### 4.1 Standortdatenblätter

Rechnerische Prognose und Abnahmemessung

Mit jedem Baugesuch für eine Mobilfunksendeanlage erstellt der Betreiber ein Datenblatt über die gemäss NISV theoretisch maximal möglichen Immissionen im Umfeld der Antennen. In diesem Standortdatenblatt (siehe Vollzugsempfehlung zur NISV – Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, BUWAL (heute BAFU), Bern, 2002) sind die technischen Daten der Anlage sowie Informationen zur

Umgebung der Anlage enthalten. Darin wird belegt, dass an allen Orten für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA) und an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) rechnerisch die Immissionen nichtionisierender Strahlung unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte zu erwarten sind. Die Bewilligungsbehörde kann verordnen, dass nach Inbetriebnahme der Anlage eine Abnahmemessung durchgeführt wird. In der Regel wird eine solche verlangt, sobald die prognostizierte elektrische Feldstärke an einem OMEN den Anlagegrenzwert zu mehr als 80% ausschöpft. Zeigt der Beurteilungswert aus der Abnahmemessung, dass der Anlagegrenzwert nicht in jedem bewilligten Betriebszustand eingehalten wird, muss der Betrieb der Anlage soweit eingeschränkt werden, dass die Einhaltung des Grenzwerts gewährleistet wird. Das Standortdatenblatt muss vom Betreiber entsprechend geändert und der Behörde erneut eingereicht werden. Die ursprüngliche Bewilligung wird anschliessend gestützt auf das aktualisierte Standortdatenblatt angepasst.

Meldung aller Änderungen an die Behörde

Alle späteren standortdatenblatt-relevanten Änderungen an einer Anlage müssen von den Betreibern umgehend der Behörde gemeldet und das Standortdatenblatt muss aktualisiert werden. Je nach Relevanz genügt diese Meldung, oder es ist ein neues Bewilligungsverfahren einzuleiten. Der Vollzug ist in den einzelnen Kantonen in dieser Hinsicht allerdings nicht einheitlich.

Prüfung aller Betreiber bei Mitbenutzungs-Standorten

Für Mitbenutzungs-Standorte wird ein gemeinsames Standortdatenblatt verlangt. In der Stichprobenkontrolle wurden bei gemeinsamen Standortdatenblättern jeweils die Basisstationen aller Betreiber geprüft.

Standortdatenblätter der NIS-Fachstellen

War das neuste Standortdatenblatt erst kürzlich bewilligt worden, sollte die NIS-Fachstelle auch das vorherige mitliefern, da möglicherweise die entsprechende Änderung an der Anlage noch nicht realisiert wurde. Die Behörde erteilt zwar die Bewilligung für eine Änderung. Über den Zeitpunkt, wann diese umgesetzt wird, ist die NIS-Fachstelle in der Regel nicht informiert.

Kontrollierte Bewilligungsdaten

Bei der Stichprobenkontrolle wurden die folgenden Parameter aus den Standortdatenblättern mit den in der QS-Datenbank hinterlegten Bewilligungsdaten verglichen:

- Erstellungsdatum des Standortdatenblattes
- Sendeleistung (ERP)
- Horizontale Ausrichtung der Antennen (Azimut)
- mechanischer Neigungswinkel
- elektrischer Neigungswinkel
- Antennentyp
- Antennenhöhe

Diese Angaben entsprechen den NIS-relevanten Bewilligungsparametern, welchen die Anlagen für einen bewilligungskonformen Betrieb entsprechen müssen. Im Rundschreiben des BAFU vom 16.01.2006 ist nicht explizit erwähnt, dass die Antennenhöhe und der Antennentyp in die QS-Datenbank und in die Überprüfungsroutine aufgenommen werden müssen. Auch zum Erstellungsdatum oder zur Version des Standortdatenblattes spricht sich das Rundschreiben nicht aus. Es wurde offenbar stillschweigend vorausgesetzt, dass die Bewilligungsbehörde und der Betreiber das gleiche Standortdatenblatt als massgebend betrachten.

Standortdatenblätter  
nach Formatvorlage  
1998

Vor der Publikation der Vollzugsempfehlung im Jahr 2002 wurden die Standortdatenblätter nach einer Formatvorlage von 1998 ausgefüllt. Diese entspricht inhaltlich weitgehend den heutigen Standortdatenblättern. Im Gegensatz zur heutigen Praxis wurde damals jedoch noch nicht zwischen elektrischem und mechanischem Neigungswinkel unterschieden. Es war zudem nicht vorgesehen, für die Senderichtungen Winkelbereiche anzugeben, sondern nur fixe Winkel. Teilweise wurde aber zusätzlich zur fixen Angabe des Neigungswinkels durch Aufweitung des vertikalen Antennendiagramms implizit ein Winkelbereich beansprucht und in der Berechnung mit berücksichtigt. Da zur Zeit der Erstellung dieser Standortdatenblätter noch keine entsprechende Vollzugsempfehlung zur NISV vorlag, besteht bei der Übertragung dieser Standortdatenblätter in die Bewilligungsdaten der QS-Systeme ein gewisser Interpretationsspielraum. So ist es beispielsweise vertretbar, dass bei einer fixen Angabe eines Neigungswinkels in einem alten Standortdatenblatt ein Winkelbereich zwischen 0° und diesem Neigungswinkel verstanden werden kann. Zudem kann wegen der damals fehlenden Unterscheidung zwischen mechanischem und elektrischem Neigungswinkel nur die Summe dieser Winkelangaben als relevant für die Bewilligung verstanden werden. Liegt ein Standortdatenblatt nach alter Formatvorlage vor, konnte somit in der Stichprobenkontrolle lediglich der totale Neigungswinkel überprüft werden.

## 4.2 Betriebsdaten

Datenbank mit  
aktuellen Betriebsdaten

Unter Betriebsdaten sind die NIS-relevanten aktuellen Antenneneinstellungen und Sendeparameter zu verstehen, wie sie in der QS-Datenbank abgelegt sind. Die Überprüfung der effektiven Einstellungen und Installationen vor Ort war nicht Teil dieser Kontrolle. In der Vorprüfung wurde jedoch nach den internen Prozessen gefragt, welche gewährleisten, dass die Daten in den Datenbanken die effektiven Einstellungen korrekt wiedergeben (z.B. Abnahmeprotokolle).

Vergleich Betriebsdaten  
mit Bewilligungsdaten

Es wird kontrolliert, ob im QS-System die richtigen Bewilligungsparameter hinterlegt sind, und ob die Betriebsparameter im bewilligten Bereich sind. Diesen Vergleich führt das QS-System auch in der automatischen Prüfung auf die definierten Parameter (Sendeleistung und –richtung) durch (siehe Kapitel 4.3).

Berechnung der  
Sendeleistung ERP

Die Sendeleistung (ERP) wird aus verschiedenen Parametern berechnet: Antennengewinn (antennenspezifisch), Antennenzuleitungs­dämpfung (gemessen oder mit Herstellerangaben errechnet), Anzahl Sendeendstufen und eingestellte Sendeleistung pro Sendeendstufe. Dieser sogenannte Leistungspfad wurde bei den drei kommerziellen Mobilfunkbetreibern für zehn Basisstationen nachgerechnet. Bei den SBB wurde der Leistungspfad bei fünf Basisstationen überprüft. Die resultierende Sendeleistung der geprüften Antennen war bei allen Betreibern identisch mit derjenigen der vorbereiteten Excel-Tabelle. Dies zeigte, dass die im System der Betreiber hinterlegte Formel für die Berechnung der Sendeleistung (ERP) korrekt ist. Daher wurde für die restlichen Basisstationen nur noch die Sendeleistung (ERP) als Formelergebnis verglichen.

### 4.3 Überprüfungs­routine

Die kommerziellen Betreiber und die SBB verfügen über ein software-basiertes System, welches für die definierten Parameter mindestens alle 24 Stunden einmal die aktuellen Betriebsdaten ihrer Basisstationen mit den in der QS-Datenbank hinterlegten Bewilligungsdaten vergleicht. Bei Abweichungen werden automatisch Fehlermeldungen generiert, welche per E-Mail an die verantwortlichen Personen gesandt werden. Der Fehler muss innerhalb von 24 Stunden für Änderungen, die ferngesteuert vorgenommen werden, bzw. 5 Arbeitstagen für Änderungen, die vor Ort ausgeführt werden müssen, behoben sein. Alle zwei Monate werden zudem die vom System generierten Fehlerprotokolle mit den aufgetretenen Fehlermeldungen der zuständigen Vollzugsbehörde zugestellt.

### 4.4 Antennendatenbank des BAKOM

Die Antennendatenbank des BAKOM wurde für die Frequenzkoordination konzipiert. Alle aktuellen Betriebsparameter werden von den Betreibern alle zwei Wochen aus ihren QS-System über­mittelt. Diese Daten sind nicht öffentlich zugänglich, können aber von den NIS-Fachstellen jederzeit eingesehen werden. Die Datenbank wurde so eingerichtet, dass neben den Betriebsparametern auch zu jeder Basisstation das aktuell gültige Standortdatenblatt abgelegt werden kann.

Kontrollierte Angaben

Bei der durchgeführten Kontrolle wurden folgende drei Parameter auf Übereinstimmung zwischen der Betriebsdatenbank des QS-Systems und der Antennendatenbank des BAKOM überprüft:

- aktuelle Sendeleistung (ERP)
- Azimut
- totaler Neigungswinkel der Antenne (mechanisch und elektrisch)

Es wurde nur das Total des Neigungswinkels verglichen, da der mechanische und elektrische Neigungswinkel in der Antennendatenbank des BAKOM nicht separat verfügbar sind.

## 5 ERGEBNISSE AUS DER VORPRÜFUNG

Die Vorprüfung zeigte auf, dass sich die vorprogrammierten Excel-Formulare für die Stichprobenkontrollen bei allen Betreibern eigneten und in der vorliegenden Form eingesetzt werden konnten.

SGS-Zertifizierung Im Weiteren wurde im Rahmen der Vorprüfungen bestätigt, dass alle Betreiber über ein von einer unabhängigen Stelle (SGS) zertifiziertes QS-System verfügen. Alle 4 Betreiber waren in der Lage, im Rahmen der Vorprüfungen ihr QS-System im Detail zu präsentieren.

Forcierte Fehlereingabe Bei den vier Betreibern wurde die automatische Kontrollroutine überprüft. Durch eine gezielte Fehleingabe wurde eine Fehlermeldung herbeigeführt, damit die entsprechenden Prozesse nachverfolgt werden können. Dabei wurde im System entweder der eingetragene Wert für die bewilligte Sendeleistung einer Anlage derart reduziert, dass die Betriebseinstellung ausserhalb der fiktiven Bewilligung lag, oder der Eintrag für den Azimut wurde in der Betriebsdatenbank so verändert, dass er nicht mehr der Bewilligung entsprach. Bei allen vier Betreibern wurde der Fehler vom System erkannt, und dieses löste auch die erforderlichen Fehlermeldungen an die verantwortlichen Personen aus. Diese forcierten Fehlermeldungen mussten der Vollzugsbehörde nicht gemeldet werden.

Die wichtigsten betreiberspezifischen Erkenntnisse aus den Vorprüfungen sind in den nachfolgenden Abschnitten zusammengefasst.

### 5.1 Orange

Die Firma Orange Communications SA hat die Planung, den Bau und den Unterhalt ihres Mobilfunknetzes an die Firma Alcatel-Lucent Schweiz AG (Alcatel-Lucent) übergeben. Daher fanden die Vorprüfung und die Stichprobenkontrolle bei Alcatel-Lucent statt. Gegenüber den Behörden ist jedoch Orange Ansprechpartner und für das QS-System verantwortlich.

#### 5.1.1 QS-System

Das QS-System von Orange, respektive von Alcatel-Lucent, entspricht den Vorgaben von ISO 9001:2008. Das letzte Zertifikat wurde am 30. August 2010 ausgestellt. Im Rahmen der Zertifizierung wurden keine Korrekturmassnahmen



verlangt. Die Zertifizierungsstelle SGS wies auf Verbesserungsmöglichkeiten (zum Beispiel bezüglich der Mitarbeiterschulung) hin.

### 5.1.2 Datenerhebung, Hintergrundinformationen

Kontrolle der Neigungswinkel kann ausgeschaltet werden

Das von Alcatel-Lucent für Orange betriebene System lässt grundsätzlich keine Eingabe von Antenneneinstellungen zu, welche nicht den bewilligten Einstellungen entsprechen. Einzige Ausnahmen sind die elektrischen und mechanischen Neigungswinkel sowie der Antennentyp. Der Chef des Roll-Outs hat die Möglichkeit, die separate Überprüfung von elektrischem und mechanischem Neigungswinkel auszuschalten – der totale Neigungswinkel muss allerdings laut Orange immer der Bewilligung entsprechen. Grundsätzlich kann im elektronischen System nur eine Änderung an einer Anlage vorgenommen werden, wenn ein entsprechendes Standortdatenblatt aktiviert ist.

Standortdatenblätter im Format 1998

Die Daten aus den Standortdatenblättern nach alter Formatvorlage von 1998 wurden manuell in die QS-Datenbank übertragen. Die Angaben zum bewilligten elektrischen Neigungswinkel wurden vielfach aus den aufgeweiteten Antennendiagrammen übernommen. Der mechanische Neigungswinkel wurde meist als Winkelbereich von Null Grad bis zum angegebenen fixen Winkel interpretiert.

Bauabnahme durch Drittfirma

Neue Anlagen werden nach Erstellung durch eine Drittfirma u.a. auch auf alle NIS-relevanten Einstellungen hin überprüft. Alte Anlagen werden im Rahmen von Änderungen routinemässig kontrolliert: Jeder Techniker hat die Pflicht, bei jeder Veränderung, welche er auf einer Anlage vor Ort oder auch ferngesteuert vornimmt, alle NIS-relevanten Einstellungen zu überprüfen. Bei Abweichungen muss er eine Anpassung der Einstellungen vor Ort, respektive der Eingaben in der Betriebsdatenbank (z.B. bei einer Veränderung der Betriebsparameter innerhalb des bewilligten Bereiches) veranlassen. Die Techniker müssen visieren, dass sie die Anlage überprüft haben und dass alle Einstellungen konform mit der Bewilligung sind.

Fehlermeldungen

Das System überprüft im 12-Stunden Rhythmus alle ferngesteuerten NIS-relevanten Einstellungen und weitere Parameter wie die Höhe und den Azimut. Aufgrund der Ergebnisse der Stichprobenkontrollen ist es allerdings nicht plausibel, dass die Höhe tatsächlich korrekt überprüft wird. Es wurden viele Abweichungen in der Höhe angetroffen, wovon keine eine Fehlermeldung ausgelöst hatte. Bei Abweichungen wird eine automatische Alarmierung generiert, welche die zuständigen Stellen bei Alcatel-Lucent sowie bei Orange informiert. Wurde eine Überschreitung der Sendeleistung festgestellt, reduziert das System die Ausgangsleistung automatisch um 2 dB, sofern der zuständige Radioplaner nicht innerhalb von 24 Stunden eine Anpassung vornimmt. Dies entspricht in etwa einer Reduktion der Sendeleistung um 35%.

## 5.2 Sunrise

Die Firma Sunrise Communications SA hat die Planung, den Bau und den Unterhalt ihres Mobilfunknetzes an die Firma Alcatel-Lucent Schweiz AG (Alcatel-Lucent) übergeben. Daher fanden die Vorprüfung und die Stichprobenkontrolle bei Alcatel-Lucent statt. Gegenüber den Behörden ist jedoch Sunrise Ansprechpartner und für das QS-System verantwortlich.

### 5.2.1 QS-System

Das QS-System von Sunrise, respektive von Alcatel-Lucent, entspricht den Vorgaben von ISO 9001:2008. Das Zertifikat wurde am 21. Dezember 2009 von SGS ausgestellt.

### 5.2.2 Datenerhebung, Hintergrundinformationen

Umfassende  
Überprüfung aller  
Anlagen

Im Jahr 2007 wurden die Sendeanlagen der Sunrise mit der neuen Technologie EDGE ausgestattet. In diesem Zusammenhang liess Sunrise alle ihre Anlagen auf ihre bauliche Richtigkeit überprüfen. Festgestellte Abweichungen wurden je nach Begebenheit an den Anlagen vor Ort oder in der Datenbank korrigiert.

Standortdatenblätter

Sunrise, respektive Alcatel-Lucent, lässt alle Standortdatenblätter mit dem Berechnungsprogramm Maximission berechnen. Bei der umfassenden internen Überprüfung im Jahr 2007 übertrug Sunrise auch alle älteren Standortdatenblätter in dieses Berechnungsprogramm. Der im alten Format (1998) angegebene fixe Neigungswinkel wurde als fixer mechanischer Winkel eingetragen. Eine allfällige Aufweitung oder Neigung der Antennendiagramme wurde zusätzlich als elektrischer Neigungswinkel (Winkelbereich bzw. fixer Wert) in das QS-System eingetragen. Dies ist eine plausible Interpretation der alten Standortdatenblätter.

Aktivierung einer  
Basisstation

Sobald ein Standortdatenblatt bewilligt ist, werden die entsprechenden Daten elektronisch ins System eingelesen und mit dem Planungsinstrument der Netzplaner verknüpft. Ab diesem Moment werden dort Eingaben, welche ausserhalb der bewilligten Werte liegen, rot hervorgehoben. Wird eine geplante Anlage realisiert oder eine Änderung implementiert, müssen die neuen Parameter vom Roll-Out-Planer im QS-System manuell aktiv geschaltet werden. Dabei wird automatisch das aktuell gültige Standortdatenblatt für die Prüfroutine hinterlegt. Liegen nach der Aktivierung immer noch Einstellungen ausserhalb der Bewilligung vor, löst dies umgehend eine Fehlermeldung aus.

Bauabnahme durch  
Alcatel-Lucent

Der Bau von neuen Sendeanlagen wird durch Subunternehmer ausgeführt. Nach Fertigstellung nimmt Alcatel-Lucent eine Abnahme vor, bei welcher unter anderem auch alle NIS-relevanten Parameter kontrolliert werden.

Fehlermeldungen

Die ferngesteuerten Betriebsparameter (Sendeleistung und elektrischer Neigungswinkel) werden einmal alle 24 Stunden mit den bewilligten Daten verglichen. Treten dabei Abweichungen auf, wird eine Alarmierung ausgelöst, welche automatisch die zuständigen Personen bei Alcatel-Lucent sowie gleichzeitig bei Sunrise informiert. Die Fehlerbehebung durch Alcatel-Lucent sowie die Einhaltung der vorgegebenen Fristen werden durch Sunrise überprüft.

## 5.3 Swisscom

### 5.3.1 QS-System

Die Swisscom verfügt über ein firmenübergreifendes prozessorientiertes QS-System (ISO 15504-2:2003), welches letztmals am 8./9. November 2010 durch die SGS rezertifiziert wurde. Dabei wurden weder Massnahmen noch Empfehlungen zu NIS-relevanten Prozessen formuliert.

### 5.3.2 Datenerhebung, Hintergrundinformationen

Alle NIS-relevanten Prozesse müssen nach definierten Prozessabläufen ausgeführt werden, welche intern überwacht werden. Die einzelnen Abläufe werden im elektronischen System von Swisscom dokumentiert und lassen sich nachverfolgen.

Bauabnahme durch Swisscom

Neue Anlagen werden durch eine externe Firma erstellt und von Swisscom abgenommen. Die gesamte Anlage mit allen Einstellungen wird dabei anhand eines separaten QS-Prozesses inkl. den erforderlichen Dokumenten im Detail überprüft. Wird bei einer bestehenden Anlage eine Änderung ausgeführt, visiert der ausführende Techniker die Richtigkeit der vorgenommenen Einstellungen. Zudem dokumentiert er diese fotografisch und legt dies im System von Swisscom ab.

Kontrolle von ferngesteuerten Änderungen

Ferngesteuert ausgeführte Einstellungen werden durch ein Vier-Augen-Prinzip kontrolliert. Eine vorgenommene Eingabe muss immer noch von einer zweiten Person und/oder einem Datenbankcheck freigegeben werden. Mit dieser personifizierten Freigabe bestätigt die zusätzliche Person, die Daten überprüft zu haben.

Standortdatenblätter

Swisscom lässt die Berechnung der Standortdatenblätter in einem eigenen Berechnungsprogramm ausführen, welches mit ihrem QS-System verknüpft ist. Auch hier lässt sich jede einzelne Änderung nachverfolgen. Das aktuell gültige Standortdatenblatt ist jeweils speziell markiert. Eine Sendeanlage kann nur betrieben werden, wenn im System ein Standortdatenblatt frei geschaltet ist. Bei Standortdatenblättern nach der alten Formatvorlage von 1998 wurden die Daten manuell ins QS-System eingepflegt. Der angegebene fixe Neigungswinkel gilt als Montagerichtung, d.h. als mechanischer Neigungswinkel und wurde auch

schon im Standortdatenblatt so benannt. Eine allfällige Aufweitung oder Neigung der Antennendiagramme (Winkelbereich bzw. fixer Wert) wurde als elektrischer Neigungswinkel ins QS-System eingetragen. Anhand der Antennendiagramme in den Standortdatenblättern konnten alle Einträge nachvollzogen werden.

Umfassende Kontrolle aller Anlagen

Im Jahr 2006 hat Swisscom alle Anlagen, wo erforderlich auch vor Ort, auf ihre Richtigkeit überprüft. Abweichungen wurden im Rahmen dieser Überprüfung behoben, entweder durch Anpassungen der Anlage vor Ort oder Korrekturen der Angaben in der Datenbank.

Fehlermeldungen

Eine Antenneneinstellung, welche nicht der Bewilligung entspricht, wird durch die 24-stündlich ausgeführte automatische Überprüfungsroutine festgestellt. Tritt ein Fehler auf, wird ein Ticket zur Fehlerbehebung ausgelöst. Der E-Mail-Verteiler ist derart aufgebaut, dass auch bei Abwesenheit einzelner Personen die Fehlerbehebung gewährleistet ist. Zudem wird der gesamte Prozess durch die zuständige technische Abteilung verfolgt, welche unter anderem die fristgerechte Ausführung der Fehlerbehebung überwacht und befugt ist, Sofortmassnahmen einzuleiten.

Antennentyp und -höhe (gemäss der umfassenden Überprüfung im Jahr 2006 (siehe oben) oder neueren Daten) werden monatlich, mittels einer Abfrage der bewilligten und aktuellen Werte, verglichen. Bei Diskrepanzen regelt der interne Prozess die Behebung des Missstands.

## 5.4 SBB

Im Gegensatz zu den kommerziellen Mobilfunkbetreibern verfolgen die SBB andere Interessen als die Versorgung von Kunden mit Mobilfunkdiensten. Das interne SBB-Mobilfunknetz (GSM-Rail) dient der betriebsinternen Kommunikation und der Sicherheit im Bahnbetrieb.

### 5.4.1 QS-System

Die SBB verfügen über ein prozessorientiertes QS-System (ISO 15 504), welches per 22.7.2010 rezertifiziert wurde. Dabei wurden keine NIS-relevanten Massnahmen gefordert.

### 5.4.2 Datenerhebung, Hintergrundinformationen

Zuverlässigkeit an erster Stelle

GSM-Rail unterstützt massgeblich die Sicherheit des Bahnverkehrs. Der Zuverlässigkeit des Systems wird daher seitens der SBB ein sehr hoher Stellenwert beigemessen. Alle NIS-relevanten Prozesse sind detailliert vorgegeben und in einem firmenübergreifenden QMS (Qualitäts-Management-

System) eingebettet. Zudem sind – u.a. in der Software – Kontrollmechanismen installiert, welche Fehler frühzeitig aufdecken.

Garantie für hinterlegte Bewilligungsdaten	Die Software der SBB lässt die Eingabe einer Antenneneinstellung nicht zu, wenn diese ausserhalb der Bewilligung liegt. Um zu garantieren, dass die bewilligten Daten im System vorliegen, werden diese Parameter aus dem von den Behörden bewilligten Standortdatenblatt manuell ins System übertragen. Von diesem werden sie mit den ursprünglichen Daten aus dem Berechnungsprogramm, mit welchem die Standortdatenblätter generiert wurden, verglichen. Allfällige Abweichungen zwischen ursprünglich geplanten Werten und den Angaben im bewilligten Standortdatenblatt müssen bewusst quittiert werden. Auf diese Weise kann einerseits vermieden werden, dass Daten falsch abgeschrieben werden, andererseits ist garantiert, dass wirklich die bewilligten Daten im System hinterlegt sind.
Standortdatenblätter	Die SBB verfügen nur über Standortdatenblätter nach Formatvorlagen nach 2002.
Änderungen an Antennen	Die SBB können die Sendeleistung der Antennen gemäss den allgemein gültigen GSM-Systemspezifikationen ferngesteuert konfigurieren. Alle anderen Änderungen, müssen vor Ort eingestellt werden.
Bauabnahme durch Dritte	Beim Bau neuer Anlagen wie auch bei Änderungen von bestehenden Anlagen führt eine Drittfirma eine Abnahme vor Ort aus, bei welcher u.a. alle NIS-relevanten Parameter überprüft werden.
Fehlermeldungen	Das System der SBB gleicht zweimal täglich die Betriebsdaten (Sendeleistungen sowie Azimut und Neigungswinkel) mit den bewilligten Daten ab. Bei Abweichungen wird eine Alarmierung ausgelöst, wobei alle verantwortlichen Stellen informiert werden. Die Fehlerbehebung wird intern überprüft und dokumentiert.

## 6 ERGEBNISSE DER STICHPROBENKONTROLLEN

Die Stichprobenkontrollen wurden bei den kommerziellen Mobilfunkanbietern und den SBB im Dezember 2010 und im Januar 2011 durchgeführt.

Unterschiedliche Versionen des Standortdatenblattes	Die meisten Differenzen zwischen den Angaben der Betreiber und jenen der kantonalen NIS-Fachstellen waren bei der Version des Standortdatenblattes vorhanden. Da die NIS-Fachstellen in der Regel keine Kenntnis darüber haben, wann eine Baubewilligung umgesetzt und damit das neue Standortdatenblatt aktiviert wird, sind Differenzen möglich. Dazu kommt, dass eine kantonale NIS-Fachstelle nicht immer über das aktuelle Standortdatenblatt verfügt, da die Netzbetreiber Aktualisierungen primär bei der kommunalen Bewilligungsbehörde einreichen. Ob die kantonale NIS-Fachstelle davon Kenntnis erhält, hängt
---	--

von der Organisation des Vollzugs und vom Informationsfluss zwischen den Gemeinden und der kantonalen Verwaltung ab. Auch bei korrektem Vorgehen aller Parteien können daher unterschiedliche Versionen von Standortdatenblättern vorkommen. Eine weitere Möglichkeit für Inkonsistenzen besteht bei Mitbenutzungs-Standorten: Im Idealfall sollte bei allen Betreibern dieselbe Version des gemeinsamen Standortdatenblattes aktiv geschaltet sein. Wenn ein neues gemeinsames Standortdatenblatt jedoch Änderungen mehrerer Betreiber enthält, welche zeitlich gestaffelt implementiert werden, kann bei einem Betreiber bereits die neuste Version, bei den anderen noch die frühere Version aktiviert sein.

Abweichende Versionen des als massgebend betrachteten Standortdatenblattes zwischen der kantonalen NIS-Fachstelle und den Betreibern oder zwischen Betreibern stellen daher a priori noch keinen Fehler dar. Sie dienen in der Stichprobenüberprüfung lediglich als Indiz, vertieft abzuklären, welches die massgebenden Bewilligungsdaten sind.

Antennenhöhen und  
Antennentyp

Die Antennenhöhe und der Antennentyp sind im BAFU-Rundschreiben nicht als vorgeschriebene Daten für das QS-System aufgeführt. Beide Angaben werden von den Betreibern zwar in die QS-Datenbank aufgenommen, jedoch nicht immer mit den Bewilligungsdaten abgeglichen. Dies ist nicht zu beanstanden. Sowohl Antennenhöhe als auch Antennentyp sind jedoch NIS-relevant und sollten zukünftig ins QS-System und in die Prüfroutine eingeschlossen werden.

## 6.1 Orange

Insgesamt 121 Basisstationen von Orange wurden bei der Stichprobenkontrolle überprüft. 64 davon waren zufällig ausgewählt worden, 57 hatten die NIS-Fachstellen bezeichnet. Die Stichprobenkontrollen fanden bei Alcatel-Lucent in Zürich statt. Bei den Stichprobenkontrollen waren je ein Vertreter von Alcatel-Lucent und eines weiteren Subunternehmers für Orange und z.T. Vertreter der NIS-Fachstellen anwesend.

### 6.1.1 Standortdatenblätter

Version Standortdaten-  
blatt

Bei 33 von 121 Basisstationen waren die von der Behörde übermittelten Standortdatenblätter nicht identisch mit den bei Orange im QS-System als aktiv hinterlegten (13 von den NIS-Fachstellen bestimmte, 20 zufällig ausgewählte). Bei 29 der betroffenen Standortdatenblätter ist die bei Orange aktive Version plausibel, oder die Einhaltung der bewilligten Daten ist auch mit der bei Orange aktiven Version gewährleistet. Das heisst, die Bewilligungsdaten sind in den unterschiedlichen Versionen identisch oder in der QS-Datenbank sind geringere bewilligte Leistungen verzeichnet als im Standortdatenblatt der Behörde.

Zwischenzustand von 2 Versionen des Standortdatenblattes

Bei einer Anlage mit plausibler Version des Standortdatenblattes hatten die beiden Mitbenutzer Orange und Swisscom im Jahr 2008 je einen Umbau ihrer Basisstationen geplant und dazu ein neues Standortdatenblatt eingereicht. Swisscom hat den Ausbau abgeschlossen und das neue Standortdatenblatt aktiviert. Hingegen hat Orange den Ausbau von UMTS gestrichen und betreibt die Basisstation nach dem alten Standortdatenblatt nur mit GSM 1800. Der Ist-Zustand der (gesamten) Anlage entspricht damit keinem der beiden Standortdatenblätter, da beim Ausbau von Orange in einem Sektor die Leistung von GSM 1800 zu Gunsten von UMTS reduziert worden wäre. Die heutige Sendeleistung in diesem Sektor hält nur die Vorgabe der alten Bewilligung ein. Eine AGW-Überschreitung ist rechnerisch nicht möglich, da die UMTS-Antennen nicht gebaut wurden und die Sendeleistung im neuen Standortdatenblatt gegenüber dem alten insgesamt höher ist. In Kapitel 8 wird eine Empfehlung abgegeben, wie die Einhaltung der Bewilligung in solchen Fällen gewährleistet werden kann.

Falsche Standortdatenblattversionen

Die vier Basisstationen, bei denen Orange eine falsche Standortdatenblattversion mit falschen Datensätzen hinterlegt hat, werden im nächsten Kapitel beschrieben. Es handelt sich um eine Basisstation, bei welcher der AGW in jedem Fall eingehalten wird und um drei Basisstationen mit potenzieller AGW-Überschreitung ohne Erkennung durch die Kontrollroutine.

### 6.1.2 Überprüfung der QS-Datenbank

Eine Übersicht über die Auswirkungen der angetroffenen Fehler ist in Tabelle 4 ersichtlich.

Eine Basisstation mit nicht bewilligungskonformer Sendeleistung ohne AGW-Überschreitung

Eine der zufällig ausgewählten Basisstationen wurde nicht bewilligungskonform betrieben. Die Sendeleistungen mussten bei dieser Basisstation in der Vergangenheit auf Anordnung der Behörde nach einer Stichprobenkontrolle durch die kantonale NIS-Fachstelle auf der Zentrale des Betreibers angepasst werden. Dabei standen die Bereinigung der Antennentypen und die Aufteilung der Leistung auf die verschiedenen Funkdienste im Vordergrund. Das Standortdatenblatt, welches mit den neuen Betriebsparametern berechnet und bewilligt wurde, wurde jedoch nicht ins QS-System eingelesen. Es fand auch keine manuelle Anpassung der Bewilligungsparameter statt. Der AGW am höchstbelasteten OMEN ist gemäss dem aktualisierten, im QS-System jedoch nicht hinterlegten Standortdatenblatt zu 83 % ausgenutzt. Die vorgefundene aktuelle Sendeleistung war bei einer Antenne um 107 W ERP zu hoch. Der AGW wird jedoch an allen OMEN eingehalten. Diese Situation mit zu viel Leistung bestand seit etwa zwei Wochen vor der Stichprobenkontrolle im Dezember 2010 und wurde nach dem Erkennen während der Kontrolle innerhalb einer halben Stunde behoben. Die nicht angepassten Bewilligungsparameter im QS-System hätten den Betrieb der Anlage mit einer um 860 W ERP zu hohen Sendeleistung ermöglicht, ohne dass dies durch die Kontrollroutine erkannt worden wäre. Auch dann wäre jedoch der AGW weiterhin an allen OMEN eingehalten. Es

wurde also ein nicht bewilligungskonformer Betrieb ohne AGW-Überschreitung und ohne Potenzial zur AGW-Überschreitung festgestellt.

3 Basisstationen mit potenziell nicht bewilligungskonformem Betrieb mit potenzieller AGW-Überschreitung

Bei drei weiteren Basisstationen (eine davon zufällig ausgewählt) wurde eine Situation angetroffen, bei der nach einer Abnahmemessung auf Anordnung der Behörde die Betriebsparameter angepasst werden mussten. Auch ein neues entsprechendes Standortdatenblatt wurde erstellt. Das neue Standortdatenblatt wurde jedoch nicht ins QS-System eingelesen. Der seit der Abnahmemessung bestehende Betriebszustand ist bewilligungskonform, da seit der Anpassung der Betriebsparameter keine Veränderungen an den Einstellungen mehr vorgenommen wurden. Die Betriebsparameter könnten jedoch auch bei diesen drei Basisstationen ohne Fehlermeldung so geändert werden, dass die Bewilligung nicht mehr eingehalten ist. Da die Sendeparameter aufgrund einer Abnahmemessung angepasst wurden, würde bei der Rückkehr zu den ursprünglich für das erste Standortdatenblatt berechneten Werten der AGW überschritten. Die drei Basisstationen werden also bewilligungskonform betrieben, jedoch mit einem Potenzial für eine unerkannte AGW-Überschreitung.

Basisstationen mit nicht bewilligungskonformen Neigungswinkeln

Die meisten Fehler wurden in den Bewilligungs- und Betriebsdaten der Neigungswinkel angetroffen. 7 Basisstationen (5 zufällig und 2 gezielt ausgewählte) werden mit mechanischen oder elektrischen Neigungswinkeln betrieben, die nicht dem Standortdatenblatt entsprechen, ohne dass die Kontrollroutine den Fehler meldet. Der Grund für die fehlende Fehlermeldung liegt darin, dass die separate Überprüfung der elektrischen und mechanischen Neigungswinkel vom Leiter des Roll-Out ausgeschaltet werden kann und dass von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht wurde. Der totale Neigungswinkel wird jedoch auch bei ausgeschalteter separater Kontrolle immer durch die Überprüfungsroutine kontrolliert und war bei allen Basisstationen eingehalten. Der Einfluss auf die NIS-Situation war gering. Der AGW wurde überall eingehalten. Das Bundesgericht hat jedoch mehrmals bestätigt (Urteile 1A.116/2005 und 1A.120/2005 vom 31.5.2006, Urteil 1A.57/2006 vom 6.9.2006), dass elektrische und mechanische Neigungswinkel im Standortdatenblatt separat zu deklarieren sind und dass diese Spezifikationen im Betrieb eingehalten werden müssen. Entsprechend wird auch gemäss Rundschreiben des BAFU die separate Deklaration und Kontrolle von elektrischem und mechanischem Neigungswinkel im QS-System verlangt.

Standortdatenblätter nach Formatvorlage 1998

Bei 12 Basisstationen (9 zufällig und 3 gezielt ausgewählte) mit bewilligtem Standortdatenblatt nach Formatvorlage von 1998 wurden folgende Interpretationen der Neigungswinkel akzeptiert:

- Der im Standortdatenblatt enthaltene fixe Neigungswinkel wurde als maximal zulässiger totaler Neigungswinkel interpretiert. Daher ist in den Bewilligungsdaten des QS-System ein Bereich bis zu diesem fixen Winkel eingetragen.



- Es wird nicht zwischen mechanischem und elektrischem Neigungswinkel unterschieden, sondern lediglich die Summe dieser beiden Winkel beurteilt. Dies gilt auch dann, wenn der elektrische Neigungswinkel im Standortdatenblatt nicht explizit ausgewiesen, sondern nur aus dem aufgeweiteten Antennendiagramm ersichtlich ist.

Die Summe der während der Kontrolle eingestellten Neigungswinkel lag in allen Fällen innerhalb dieses Interpretationsspielraumes.

Tabelle 4 Resultat der Überprüfung der QS-Datenbank von Orange

Orange		Zufallsauswahl (Total 64)	Auswahl NIS- Fachstellen (Total 57)
Alle Daten korrekt; Betrieb bewilligungs- konform	AGW eingehalten	57	52
Spezialfall <sup>5</sup>	AGW eingehalten	0	1
Betrieb bewilligungs- konform; nicht konformer Betrieb wäre jedoch ohne Fehlermeldung möglich	AGW in jedem Fall eingehalten	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	1	2
Betrieb nicht bewilligungskonform	AGW-Überschreitung	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
	AGW eingehalten, höhere NIS- Belastung an OMEN	1	0
	AGW eingehalten, kein oder nur geringfügiger Einfluss auf die NIS-Belastung an OMEN	5	2
Datenübergabe an BAKOM	Fehlerfrei	64	57
	Fehlerhaft	0	0

### 6.1.3 Überprüfung weiterer Parameter

Installierte Nachfolge-  
modelle von bewilligten  
Antennentypen

Bei 13 der zufällig ausgewählten und bei 1 der gezielt ausgewählten Basisstationen entsprechen die installierten Antennentypen nicht den Angaben im Standortdatenblatt. Es handelt sich um die Installation von Nachfolgemodellen mit vergleichbarem Antennendiagramm. Nicht berücksichtigt ist bei diesen

<sup>5</sup> Zwischenzustand einer bewilligten Änderung bei Standort-Mitbenutzung: Mitbenutzer hat Änderung ausgeführt, Orange verzichtet auf Änderung und betreibt die Basisstation nach der alten Bewilligung.

Zahlen der Ersatz der Kathrein Antenne K 742234 durch K 742236, da dieser den NIS-Fachstellen in Form einer Liste der betroffenen Basisstationen mitgeteilt wurde. Einige NIS-Fachstellen verlangen für Änderungen des Antennentyps ein aktualisiertes Standortdatenblatt. Die Anforderungen und die Praxis der Vollzugsbehörden sind diesbezüglich jedoch nicht einheitlich. Fehlermeldungen bezüglich des Antennentyps können im QS-System von Orange in begründeten Einzelfällen manuell unterdrückt werden. Die Unterdrückung war bei allen Basisstationen mit neuem Antennentyp eingeschaltet. Da die Betreiber bisher nicht explizit verpflichtet sind, den Antennentyp ins QS-System aufzunehmen, werden diese Diskrepanzen vorliegend nicht als Fehler gewertet.

Antennenhöhe

Bei 14 Basisstationen stimmen die Angaben über die installierte Antennenhöhe in der Betriebsdatenbank nicht mit der bewilligten Höhe gemäss Standortdatenblatt überein. Die Antennenhöhe wird im QS-System nicht kontrolliert, ist jedoch in der QS-Datenbank sowohl bei den Bewilligungs- als auch den Betriebsdaten enthalten. Die Daten sind teilweise ohne Kommastellen angegeben. Bei 10 Basisstationen sind die Antennen gemäss Betriebsdatenbank um mehr als 0.2 m zu hoch montiert (das Maximum der angetroffenen Abweichung beträgt 6 m).

In 4 Fällen ist die Antennenhöhe in der Betriebsdatenbank tiefer als im Standortdatenblatt angegeben. Bei einer unter ihnen ist die Angabe in der Betriebsdatenbank offensichtlich unrealistisch. Dies ist daran zu erkennen, dass das Flachdach, auf welchem die Antennen stehen (und wo sich der OKA befindet), höher ist als die Antennenhöhe in der Betriebsdatenbank. Bei zwei Basisstationen ist diese Situation bezüglich OMEN und OKA unproblematisch. Bei der vierten Basisstation ist ein Einfluss auf die NIS-Belastung vorhanden, der AGW ist jedoch eingehalten.

#### **6.1.4 Antennendatenbank des BAKOM**

Die Übermittlung der Betriebsdaten an die Antennendatenbank des BAKOM funktioniert einwandfrei. Bei den geprüften Basisstationen wurden zwischen der letzten Übermittlung und der Stichprobenkontrolle keine Veränderungen vorgenommen.

## **6.2 Sunrise**

109 Sunrise-Basisstationen wurden geprüft, wovon 57 durch den Zufallsgenerator bestimmt und 52 von den NIS-Fachstellen gezielt ausgewählt wurden. Die Stichprobenkontrolle fand bei Alcatel-Lucent in Zürich statt. Anwesend bei den Stichprobenkontrollen waren ein Vertreter von Alcatel-Lucent und z.T. Vertreter der NIS-Fachstellen.

### 6.2.1 Standortdatenblätter

Version Standortdatenblatt

Bei 10 der zufällig ausgewählten Basisstationen und bei 11 der durch die NIS-Fachstellen bestimmten Basisstationen entsprach die Version des Standortdatenblattes, welches die NIS-Fachstelle übermittelt hat, nicht derjenigen, welche bei Sunrise aktiviert ist. Bei neun Standortdatenblättern sind die Bewilligungsdaten beider Versionen identisch oder es sind in der Datenbank geringere Leistungen eingetragen als im neusten Standortdatenblatt. Bei den verbleibenden 12 Basisstationen ist es plausibel, dass das bei Sunrise aktive Standortdatenblatt massgebend ist.

### 6.2.2 Überprüfung der QS-Datenbank

Bei der Kontrolle der 109 Basisstationen von Sunrise wurden drei Basisstationen angetroffen, welche nicht bewilligungskonform betrieben wurden (siehe Tabelle 5).

Eine Basisstation mit nicht bewilligungskonformer Sendeleistung ohne Potenzial für AGW-Überschreitung

Bei einer von einer NIS-Fachstelle ausgewählten Basisstation war die bei Sunrise hinterlegte bewilligte Sendeleistung (1000 Watt ERP) für einen Sektor höher als die tatsächlich bewilligte Sendeleistung (632 Watt ERP). Der Sektor konnte also ohne Fehlermeldung mit einer nicht bewilligten Sendeleistung betrieben werden. Die eingestellte Sendeleistung lag mit 968 W ERP auch tatsächlich über der bewilligten, führte rechnerisch jedoch zu keiner AGW-Überschreitung.

Eine Basisstation mit nicht bewilligungskonformer Senderichtung ohne Potenzial für AGW-Überschreitung

Bei einer zufällig ausgewählten Basisstation wurde im Standortdatenblatt nur der totale Neigungswinkel ausgewiesen. Die Felder für die Angabe des mechanischen und des elektrischen Neigungswinkels sind leer. Die Antennendiagramme zeigen, dass ein elektrischer Neigungswinkel einberechnet ist. Der im Standortdatenblatt angegebene totale Neigungswinkel wurde als mechanischer Winkel in die Bewilligungsdaten des QS-Systems aufgenommen, die in den Antennendiagrammen ausgewiesenen Neigungswinkel zusätzlich als Bereiche für den elektrischen Neigungswinkel. Diese Übertragung des Standortdatenblattes in die Bewilligungsdaten des QS-Systems ist unzulässig und erlaubt einen ausserhalb des bewilligten Werts liegenden totalen Neigungswinkel, ohne dass die Kontrollroutine des QS-Systems diese feststellen könnte. In der Tat wurde diese Basisstation in zwei Sektoren mit einem zu weit nach unten neigenden, totalen Neigungswinkel betrieben. Rechnerisch resultiert daraus an den im Standortdatenblatt ausgewiesenen OMEN keine AGW-Überschreitung. Dies gilt auch für die maximal ohne Fehlermeldung möglichen Einstellungen.

Eine Basisstation mit nicht bewilligungskonformer Sendeleistung wegen falschem Status

Bei einer zufällig ausgewählten Basisstation war laut Sunrise seit ihrer Inbetriebnahme im Jahr 2005 auf zwei Sektoren 50 W ERP zu viel Leistung eingestellt. Die zu hohen Leistungen wurden durch die Kontrollroutine nicht erkannt, da der Status der Basisstation nach deren Inbetriebnahme nicht auf „In Betrieb“ umgeschaltet worden war. Während der Planungs- und Bewilligungsphase einer

Basisstation wird die Prüfroutine noch nicht angewandt. Erst nach Abschluss der Arbeiten und der definitiven Aktivierung einer Basisstation wird deren Status entsprechend angepasst, und erst damit wird sie in die Kontrollroutine aufgenommen. Die Basisstation wurde also nicht bewilligungskonform betrieben. Laut Sunrise wurde in der Abnahmemessung durch die Messfirma bestätigt, dass der AGW eingehalten ist. Ein Messprotokoll von 2009 wurde vorgelegt. Es ist jedoch unklar, warum bei dieser Messung im Jahr 2009 die zu hohen Sendeleistungen nicht erkannt wurden. Die erhöhte Leistung wurde sofort nach dem Erkennen bei der Stichprobenkontrolle korrigiert. Damit dieser Fehler in Zukunft vermieden wird, wurde nach der Stichprobenkontrolle ein entsprechender Prüfungsschritt im Dokument für die funktechnische Abnahme implementiert.

Es sind keine weiteren falschen Bewilligungsdaten vorhanden, welche einen von der Kontrollroutine unerkannten Betrieb ausserhalb der Bewilligung ermöglichen würden.

**Tabelle 5 Resultat der Überprüfung der QS-Datenbank von Sunrise**

Sunrise		Zufallsauswahl (Total 57)	Auswahl NIS- Fachstellen (Total 52)
Alle Daten korrekt; Betrieb bewilligungs- konform	AGW eingehalten	55	51
Betrieb bewilligungs- konform; nicht konformer Betrieb wäre jedoch ohne Fehlermeldung möglich	AGW in jedem Fall eingehalten	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
Betrieb nicht bewilligungskonform	AGW-Überschreitung	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
	AGW eingehalten, höhere NIS- Belastung an OMEN	2	1
	AGW eingehalten, kein oder nur geringfügiger Einfluss auf die NIS-Belastung an OMEN	0	0
Datenübergabe an BAKOM	Fehlerfrei	56	50
	Fehlerhaft	1	2

### 6.2.3 Überprüfung weiterer Parameter

Die Datenbankeinträge der Antennenhöhe und des Antennentyps wurden ebenfalls kontrolliert. Die installierten Antennentypen gemäss Betriebsdatenbank stimmten alle mit den bewilligten Antennentypen gemäss aktivem Standortdatenblatt in der QS-Datenbank überein.

Antennenhöhen

Die Antennenhöhen waren bei einer Basisstation um einen Meter zu hoch. Dies hat keine negativen Auswirkungen auf die NIS-Situation. Eine Basisstation weist in der Betriebsdatenbank einen falschen Wert für die Antennenhöhe auf. Bei diesem Mitbenutzungs-Standort sind alle Antennen auf einem Silo auf 33 bis 35 m Höhe montiert, die in der Betriebsdatenbank verzeichnete Antennenhöhe von 20 m kann nicht der Realität entsprechen. Die Basisstation wird bewilligungskonform betrieben.

#### **6.2.4 Antennendatenbank des BAKOM**

Insgesamt fünf Basisstationen wiesen Unterschiede in den Daten zwischen der Antennendatenbank des BAKOM und der Datenbank des Betreibers auf. An zwei Basisstationen hat Sunrise zwischen der letzten Übertragung der Betriebsdaten an die Antennendatenbank des BAKOM Änderungen an den Einstellungen vorgenommen, was die Diskrepanz erklärt.

Drei unerklärte  
Unterschiede mit  
BAKOM-Daten

In den drei übrigen Fällen wurden die Einstellungen laut Auskunft am Kontrolltermin seit der letzten Datenübertragung ans BAKOM nicht verändert. In einem Fall war der Neigungswinkel eines Sektors in der Antennendatenbank des BAKOM mit 0° angegeben. Betreiberseitig waren -6° mechanischer Neigungswinkel verzeichnet. Im zweiten Fall fehlten die Einträge für die drei GSM 1800 Sektoren, während GSM 900 und UMTS korrekt eingetragen waren. Bei der dritten Basisstation fehlte der Eintrag für einen Sektor. Beim Kontrolltermin konnte Sunrise keinen Grund für diese Inkonsistenzen angeben. Im Nachgang erklärte Sunrise, die Basisstation mit dem falschen Neigungswinkel sei zum Zeitpunkt der Stichprobenkontrolle nicht in Betrieb gewesen, in der Antennendatenbank des BAKOM seien die alten Einstellungen eingetragen gewesen. In den zwei anderen Fällen sei der Grund für die fehlenden Einträge eine falsche Namensgebung der Sektoren gewesen.

### **6.3 Swisscom**

Von den 118 geprüften Swisscom-Basisstationen waren 56 durch den Zufalls-generator und 62 durch die NIS-Fachstellen ausgewählt worden. Anwesend bei der Stichprobenkontrolle waren zehn Vertreter von Swisscom (aus den einzelnen Aufgabenbereichen und für das Swisscom-interne Protokoll) und z.T. Vertreter der NIS-Fachstellen.

#### **6.3.1 Version Standortdatenblatt**

War das von der NIS-Fachstelle übermittelte Standortdatenblatt nicht identisch mit dem aktiven Standortdatenblatt in der Swisscom-Datenbank, konnte die Ursache in jedem Fall geklärt werden. Es war jeweils plausibel, dass dasjenige der Swisscom das aktuell gültige Standortdatenblatt ist. Bei den zufällig

ausgewählten Basisstationen waren bei 5 die Standortdatenblätter nicht identisch, bei den von den NIS-Fachstellen ausgesuchten waren es 13.

### 6.3.2 Überprüfung der QS-Datenbank

Die Bewilligungsdaten sind im QS-System der Swisscom fehlerfrei enthalten. Auch sind alle Betriebsdaten bewilligungskonform. Die Datenbank ist sehr gut gepflegt, und Mutationen werden sorgfältig dokumentiert (siehe Tabelle 6).

**Tabelle 6 Resultat der Überprüfung der QS-Datenbank von Swisscom**

Swisscom		Zufallsauswahl (Total 56)	Auswahl NIS- Fachstellen (Total 62)
Alle Daten korrekt; Betrieb bewilligungs- konform	AGW eingehalten	56	62
Betrieb bewilligungs- konform; nicht konformer Betrieb wäre jedoch ohne Fehlermeldung möglich	AGW in jedem Fall eingehalten	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
Betrieb nicht bewilligungskonform	AGW-Überschreitung	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
	AGW eingehalten, höhere NIS- Belastung an OMEN	0	0
	AGW eingehalten, kein oder nur geringfügiger Einfluss auf die NIS-Belastung an OMEN	0	0
Datenübergabe an BAKOM	Fehlerfrei	56	62
	Fehlerhaft	0	0

### 6.3.3 Überprüfung weiterer Parameter

Antennentyp

Der installierte Antennentyp ist bei allen Basisstationen bewilligungskonform. In einem Fall wurde die Antenne durch einen anderen Antennentyp ersetzt. Dies wurde der Behörde gemeldet und die Bestätigung der Behörde liegt vor.

Antennenhöhen

Für die Antennenhöhen verwendet Swisscom in der Betriebsdatenbank die Werte der Antennenunterkante. Dies vereinfacht den Vergleich mit dem Standortdatenblatt. Bei einer Basisstation wurde, wie im Projektplan ersichtlich, die Antennenmitte in die QS-Datenbank aufgenommen. Die installierte Höhe ist korrekt. Bei zwei geprüften Basisstationen ist die in der QS-Datenbank angegebene Höhe tiefer als die bewilligte Höhe. Bei einer handelt es sich um einen

Mitbenutzungs-Standort mit einem Standortdatenblatt aus dem Jahr 2004, bei dem auch die Höhe eines Mitbenutzers nicht korrekt ist (Swisscom 0.5 m zu tief, Mitbenutzer 0.5 m zu hoch). Auch wenn die volle bewilligte Sendeleistung ausgenutzt würde, wäre der AGW weiterhin eingehalten. Eine weitere Basisstation verfügt über falsche Einträge für die Antennenhöhen. Die Höhen zweier Antennen sind 0.7 m zu hoch in der Betriebsdatenbank eingetragen, die Höhen von vier Antennen um 0.8 m zu tief. Auch wenn die Sendeleistungen zu 100 % ausgenutzt würden, wäre der AGW weiterhin eingehalten.

#### **6.3.4 Antennendatenbank des BAKOM**

Bei insgesamt 7 der 118 kontrollierten Basisstationen waren in der Antennendatenbank des BAKOM verglichen mit den Betriebsdaten von Swisscom zum Zeitpunkt der Kontrolle keine oder andere Daten für einzelne Dienste vorhanden. Die Datenlieferung ans BAKOM war in allen Fällen korrekt; alle Unterschiede konnten auf Inbetriebnahmen, Abschaltungen (z. B. defekte Antenne) oder Ausfälle dieser Anlagen oder Dienste zwischen der letzten Aktualisierung der BAKOM-Datenbank und der Stichprobenkontrolle zurückgeführt werden.

Es sind keine fehlerhaften Einträge vorhanden.

### **6.4 SBB**

19 zufällig ausgewählte und 16 spezifisch ausgesuchte Basisstationen der SBB wurden kontrolliert. Eine der spezifisch ausgesuchten Basisstationen war allerdings noch nicht in Betrieb. Anwesend bei der Stichprobenkontrolle waren fünf Vertreter der SBB, ein Vertreter der für die SBB zuständigen NIS-Fachstelle (Bundesamt für Verkehr, BAV) und z.T. Vertreter der kantonalen NIS-Fachstellen.

#### **6.4.1 Version Standortdatenblatt**

Bei einer der zufällig ausgewählten Basisstationen war die Version des bei den SBB aktiv geschalteten Standortdatenblatts nicht identisch mit derjenigen der NIS-Fachstelle. Bei den durch die NIS-Fachstellen ausgesuchten Basisstationen waren es drei. Bei einer davon ist die bewilligte Änderung noch nicht umgesetzt worden, d.h. die Basisstation wird noch konform zur alten Bewilligung betrieben. Bei einem Mitbenutzungs-Standort musste ein neues Standortdatenblatt erstellt werden, da der Mitbenutzer eine Änderung beantragt hatte. Das neue Standortdatenblatt ist zwar bei den SBB abgelegt, aber nie aktiv geschaltet worden. Die SBB erwarten vor der Aktivierung eines Standortdatenblattes eine offizielle (von der Behörde gestempelte) Meldung. Da die verantwortliche Behörde die Information des Mitbenutzers über die Aktivierung des neuen Standortdatenblattes lediglich zur Kenntnis genommen hat, aber keine offizielle Bestätigung versandt hat, wurde die Änderung nicht ins QS-System der

SBB übernommen. Bei den restlichen zwei Basisstationen mit unterschiedlicher Standortdatenblattversion waren die Bewilligungsdaten jeweils unverändert in den beiden Standortdatenblattversionen.

### 6.4.2 Überprüfung der QS-Datenbank

Alle Bewilligungsdaten der überprüften Basisstationen sind korrekt. Der Betrieb aller geprüften Basisstationen ist bewilligungskonform (siehe Tabelle 7).

**Tabelle 7 Resultat der Überprüfung der QS-Datenbank der SBB**

SBB		Zufallsauswahl (Total 19)	Auswahl NIS- Fachstellen (Total 16)
Alle Daten korrekt; Betrieb bewilligungs- konform	AGW eingehalten	19	15
Anlage noch nicht in Betrieb			1
Betrieb bewilligungs- konform; nicht konformer Betrieb wäre jedoch ohne Fehlermeldung möglich	AGW in jedem Fall eingehalten	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
Betrieb nicht bewilligungskonform	AGW-Überschreitung	0	0
	AGW im aktuellen Betrieb eingehalten; Potenzial für AGW-Überschreitung vorhanden	0	0
	AGW eingehalten, höhere NIS- Belastung an OMEN	0	0
	AGW eingehalten, kein oder nur geringfügiger Einfluss auf die NIS-Belastung an OMEN	0	0
Datenübergabe an BAKOM	Fehlerfrei	19	15
	Fehlerhaft	0	0

### 6.4.3 Überprüfung weiterer Parameter

Alle Einträge der Antennentypen und Antennenhöhen in der QS-Datenbank entsprechen der Bewilligung.

### 6.4.4 Antennendatenbank des BAKOM

Die Daten aus der Antennendatenbank des BAKOM stimmten zu 100% mit den Daten im QS-System der SBB überein.



## 7 GESAMTBEURTEILUNG

Anlagegrenzwert eingehalten	Alle 312 überprüften Anlagen, welche insgesamt 383 Basisstationen umfassen, hielten rechnerisch den Anlagegrenzwert im aktuellen Betrieb ein.
Tauglichkeit des QS-Systems	Orange, Sunrise, Swisscom und die SBB haben je ein taugliches QS-System aufgebaut, welches die Einhaltung des Anlagegrenzwertes gewährleistet, sofern die definierten Prozesse beachtet werden.
Datenqualität unterschiedlich	<p>Die Datenqualität und die Verbindlichkeit, mit der die Prozesse in der Praxis gelebt werden, sind bei den einzelnen Betreibern jedoch unterschiedlich gut. Swisscom und die SBB präsentierten sich diesbezüglich fehlerfrei.</p> <p>Bei drei Basisstationen von Orange war der Anlagegrenzwert im aktuellen Betrieb zwar eingehalten, hätte wegen falsch hinterlegter Bewilligungsdaten jedoch überschritten werden können, ohne dass das QS-System dies bemerkt hätte.</p> <p>In der QS-Datenbank von Orange wird bei sieben Basisstationen nur die Einhaltung des totalen Neigungswinkels überprüft. Dieser war zwar in Ordnung, aber die elektrischen oder mechanischen Neigungswinkel entsprachen nicht der Bewilligung. Der Einfluss auf die NIS-Immissionen durch diesen nicht bewilligungskonformen Betrieb ist jedoch gering. Eine Basisstation von Orange wurde bezüglich der Sendeleistung nicht bewilligungskonform betrieben. Die Einhaltung des Anlagegrenzwertes war jedoch in all diesen Fällen jederzeit gewährleistet.</p> <p>Bei Sunrise wurden drei Basisstationen mit nicht bewilligungskonformem Betrieb angetroffen, was bei zwei auf falsch hinterlegte Bewilligungsdaten, bei einer auf eine versäumte Datenaktivierung bei der Inbetriebnahme zurückzuführen ist. Die Einhaltung des Anlagegrenzwertes war jedoch jederzeit gewährleistet.</p>
Kein Unterschied zwischen zufälliger und gezielter Stichprobe	Die Ergebnisse der Kontrolle unterschieden sich nicht merklich zwischen der zufällig und der gezielt ausgewählten Stichprobe. Die wenigen festgestellten Abweichungen oder Fehler verteilen sich ungefähr gleichmässig auf die beiden Stichproben. Das Gesamtergebnis darf als repräsentativ für den ganzen Anlagebestand betrachtet werden.
Abgleich Mitbenutzungs-Standorte	Bei Mitbenutzungs-Standorten sind häufig unterschiedliche Standortdatenblattversionen aktiv. Es besteht weiterhin Handlungsbedarf bezüglich der Koordination des Zeitpunkts der Aktivierung eines neuen Standortdatenblattes. Auch der Informationsaustausch zwischen Betreibern und Behörden sollte diesbezüglich verbessert werden.
Empfehlungen 2007/2008	Aufgrund der Empfehlungen an die Mobilfunkbetreiber aus der Stichprobenkontrolle 2007 wurden folgende Verbesserungen erreicht:

- Die Bewilligungsdaten werden elektronisch eingelesen oder nach klar definierten Prozessen von Hand eingegeben und mit den geplanten Werten verglichen, was die Übereinstimmung von Standortdatenblatt und QS-Datenbank gewährleistet.
- Die Qualität der ans BAKOM übermittelten Betriebsdaten ist gut. Einzig bei Sunrise wurden bei drei Basisstationen Übertragungsfehler festgestellt.
- Bei Mitbenutzungs-Standorten sind klare Kommunikations-Prozesse definiert worden.
- In der QS-Datenbank wird jeweils ein einziges Standortdatenblatt aktiv hinterlegt. Neuere oder ältere haben einen separaten Status.

## 8 EMPFEHLUNGEN

Ecosens empfiehlt aufgrund der Analysen der QS-Systeme und der Stichprobenkontrollen folgende Massnahmen:

Massgebendes  
Standortdatenblatt

- Bei vielen Basisstationen erachten die NIS-Fachstellen ein anderes als das beim Betreiber aktivierte Standortdatenblatt als gültig. Dies zeigt, dass in den Kommunikationsabläufen innerhalb der Behörden und zwischen Behörden und Betreibern Verbesserungsbedarf besteht. Der Zeitpunkt der Umstellung einer Anlage auf den neuen Betriebszustand, und somit die Aktivierung des neuen Standortdatenblattes, sollte durch die Betreiber den NIS-Fachstellen bekannt gegeben werden. Diese sollten die erhaltenen Meldungen allen betroffenen Beteiligten bestätigen.

Antennendatenbank  
des BAKOM

- In der Antennendatenbank des BAKOM sollten zu jeder Basisstation die aktuell gültigen Bewilligungsdaten gemäss aktuellem Standortdatenblatt erfasst sein. Mit den Betriebsdaten sollten auch das Datum des aktuell aktiven Standortdatenblattes und dessen Versionsnummer hochgeladen werden. So könnten zukünftige Datenkontrollen einzig mit Hilfe dieser Datenbank durchgeführt werden. Einzig die innerhalb des zweiwöchentlichen Aktualisierungsrhythmus auftretenden Abweichungen müssten dann noch durch gezielte Rückfragen geklärt werden.

Kontrollen vor Ort

- Die Kontrollen für diesen Bericht haben sich auftragsgemäss auf die computergesteuerten Parameter und die Angaben in den Datenbanken beschränkt. Der Datenfluss von der realen Anlage in die Datenbank wurde zwar in der Vorprüfung im Grundsatz abgeklärt, im Einzelfall jedoch nicht überprüft. Für die vollständige Kontrolle sollte eine nächste Stichprobenkontrolle mit Kontrollen vor Ort an den Anlagen ergänzt werden.

Antennenhöhe und  
Antennentyp

- Die für die Immissionen in der Umgebung einer Basisstation relevante Höhe der Antennen musste bis anhin von den Betreibern nicht ausdrücklich ins QS-System aufgenommen werden. Die Überprüfungsroutine sollte ergänzt

werden, um die effektiv installierten Höhen (z.B. aus Abnahmeprotokollen oder Ausführungsplänen) mit den bewilligten Höhen vergleichen zu können. Auch der bewilligte Antennentyp sollte ins QS-System und in die Überprüfungsroutine aufgenommen werden. Zur Umsetzung dieser Massnahme sollten die Vorgaben der Behörden bezüglich Antennenaustausch vereinheitlicht werden. Bisher konnten Antennen je nach Vollzugspraxis der Behörden auch ohne Einreichen eines neuen Standortdatenblattes ausgetauscht werden.

Elektrischer und mechanischer Neigungswinkel

- Im QS-System von Orange sollten die elektrischen und mechanischen Neigungswinkel aller Antennen getrennt auf ihre Konformität mit der Bewilligung überprüft werden. Die heute vorliegende Umgehungsmöglichkeit ist nicht zulässig (mit Ausnahme von Bewilligungen, die noch auf der Basis des alten Standortdatenblatts (1998) erteilt wurden).

Mitbenutzungs-Standorte

- Bei Mitbenutzungs-Standorten können zwar auch bei korrektem Vorgehen unterschiedliche Standortdatenblattversionen pro Betreiber aktiviert sein. Die Anzahl der betroffenen Basisstationen, sowie teilweise das Alter der letzten Bewilligung, weisen jedoch darauf hin, dass Kommunikationslücken vorhanden sind. Ein obligatorischer Abgleich zwischen den Betreibern für alle Mitbenutzungs-Standorte, wie schon nach der Stichprobenkontrolle 2007 empfohlen, scheint angebracht.

Umbauten an Anlagen mit mehreren beteiligten Betreibern

- Damit bei Anlagen mit gemeinsamem Standortdatenblatt keine undefinierten Zwischenzustände (ein Betreiber hat schon umgebaut, der andere noch nicht) mehr vorkommen können, sollte das Vorgehen national vereinheitlicht werden. Der Umbau sollte zwischen den Betreibern koordiniert werden und von allen Beteiligten innerhalb einer maximalen Frist von beispielsweise sechs Monaten abgeschlossen sein. Ansonsten ist für alle Zwischenzustände zu belegen, dass der Anlagegrenzwert jederzeit an allen OMEN eingehalten ist. Wird von einem Betreiber der geplante Umbau innerhalb der behördlichen Frist für die Baubewilligung nicht umgesetzt, sollte ein neues Standortdatenblatt mit den aktuellen Einstellungen eingereicht werden.

Bewilligungsdaten

- Es sollte sichergestellt werden, dass den in den QS-Systemen von Orange und Sunrise definierten Prozessen zur Eingabe und Aktivierung der *Bewilligungsdaten* in der Bewilligungsdatenbank besser nachgelebt wird. Insbesondere sollte sichergestellt werden, dass Einschränkungen des bewilligten Betriebs nach einer Abnahmemessung in den Bewilligungsdaten des QS-Systems nachgetragen werden.

Wallisellen, den 18. Januar 2012

Ecosens AG



Albert von Däniken



Mirjam Halter

## **9 ANHANG**

**Anhang A:** Vorlage Excel-Formular

ANHANG A

Stichprobenkontrolle von Mobilfunk-Basisstationen für die Kontrollphase 2010/11 nach dem Rundschreiben des BAfU vom 16.01.06 und der Expertise des BAKOM vom 30.09.05 (Bundesgerichtsentscheide 1A.160/2004, 1A.116/2005 und 1A.120/2005)										
PLZ / Standortgemeinde:	Bemerkungen:									
Kanton:										
Auswahlverfahren:										
Netzbetreiber:										
Site-Share:										
Stationscode:										
Bewilligtes Standortdatenblatt gem. Kanton:										
Bewilligtes Standortdatenblatt gem. Betreiber:										
Betriebsdaten Datenbank NIS BAKOM vom:										
01 Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nummerierung gem. Datenbank Betreiber (Hilfszeile)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02 Nr. der Antenne										
03 Funkdienst / Frequenz (Mhz)										
04 Höhe der Antenne, bewilligt (UK)										
05 Höhe der Antenne, installiert (UK)										
04 Typenbezeichnung der Antenne, bewilligt										
05 Typenbezeichnung der Antenne, installiert										
06a Gewinn der Antenne $g_{ad}$ (dB=dBd)										
06b Gewinn der Antenne $g_{ai}$ (dB)	2.15									
07a Antennenzuleitungsämpfung a, gemessen (dB)										
07b a, in aktuell eingestellter Sendeleistung (Zeilen 11) enth. gerechnet										
08 Gesamt-Systemgewinn $g=10^{(g_{ad}-a)/10}$ (Faktor)										
09 Bewilligte Sendeleistung der Antenne $ERP_{bzw}$ (W)										
10 Anzahl BTS-Endstufen $n_{TX}$										
11a Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{TX}$ (W)										
11b Aktuell eingestellte Sendeleistung einer BTS-Endstufe $P_{TX}$ (dBm)										
12 Aktuelle Sendeleistung $ERP_{akt} = P_{TX} \cdot n_{TX} \cdot g_f$ (W)										
13 Bewilligte Sendeleistung der Antenne ERP (W)										
Nr. der Antenne nach Betriebsdatenbank BAKOM (Hilfszeile)										
14 Sendeleistung nach Betriebsdatenbank BAKOM $ERP_{dbakt}$ (W)										
15 Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)										
16 Eingestellter Azimut der Antenne (°)										
17 Bewilligter Azimut (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)										
18 Azimut der Antenne nach Betriebsdatenbank BAKOM (°)										
19 Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von/bis) (°)										
20 Eingestellter mech. Neigungswinkel $\epsilon_m$ (°)										
21 Bewilligter mech. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)										
22 Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich (von/bis) (°)										
23 Eingestellter el. Neigungswinkel $\epsilon_e$ (°)										
24 Bewilligter el. Neigungswinkel (fix) bzw. -bereich der Antenne (von/bis) (°)										
25 Totaler eingestellter Neigungswinkel $\epsilon = \epsilon_m + \epsilon_e$ (°)										
26 Neigungswinkel laut Betriebsdatenbank BAKOM (°)										