

Vollzug Umwelt

Nichtionisierende Strahlung

Mobilfunk- und WLL-Basisstationen

Vollzugsempfehlung zur NISV



Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL

Nichtionisierende Strahlung

**Mobilfunk- und
WLL-Basisstationen**

Vollzugsempfehlung zur NISV

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2002**

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen.

Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe „Vollzug Umwelt“.

Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen, gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL

Redaktion

Sektion Nichtionisierende Strahlung, BUWAL

Sprachen

Diese Publikation liegt auch in französischer und italienischer Sprache vor.

Internet

Die vorliegende Publikation kann als pdf-Datei aus dem Internet heruntergeladen werden:

<http://www.elektrosmog-schweiz.ch/vollzug/mobilfunk>

<http://www.buwalshop.ch>

Foto Titelblatt

© Emanuel Ammon / AURA

Bezug

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

Dokumentation

CH-3003 Bern

Fax + 41 (0) 31 324 02 16

E-Mail: docu@buwal.admin.ch

Internet: www.buwalshop.ch

Bestellnummer

VU-5801-D

© BUWAL 2002 11.2002 2800 71039/143

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
Vorwort	7
1 Zweck und Geltungsbereich der Vollzugsempfehlung	9
2 Erläuterungen und Präzisierungen zur NISV	11
2.1 Anforderungen an die Anlage	11
2.1.1 Übersicht über die anwendbaren Bestimmungen der NISV	11
2.1.2 Anlagedefinition	12
2.1.3 Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN)	14
2.1.4 Anlagegrenzwert	17
2.1.5 Massgebender Betriebszustand	17
2.1.6 Senderichtung	18
2.1.7 Änderungen der Anlage	19
2.1.8 Kontrolle	20
2.2 Begrenzung der gesamten Hochfrequenzstrahlung	21
2.2.1 Grundsatz	21
2.2.2 Orte für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)	21
2.2.3 Immissionsgrenzwerte	22
2.2.4 Richtfunkantennen	23
2.2.5 Absperrungen	23
2.3 NIS-Berechnung	24
2.3.1 Rechnerische Prognose	24
2.3.2 Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung	26
2.4 Rechte der Bevölkerung	27
2.4.1 Zugang zu Information	27
2.4.2 Einspracheberechtigung	27
3 Anleitung zum Ausfüllen des Standortdatenblattes für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen	29
3.1 Notwendige Angaben und Beilagen	29
3.2 Hauptformular	30
3.2.1 Titelseite	30
3.2.2 Ziffer 1: Standort der Anlage	30
3.2.3 Ziffer 3: Kontaktperson für den Zutritt	31
3.2.4 Ziffer 4: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Ergebnis von Zusatzblatt 3a oder 3b.	31
3.2.5 Ziffer 5: Strahlung an den drei höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Ergebnisse der Zusatzblätter 4a oder 4b	31
3.2.6 Ziffer 6: Einspracheberechtigung; Ergebnis des Zusatzblattes 2	31
3.2.7 Ziffer 7: Erklärung der anlageverantwortlichen Firma (Anlageinhaber oder Standortkoordinator)	31

3.3	Zusatzblatt 1: Ermittlung des Anlageperimeters	32
3.4	Zusatzblatt 2: Technische Angaben zu den Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse im Anlageperimeter	35
3.5	Zusatzblatt 3a: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Rechnerische Prognose	37
3.6	Zusatzblatt 3b: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung	41
3.7	Zusatzblatt 4a: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Rechnerische Prognose	44
3.8	Zusatzblatt 4b: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung	48
3.9	Zusatzblatt 5: Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter	51
3.10	Situationsplan	52
4	Anleitung zum Ausfüllen des Meldeformulars für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt	53
Anhang 1	Standortdatenblatt für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen	
Anhang 2	Meldeformular für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt	
Anhang 3	Beispiele für die Bestimmung des Anlageperimeters	
Anhang 4	Beispiele für die Bestimmung der Richtungsabschwächung	
Anhang 5	Verzeichnis der Abkürzungen	

Abstracts

This publication is intended for the enforcement authorities that have to assess radiation from mobile telecommunication and WLL transmission installations. It gives recommendations on how such transmission installations are to be assessed in the framework of the authorisation procedure, before being erected and put into operation. The legal bases are explained and further specified, especially the meaning of the term «installation» and the calculation model. The site data sheet, by means of which the owner of an installation has to declare the technical data of a planned installation to the authorisation authority and to predict the intensity of radiation, is an integral part. Detailed instructions on filling in the site data sheet are given, with examples. In addition there is a simple declaration form for transmission installations with a transmission power of less than 6 Watts.

Keywords: non-ionising radiation; ONIR; base station; mobile telecommunications; prediction; site data sheet; GSM; UMTS; TETRA; Tetrapol; WLL

La présente publication est destinée aux autorités d'exécution chargées d'évaluer le rayonnement émis par les installations de téléphonie mobile et les raccordements téléphoniques sans fil (WLL). Il s'agit d'une recommandation quant à la manière d'évaluer, lors de la procédure d'autorisation, les installations émettrices avant leur construction et leur mise en service. Les bases légales, en particulier la notion d'installation et le modèle de calcul, sont expliquées et précisées. La fiche de données spécifique au site, par laquelle le détenteur de l'installation doit déclarer à l'autorité compétente les données techniques de l'installation qu'il entend exploiter et à l'aide de laquelle il doit estimer les immissions, fait partie intégrante de ce document. Celui-ci comporte en outre des instructions précises sur la manière de remplir la fiche de données. Il contient également un formulaire de notification simplifié prévu pour les installations dont la puissance émettrice est inférieure à 6 Watt.

Mots-clés: rayonnement non ionisant; ORNI; station de base; téléphonie mobile; prévision; fiche de données spécifique au site; GSM; UMTS; TETRA; Tetrapol; WLL

Diese Publikation richtet sich an die Vollzugsbehörden, welche die Strahlung von Mobilfunk- und WLL-Sendeanlagen zu beurteilen haben. Es handelt sich um eine Empfehlung, wie solche Sendeanlagen vor der Errichtung und Inbetriebnahme, im Rahmen des Bewilligungsverfahrens, beurteilt werden sollen. Es werden die rechtlichen Grundlagen erläutert und präzisiert, insbesondere der Anlagebegriff und das Berechnungsmodell. Integrierender Bestandteil ist das Standortdatenblatt, mit dem der Anlageinhaber zuhanden der Bewilligungsbehörde die technischen Daten einer geplanten Anlage deklarieren und die Strahlungsbelastung prognostizieren soll. Es wird eine detaillierte Anleitung zum Ausfüllen dieses Standortdatenblattes mit Beispielen gegeben. Für Sendeanlagen mit einer Sendeleistung unter 6 Watt findet sich ein einfaches Meldeformular.

Stichwörter: nichtionisierende Strahlung; NISV; Basisstation; Mobilfunk; Prognose; Standortdatenblatt; GSM; UMTS; TETRA; Tetrapol; WLL

La presente pubblicazione è destinata alle autorità esecutive che hanno l'incarico di valutare le radiazioni delle antenne di telefonia mobile e degli impianti di trasmissione WLL. Si tratta di una raccomandazione che indica come valutare nel quadro della procedura di autorizzazione tali impianti di trasmissione prima che siano realizzati e resi operativi. Nella presentazione vengono inoltre illustrate e precisate le basi giuridiche, in particolare la nozione di impianto, e il modello di calcolo. Ne è parte integrante la scheda dei dati sul sito che consente al proprietario dell'impianto di fornire alle autorità che rilasciano l'autorizzazione i dati tecnici dell'impianto che intende realizzare, e di prevedere il carico delle radiazioni. Viene altresì fornita una guida dettagliata che illustra, sulla base di esempi, come compilare le schede dei dati sul sito. Per gli impianti di trasmissione con una potenza inferiore a 6 watt esiste un modulo semplificato.

Parole chiave: radiazioni non ionizzanti; ORNI; stazione base; telefonia mobile; previsione; scheda dei dati sul sito; GSM; UMTS; TETRA; Tetrapol; WLL

Vorwort

In den letzten Jahren hat sich die Mobiltelefonie in der Schweiz rasant verbreitet. Über zwei Drittel der Schweizer Bevölkerung nutzen derzeit die Vorteile des Mobiltelefons. Damit mobiles Telefonieren möglich ist, braucht es übers ganze Land verteilt Sendeanennen, welche via Funkwellen die Verbindung zu den Mobiltelefonen herstellen. Diese Antennen geben naturgemäss Hochfrequenzstrahlung an die Umwelt ab. In der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), welche am 1. Februar 2000 in Kraft getreten ist, hat der Bundesrat für diese Strahlung Grenzwerte festgelegt. Die zuständigen Behörden der Kantone und Gemeinden müssen überprüfen, ob die Mobilfunkanlagen diese Grenzwerte einhalten. Sie tun dies im Planungsstadium anhand einer rechnerischen Prognose und nach Inbetriebnahme der Anlagen anhand von Messungen der Strahlung.

Die vorliegende Empfehlung behandelt den ersten Punkt, die Prognose und Beurteilung der Mobilfunkstrahlung im Rahmen des Bewilligungsverfahrens. Eingeschlossen sind Erläuterungen und Präzisierungen zur NISV, welche für einen einheitlichen Vollzug nötig sind.

Bereits seit 1998 ist ein Entwurf des BUWAL für ein Standortdatenblatt in Gebrauch, mit dem die Mobilfunkbetreiber die Strahlung einer geplanten Mobilfunkanlage durch Berechnung prognostizieren. Auf der Basis dieses Entwurfs sind seither Tausende von Sendeanlagen beurteilt und bewilligt worden. Mit dem Inkrafttreten der NISV und aufgrund der Erfahrungen mit dem provisorischen Standortdatenblatt wurde eine Neufassung nötig. Der Entwurf des Standortdatenblattes von 1998 wird durch die vorliegende Vollzugsempfehlung abgelöst.

Diese Empfehlung ist das Ergebnis eines Kompromisses, der zwischen den Bundesbehörden, den Mobilfunkbetreibern und den Kantonen erzielt wurde. Sie soll dazu beitragen, den Vollzug der NISV im Bereich Mobilfunk zu vereinheitlichen. Die bisherige Praxis bleibt dabei in den Grundzügen unverändert.

Das BUWAL hofft, mit dieser Vollzugsempfehlung einen Beitrag für einen sicheren Vollzug der NISV und damit für den Schutz der Bevölkerung leisten zu können.

Bruno Oberle

Vizedirektor BUWAL

1 Zweck und Geltungsbereich der Vollzugsempfehlung

Die vorliegende Vollzugsempfehlung zur Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) gilt für Basisstationen für zellularen Mobilfunk (derzeit GSM, GSM-Rail, UMTS, Tetrapol und TETRA) und drahtlose Teilnehmeranschlüsse (WLL). Sie besteht aus:

- Erläuterungen und Präzisierungen zur NISV
- Berechnungsmodell für die Prognose der NIS-Belastung
- Standortdatenblatt für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, inkl. Anleitung zum Ausfüllen
- Meldeformular für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt, inkl. Anleitung zum Ausfüllen

Empfehlungen für die Messung von Mobilfunkstrahlung sind in separaten Berichten erhältlich.

Zentrales Element dieser Vollzugsempfehlung ist das Standortdatenblatt (Anhang 1). Es wird vom Anlageinhaber oder, falls mehr als ein Netzbetreiber an der Anlage beteiligt ist, vom Standortkoordinator ausgefüllt. Mit dem Standortdatenblatt gibt die für die Anlage verantwortliche Firma der zuständigen Behörde die technischen Daten einer geplanten Anlage und die in der Umgebung der Anlage zu erwartende Strahlung bekannt. Für jede Sendeanlage, deren gesamte Sendeleistung (ERP) 6 Watt erreicht oder überschreitet, muss ein Standortdatenblatt eingereicht werden. Bei neuen Anlagen geschieht dies vor der Errichtung, als Beilage zum Baugesuch. Bei bestehenden Anlagen, bevor gewisse, genauer bezeichnete Änderungen an der Anlage vorgenommen werden (siehe Kapitel 2.1.7).

Die vorliegende Vollzugsempfehlung richtet sich an die Bewilligungsbehörden und die NIS-Fachstellen der Kantone.

Zuständige Behörde für die Bewilligung von Sendeanlagen ist in den meisten Fällen die Baubehörde der Gemeinde oder des Kantons. Die Baubehörden werden häufig durch die kantonalen NIS-Fachstellen unterstützt¹. Für Sendeanlagen auf Masten von Hochspannungsleitungen ist das Eidg. Starkstrominspektorat, für Mobilfunkanlagen der Bahn (GSM-Rail) das Bundesamt für Verkehr die zuständige Behörde.

Die Behörde kann auf Grund der Angaben im Standortdatenblatt und ihrer Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten beurteilen:

- ob der Anlagegrenzwert der NISV an den Orten mit empfindlicher Nutzung eingehalten sein wird;
- ob der Immissionsgrenzwert der NISV am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt eingehalten sein wird. Hierzu muss sie zusätzlich zur deklarierten Strahlung der Anlage die Vorbelastung durch andere Sendeantennen kennen und einbeziehen;
- ob Absperrungen und Warnhinweise nötig sind.

Für Sendeanlagen mit einer gesamten Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt verlangt die NISV nicht, dass ein Standortdatenblatt eingereicht werden muss. Die Behörde kann jedoch für solche Anlagen eine Meldepflicht vorsehen. Diesem Zweck dient das „Mel-

¹ Die aktuelle Liste der kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen findet sich unter <http://www.elektrosmog-schweiz.ch> (Rubrik: Kontakte & Infos; Zuständigkeiten).

deformular für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt“ von Anhang 2.

Keine Empfehlungen werden hier für die Ausgestaltung der kantonalen Bewilligungs- oder Melde**verfahren** abgegeben. Es liegt in der Kompetenz der jeweiligen Behörde festzulegen, in welchem Verfahren die NIS-Beurteilung von Sendeanlagen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse vorgenommen wird. Die vorliegende Vollzugsempfehlung mit den integrierten Formularen soll lediglich eine einheitliche Basis schaffen, auf der die Behörde die NIS-Beurteilung vornehmen kann.

2 Erläuterungen und Präzisierungen zur NISV

Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) begrenzt die Strahlung von Sendeanlagen wie folgt.

- Die Strahlung jeder einzelnen Sendeanlage muss an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten (Kap. 2.1).
- Die gesamte Strahlung aller Sendeanlagen muss überall, wo sich Personen – auch nur kurzfristig – aufhalten können, die Immissionsgrenzwerte einhalten (Kap. 2.2).

2.1 Anforderungen an die Anlage

In diesem Kapitel werden diejenigen Bestimmungen der NISV erläutert, welche eine einzelne Mobilfunkanlage und deren Strahlung betreffen.

2.1.1 Übersicht über die anwendbaren Bestimmungen der NISV

Art. 4 Vorsorgliche Emissionsbegrenzung

¹Anlagen müssen so erstellt und betrieben werden, dass sie die in Anhang 1 festgelegten vorsorglichen Emissionsbegrenzungen einhalten.

²Bei Anlagen, für die Anhang 1 keine Vorschriften enthält, ordnet die Behörde Emissionsbegrenzungen so weit an, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Art. 11 Meldepflicht

¹Der Inhaber einer Anlage, für die Anhang 1 Emissionsbegrenzungen festlegt, muss der Behörde im Bewilligungs- oder Konzessionsverfahren ein Standortdatenblatt einreichen, wenn die Anlage neu erstellt, an einen andern Standort verlegt, am bestehenden Standort ersetzt oder im Sinne von Anhang 1 geändert wird. Ausgenommen sind elektrische Hausinstallationen (Anhang 1 Ziff. 4).

²Das Standortdatenblatt muss enthalten:

- a. die aktuellen und geplanten technischen und betrieblichen Daten der Anlage, soweit sie für die Erzeugung von Strahlung massgebend sind;
- b. den massgebenden Betriebszustand nach Anhang 1;
- c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:
 1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist,
 2. an den drei Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen diese Strahlung am stärksten ist, und
 3. an allen Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen der Anlagegrenzwert nach Anhang 1 überschritten ist;
- d. einen Situationsplan, der die Angaben nach Buchstabe c darstellt.

Anhang 1 NISV

.....

6 Sendeanlagen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse

61 Geltungsbereich

¹Die Bestimmungen dieser Ziffer gelten für Sendeanlagen von zellularen Mobilfunknetzen und von Sendeanlagen für drahtlose Teilnehmeranschlüsse mit einer gesamten äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W.

²Sie gelten nicht für Richtfunkanlagen.

62 Begriffe

¹Als Anlage gelten alle Sendeantennen für die Funkdienste nach Ziffer 61, die auf demselben Mast angebracht sind oder die in einem engen räumlichen Zusammenhang, namentlich auf dem Dach des gleichen Gebäudes, stehen.

²Als Änderung gilt die Erhöhung der maximalen äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) oder die Änderung von Senderichtungen.

63 Massgebender Betriebszustand

Als massgebender Betriebszustand gilt der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung.

64 Anlagegrenzwert

Der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke beträgt:

- a. für Anlagen, die ausschliesslich im Frequenzbereich um 900 MHz senden: 4.0 V/m;
- b. für Anlagen, die ausschliesslich im Frequenzbereich um 1800 MHz oder in einem höheren Frequenzbereich senden: 6.0 V/m;
- c. für Anlagen, die sowohl in Frequenzbereichen nach Buchstabe a als auch nach Buchstabe b senden: 5.0 V/m.

65 Neue und alte Anlagen

Neue und alte Anlagen müssen im massgebenden Betriebszustand an Orten mit empfindlicher Nutzung den Anlagegrenzwert einhalten.

2.1.2 Anlagedefinition

Vor Beginn der NIS-Beurteilung muss bestimmt werden, welche Sendeantennen zur Anlage gehören. Nicht jede Sendeantenne ist nämlich automatisch Teil der Anlage. Für die Anlagezugehörigkeit sind zwei Kriterien massgebend: Einerseits der Verwendungszweck der Antenne, andererseits der räumliche Zusammenhang.

Anhang 1 NISV

.....

61 Geltungsbereich

¹Die Bestimmungen dieser Ziffer gelten für Sendeanlagen von zellularen Mobilfunknetzen und von Sendeanlagen für drahtlose Teilnehmeranschlüsse mit einer gesamten äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) von mindestens 6 W.

²Sie gelten nicht für Richtfunkanlagen.

62 Begriffe

¹Als Anlage gelten alle Sendeantennen für die Funkdienste nach Ziffer 61, die auf demselben Mast angebracht sind oder die in einem engen räumlichen Zusammenhang, namentlich auf dem Dach des gleichen Gebäudes, stehen.

Nach Anhang 1 Ziffer 61 NISV gehören nur diejenigen Sendeantennen zur Anlage, welche für zellulare Mobilfunknetze (zur Zeit die Netze GSM, GSM-Rail, UMTS, Tetra-pol und TETRA) sowie für drahtlose Teilnehmeranschlüsse eingesetzt werden. Antennen für alle übrigen Funkdienste (z.B. Rundfunk, Telepage, Betriebsfunk, Amateurfunk) bilden nach Anhang 1 Ziffer 7 NISV eine eigene Anlagekategorie. Auch Richtfunkantennen gehören nicht zur Anlage.

Nach Anhang 1 Ziffer 62 Absatz 1 NISV gehören diejenigen Sendeantennen für zellularen Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse auf jeden Fall zur Anlage, welche auf dem gleichen Mast oder auf dem gleichen Dach angebracht sind. Benachbarte Sendeantennen – nicht auf dem gleichen Mast oder Dach – für zellularen Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse gelten ebenfalls als Bestandteil der Anlage, wenn sie in einem engen räumlichen Zusammenhang zu jenen Antennen stehen².

Der Begriff "enger räumlicher Zusammenhang" ist in der NISV nicht abschliessend festgelegt. Er wird nachstehend mit Hilfe des sogenannten Anlageperimeters präzisiert. Dessen Ausdehnung hängt von der Sendeleistung und den Funkdiensten der auf dem Mast oder Dach vorhandenen Antennen ab. Bei den bisher beantragten und bewilligten Sendeleistungen ergibt dies einen Radius von wenigen Metern bis ca. 70 Meter. Befinden sich weitere Sendeantennen für zellularen Mobilfunk oder drahtlose Teilnehmeranschlüsse in diesem Anlageperimeter, dann stehen sie in "engem räumlichem Zusammenhang" und gehören ebenfalls zur Anlage.

Die Ermittlung des Anlageperimeters erfolgt in fünf Schritten:

1. Ausgangspunkt sind diejenigen Sendeantennen, die neu installiert oder geändert werden sollen. Hinzugefügt werden alle bestehenden Sendeantennen für zellularen Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse auf dem gleichen Mast oder auf dem gleichen Dach.
2. Zuerst wird die für die Berechnung des Anlageperimeters relevante Sendeleistung ERP_{kum} bestimmt. Massgebend ist dabei für jede Antenne die beantragte (bzw. bei bestehenden Antennen die bewilligte) Sendeleistung:
 - Bei einfachen Antennenanordnungen (nur wenige Senderichtungen, die sich im Azimut paarweise um mehr als 90 Grad unterscheiden) ist es die kumulierte, in **eine Azimut-Richtung** abgestrahlte Sendeleistung. Massgebend ist derjenige Azimut, in den insgesamt die höchste Sendeleistung (ERP) abgestrahlt wird. Rundstrahlantennen sind auf jeden Fall einzubeziehen.
 - Bei komplexen Antennenanordnungen mit vielen Antennen ist es die kumulierte Sendeleistung, die in einen **Azimut-Sektor von 90°** abgestrahlt wird. Massgebend ist derjenige 90°-Sektor, in den die höchste Sendeleistung (ERP) abgestrahlt wird. Rundstrahlantennen sind auf jeden Fall einzubeziehen.
3. Als nächstes wird der sogenannte Funkdienstefaktor F bestimmt. Es handelt sich um einen Zahlenwert, der von der Kombination der auf dem Mast bzw. Dach installierten Funkdienste und Frequenzbänder abhängt. Er beträgt³:

² Sendeantennen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt sollen dabei vorläufig ausgeklammert werden. Solche Antennen können vorderhand isoliert betrachtet und der Behörde mit dem Meldeformular von Anhang 2 gemeldet werden. Diese Empfehlung gilt bis höchstens Mitte 2005. In der Zwischenzeit sollen in der Praxis Erfahrungen gesammelt werden. Es soll insbesondere abgeklärt werden, ob die empfohlene Vereinfachung zu einer relevanten Unterschätzung der NIS-Belastung führen kann. Es ist vorgesehen, innert drei Jahren eine Neubeurteilung vorzunehmen und diesen Punkt der Vollzugsempfehlung gegebenenfalls anzupassen.

³ Der Funkdienstefaktor ist mit der Formel $F = 7/AGW$ von demjenigen Anlagegrenzwert (AGW) abgeleitet, welcher anzuwenden wäre, wenn die Anlage nur aus den Sendeantennen auf dem betrachteten Mast bzw. Dach bestünde.

- 1.75, wenn auf dem Mast bzw. Dach nur GSM900-, GSM-Rail-, Tetrapol-TETRA-Antennen oder Kombinationen davon vorhanden sind.
 - 1.17, wenn auf dem Mast bzw. Dach nur GSM1800-, UMTS-, WLL-Antennen oder Kombinationen davon vorhanden sind
 - 1.4 für alle übrigen Situationen.
4. Aus der relevanten Sendeleistung ERP_{kum} und dem Funkdienstefaktor wird ein Radius r nach folgender Formel berechnet:

$$r = F \cdot \sqrt{ERP_{kum}} \quad (1)$$

Dabei bedeuten:

F Funkdienstefaktor gemäss Erläuterung in Punkt 3

ERP_{kum} Relevante Sendeleistung, gemäss Erläuterung in Punkt 2, in W

r Radius des Anlageperimeters, in m

5. Zuletzt wird auf dem Situationsplan um den Mast ein Kreis mit Radius r gezogen. Sind die Antennen auf mehrere Masten verteilt, wird um jeden Mast ein Kreis mit demselben Radius r gezogen. Diese Kreise stellen den Anlageperimeter dar. Befinden sich innerhalb dieses Perimeters weitere Sendeantennen für Mobilfunk oder drahtlose Teilnehmeranschlüsse, dann gehören diese ebenfalls zur Anlage. Der Anlageperimeter wird dadurch jedoch nicht weiter ausgedehnt. Die zusätzlich zu berücksichtigenden Antennen werden ins Standortdatenblatt (Zusatzblatt 1) aufgenommen und müssen bei der NIS-Berechnung einbezogen werden. Antennen, die ausserhalb dieses Perimeters liegen, werden nicht ins Standortdatenblatt aufgenommen.

Keine Rolle spielen bei der Anlagedefinition die Besitzverhältnisse der Antennen (vgl. Bundesgerichtsentscheid 1A.10/2001/sta). Auch Sendeantennen verschiedener Mobilfunk- oder WLL-Betreiber bilden demnach zusammen eine Anlage, sofern sie sich auf dem gleichen Mast oder Dach oder innerhalb des oben beschriebenen Anlageperimeters befinden.

In Anhang 3 finden sich illustrierte Beispiele für die Bestimmung des Anlageperimeters.

2.1.3 Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN)

Es handelt sich um diejenigen Orte, an denen sich Personen heute oder in Zukunft längere Zeit aufhalten können (Art. 3 Abs. 3 NISV). An diesen Orten ist der Anlagegrenzwert einzuhalten.

Art. 3 Begriffe

.....

³Als Orte mit empfindlicher Nutzung gelten:

- Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten;
- öffentliche oder private, raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze;
- diejenigen Flächen von unüberbauten Grundstücken, auf denen Nutzungen nach den Buchstaben a und b zugelassen sind.

Zu den "Räumen in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten" gehören beispielsweise

- Wohnräume
- Schulräume und Kindergärten
- Spitäler, Alters- und Pflegeheime
- Ständige Arbeitsplätze. Als ständiger Arbeitsplatz gilt gemäss Definition des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO ein Arbeitsbereich, wenn er während mehr als 2 ½ Tagen pro Woche durch einen Arbeitnehmer bzw. eine Arbeitnehmerin oder auch durch mehrere Personen nacheinander besetzt ist. Dieser Arbeitsbereich kann auf einen kleinen Raumbereich begrenzt sein oder sich über den ganzen Raum erstrecken⁴.

Den raumplanungsrechtlich festgesetzten Kinderspielplätzen gleichzustellen sind Pausenplätze von Schulhäusern.

Unüberbaute, eingezonte Grundstücke, auf denen empfindliche Nutzungen zulässig sind, werden so behandelt, als wären die Gebäude bereits errichtet. Besteht noch keine Planung, so gilt das gesamte baurechtlich zulässige Volumen als OMEN. Im Situationsplan soll für solche Grundstücke die Baulinie bzw. der Grenzabstand eingezeichnet und die nach Zonenplan und Baureglement maximal zulässige Gebäudehöhe vermerkt werden.

Für die NIS-Berechnung sind die folgenden Höhen zu verwenden:

- Bei Innenräumen: 1.50 m über dem Fussboden des betreffenden Stockwerks
- Bei Kinderspielplätzen: 1.50 m über Boden
- Bei unüberbauten Grundstücken: diejenige Höhe, bei der die höchste NIS-Belastung zu erwarten ist, maximal jedoch die Höhe des Fussbodens des obersten möglichen Stockwerks plus 1.50 m.

Artikel 3 Absatz 3 NISV lässt offen, wie Nutzungsreserven in bestehenden Gebäuden oder auf bereits bebauten Grundstücken zu behandeln sind. Diesbezüglich wird empfohlen, die zum Zeitpunkt der Beurteilung vorliegende Nutzung von Gebäuden und Grundstücken zu Grunde zu legen. Geplante Nutzungserweiterungen, z.B. Dachausbauten, Anbauten oder Gebäudeerhöhungen, sollen dann berücksichtigt werden, wenn entsprechende Projekte im Baubewilligungsverfahren bereits öffentlich aufgelegt sind. Falls nach der Bewilligung einer Mobilfunkanlage in deren Nähe neue empfindliche Nutzungen entstehen, dann muss die Mobilfunkanlage auch an diesen neuen OMEN den Anlagegrenzwert einhalten. Es ist sinnvoll, den Anlageinhaber bereits in der Baubewilligung für die Mobilfunkanlage auf diesen Umstand hinzuweisen und eine Frist für die Anpassung der Anlage festzulegen für den Fall, dass am zukünftigen, neuen OMEN der Anlagegrenzwert überschritten sein sollte.

Nicht als OMEN zu betrachten sind in der Regel die folgenden Objekte (allerdings mit dem Vorbehalt, dass dort keine ständigen Arbeitsplätze vorhanden sind):

- Balkone und Dachterrassen
- Autogaragen und -stellplätze
- Treppenhäuser
- Nichtständige Arbeitsplätze
- Lager- und Archivräume
- Kirchen, Konzert- und Theatersäle
- Campingplätze

⁴ seco: "Arbeit und Gesundheit - Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz", 315-5; Bern, Dezember 1999

- Sport- und Freizeitanlagen sowie Badeanstalten
- Aussichtsterrassen
- Tierställe

Die Abgrenzung zwischen Orten mit empfindlicher Nutzung und Orten für den nur kurzfristigen Aufenthalt (s. Kap. 2.2.2) ist in gewissen Situationen nicht eindeutig und erfordert genaue Kenntnis des Nutzungsverhaltens. Im Zweifelsfall ist es empfehlenswert, diesbezüglich frühzeitig, vor Eingabe des Standortdatenblattes, mit der zuständigen Behörde Kontakt aufzunehmen.

Nach Artikel 11 Absatz 2 Buchstabe c Ziffer 2 NISV müssen die drei höchstbelasteten OMEN identifiziert und es muss deren NIS-Belastung im Standortdatenblatt angegeben werden:

Art. 11 Meldepflicht
.....
² Das Standortdatenblatt muss enthalten:
.....
c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:
1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist,
2. an den drei Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen diese Strahlung am stärksten ist, und
3. an allen Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen der Anlagegrenzwert nach Anhang 1 überschritten ist;

Insbesondere bei komplexen Anlagen mit vielen Sendeantennen ist das Auffinden der drei höchstbelasteten OMEN nicht offensichtlich und erfordert unter Umständen eine flächendeckende NIS-Berechnung. Im Sinne der Transparenz soll daher eine Beschreibung über das gewählte Vorgehen zum Auffinden der relevanten OMEN sowie entsprechende Berechnungsergebnisse (z.B. Feldstärkekarten) mitgeliefert werden. Es kann auch sinnvoll sein, mehr als die 3 verlangten OMEN zu untersuchen und mit den entsprechenden Zusatzblättern 4a oder 4b zum Standortdatenblatt zu dokumentieren.

2.1.4 Anlagegrenzwert

Der Anlagegrenzwert für Mobilfunk- und WLL-Sendeanlagen in den Frequenzbereichen um 900 MHz und um 1800 MHz oder höheren Frequenzen ist in Anhang 1 Ziffer 64 NISV festgelegt.

Anhang 1 NISV
.....
64 Anlagegrenzwert
Der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke beträgt:
a. für Anlagen, die ausschliesslich im Frequenzbereich um 900 MHz senden: 4.0 V/m;
b. für Anlagen, die ausschliesslich im Frequenzbereich um 1800 MHz oder in einem höheren Frequenzbereich senden: 6.0 V/m;
c. für Anlagen, die sowohl in Frequenzbereichen nach Buchstabe a als auch nach Buchstabe b senden: 5.0 V/m.

Für die Sendeanlagen der Tetrapol-⁵ und TETRA-Netze, die im Frequenzbereich unter 900 MHz arbeiten, legt die NISV keinen Anlagegrenzwert fest. In diesem Fall kommt Artikel 4 Absatz 2 NISV zur Anwendung:

Art. 4 Vorsorgliche Emissionsbegrenzung
.....
² Bei Anlagen, für die Anhang 1 keine Vorschriften enthält, ordnet die Behörde Emissionsbegrenzungen so weit an, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Das BUWAL empfiehlt den Vollzugsbehörden, Sendeanlagen der Tetrapol- und TETRA-Netze gleich zu behandeln wie Sendeanlagen, die ausschliesslich im Frequenzbereich um 900 MHz senden (Anh. 1 Ziff. 64 Bst. a NISV). Der Anlagegrenzwert beträgt demnach

- 4 V/m für Anlagen, welche nur Tetrapol-, TETRA- oder GSM900-Antennen enthalten.
- 5 V/m, wenn Tetrapol-, TETRA- oder GSM900-Antennen zusammen mit GSM1800-, UMTS- oder WLL-Antennen auf der gleichen Anlage kombiniert werden.

2.1.5 Massgebender Betriebszustand

Die NIS-Beurteilung ist für den massgebenden Betriebszustand der Sendeanlage durchzuführen. Dieser ist wie folgt definiert:

Anhang 1 NISV
.....
63 Massgebender Betriebszustand
Als massgebender Betriebszustand gilt der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung.

⁵ Tetrapol ist die Bezeichnung für die technische Norm, nach der das schweizerische Sicherheitsfunknetz POLYCOM betrieben wird.

Der massgebende Betriebszustand entspricht somit dem Betrieb der Anlage im Maximum ihrer Kapazität.

- Bei GSM-Sendeanlagen ist dies der gleichzeitige Betrieb des Signalisierungskanals (BCCH) und sämtlicher vorgesehener, gleichzeitig möglicher Gesprächskanäle (TCH)⁶, jeweils mit voll belegten Zeitschlitzen und mit der vollen, beantragten Sendeleistung. Es spielt dabei keine Rolle, ob diese Kanäle tatsächlich alle verwendet werden. Ausschlaggebend ist die Anzahl beantragter oder bewilligter Kanäle.
- Bei Tetrapol-Sendeanlagen ist es der gleichzeitige Betrieb des Signalisierungskanals und sämtlicher, gleichzeitig möglicher Gesprächskanäle, jeweils mit der vollen, beantragten bzw. bewilligten Sendeleistung. Es spielt dabei keine Rolle, ob diese Kanäle tatsächlich alle verwendet werden. Ausschlaggebend ist die Anzahl beantragter oder bewilligter Kanäle.
- Bei den übrigen Sendeanlagen (UMTS, WLL, TETRA) ist es generell der Betrieb mit der beantragten bzw. bewilligten Sendeleistung.

Der Anlageinhaber muss mit dem Baugesuch die Sendeleistung für den vorgesehenen massgebenden Betriebszustand verbindlich angeben. In der Bewilligung legt die Behörde ihrerseits die maximal zulässige Sendeleistung fest. Der Anlageinhaber kann die Sendeleistung bis zur bewilligten Sendeleistung frei wählen. Er kann diese bereits bei Inbetriebnahme voll ausschöpfen oder die Anlage vorerst mit niedrigerer Sendeleistung betreiben. Änderungen der Sendeleistung innerhalb des bewilligten Bereichs sind nicht bewilligungspflichtig.

2.1.6 Senderichtung

Die Senderichtung der Antennen (horizontal und vertikal) ist eine wichtige Grösse für die Berechnung der NIS-Belastung. Die Erfahrung hat allerdings gezeigt, dass die Senderichtung vor Inbetriebnahme nicht immer definitiv feststeht, sondern erst im Rahmen der Netzoptimierung justiert wird. Dazu kommt, dass die Netze periodisch neu konfiguriert werden, was eine Neuausrichtung der Antennen nötig machen kann. Um nicht bei jeder Justierung ein neues Bewilligungsverfahren durchlaufen zu müssen, kann bereits beim ersten Bewilligungsverfahren ein **Winkelbereich** beantragt und bewilligt werden. Ein Winkelbereich kann sowohl für die horizontale als auch für die vertikale Richtung bewilligt werden. Der Netzbetreiber ist nach der Inbetriebnahme der Anlage frei, die Antennen innerhalb des bewilligten Winkelbereichs ohne neue Bewilligung zu justieren.

Wenn der Anlageinhaber einen Winkelbereich beantragt, muss er gleichzeitig angeben, welche Senderichtung innerhalb dieses Bereichs die kritische ist, d.h. an den relevanten Aufenthaltsorten die höchste NIS-Belastung zur Folge haben wird. Es kann sein, dass für jeden untersuchten Aufenthaltsort eine unterschiedliche Senderichtung die kritische ist. Die NIS-Berechnung muss für die jeweilige kritische Senderichtung durchgeführt werden. Bei allfälligen Abnahmemessungen muss die Antenne so ausgerichtet werden, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung übereinstimmt.

⁶ Wird die Anlage mit Frequenzhüpfen betrieben, so sind nicht alle zugewiesenen Gesprächskanäle zu berücksichtigen, sondern nur so viele, wie gleichzeitig aktiv sein können.

2.1.7 Änderungen der Anlage

Die NISV verlangt, dass bei gewissen Änderungen an einer bestehenden Sendeanlage ein neues Standortdatenblatt ausgefüllt und eingereicht wird. Die Behörde bestimmt, ob solche Änderungen bewilligungspflichtig sind, und legt das entsprechende Verfahren fest. Nicht jede Änderung an der Anlage ist indes eine Änderung im Sinn der NISV. Anhang 1 Ziffer 62 Absatz 2 nennt zwei NIS-relevante Änderungen:

Anhang 1 NISV
.....
62 Begriffe
.....
² Als Änderung gilt die Erhöhung der maximalen äquivalenten Strahlungsleistung (ERP) oder die Änderung von Senderichtungen.

Änderungen sind dann NISV-relevant, wenn sie entweder die NIS-Belastung bei gleichbleibendem Abstrahlungsmuster erhöhen, oder wenn sie das Abstrahlungsmuster räumlich verändern.

Wurde in der Bewilligung der Anlage für die Senderichtungen ein Winkelbereich bewilligt, dann gelten Justierungen der Senderichtung innerhalb des bewilligten Bereichs nicht als Änderung im obgenannten Sinn. Erst wenn die Senderichtung über den bewilligten Bereich hinaus angepasst werden soll, handelt es sich um eine relevante Änderung im Sinn von Anhang 1 Ziffer 62 Absatz 2 NISV.

Zwei weitere Änderungen können vergleichbare Konsequenzen haben wie die Änderung von Senderichtungen:

- Ersatz einer Antenne durch eine solche mit grösserem Öffnungswinkel.
- Neuordnung der Antennen am Mast (insb. in der Höhe) oder auf dem Dach.

Es wird empfohlen, auch bei solchen Änderungen eine Neubeurteilung der Anlage vorzunehmen und dazu ein neues Standortdatenblatt einzureichen.

Keine NISV-relevanten Änderungen sind hingegen rein bauliche Anpassungen sowie der Ersatz von Antennen, Kabeln und elektronischen Bauteilen durch solche mit gleichen Spezifikationen.

Wenn nur die Sendeleistung erhöht werden soll, dann kann die NIS-Beurteilung wahlweise mit Hilfe der rechnerischen Prognose (Standortdatenblatt, Zusatzblatt 3a und 4a) oder gestützt auf eine vor der Leistungserhöhung durchgeführte NIS-Abnahmemessung erfolgen (Standortdatenblatt, Zusatzblatt 3b und 4b).

Bei allen anderen Änderungen ist die NIS-Beurteilung mit Hilfe der rechnerischen Prognose (Standortdatenblatt, Zusatzblatt 3a und 4a) durchzuführen.

2.1.8 Kontrolle

Die NIS-Beurteilung erfolgt entweder aufgrund von Messungen oder der Berechnung der von der Anlage erzeugten Strahlung:

Art. 12 Kontrolle

¹ Die Behörde überwacht die Einhaltung der Emissionsbegrenzungen.
--

² Zur Kontrolle der Einhaltung des Anlagegrenzwertes nach Anhang 1 führt sie Messungen oder Berechnungen durch, lässt solche durchführen oder stützt sich auf die Ermittlungen Dritter. Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) empfiehlt geeignete Mess- und Berechnungsmethoden.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Strahlung vor Inbetriebnahme einer Anlage nicht gemessen, sondern nur berechnet werden kann. Für das Bewilligungsverfahren wird die NIS-Belastung deshalb **berechnet**. Die Anlage soll nur bewilligt werden, wenn sie rechnerisch den Anlagegrenzwert einhält. Das Berechnungsmodell findet sich in Kapitel 2.3, die notwendigen technischen Angaben und das Ergebnis der Berechnung werden der Behörde im Standortdatenblatt deklariert.

Die rechnerische Prognose trägt allerdings nicht allen Feinheiten der Ausbreitung der Strahlung Rechnung. Nach Inbetriebnahme der Anlage soll daher in der Regel eine NIS-Abnahmemessung durchgeführt werden, wenn gemäss rechnerischer Prognose der Anlagegrenzwert an einem OMEN zu 80% erreicht wird. In begründeten Fällen kann die Behörde diese Schwelle auch niedriger ansetzen.

Ergibt die Abnahmemessung eine höhere NIS-Belastung als die rechnerische Prognose, dann hat das Ergebnis der Messung Vorrang. Stellt sich wider Erwarten heraus, dass der Anlagegrenzwert beim Betrieb mit der bewilligten Sendeleistung überschritten wird, dann verfügt die Behörde eine Reduktion der Sendeleistung oder eine sonstige Anpassung der Anlage.

Ergibt die Messung hingegen eine niedrigere NIS-Belastung als die rechnerische Prognose, dann entsteht daraus für den Anlageinhaber kein automatischer Anspruch, die Sendeleistung über den bewilligten Bereich hinaus zu erhöhen. Eine solche Erhöhung der Sendeleistung wäre in einem erneuten Bewilligungsverfahren, gestützt auf das Ergebnis der NIS-Abnahmemessung zu beantragen. Als Beurteilungsgrundlage wäre ein neues Standortdatenblatt einzureichen, wobei die Strahlung mit Hilfe der Zusatzblätter 3b und 4b zu prognostizieren wäre.

2.2 Begrenzung der gesamten Hochfrequenzstrahlung

2.2.1 Grundsatz

Die NISV begrenzt nicht nur die Strahlung einer einzelnen Anlage (siehe Kapitel 2.1), sondern auch die Hochfrequenzstrahlung insgesamt, unabhängig von ihrer Herkunft:

Art. 5 Ergänzende und verschärfte Emissionsbegrenzung
<p>¹Steht fest oder ist zu erwarten, dass ein oder mehrere Immissionsgrenzwerte nach Anhang 2 durch eine einzelne Anlage allein oder durch mehrere Anlagen zusammen überschritten werden, so ordnet die Behörde ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen an.</p> <p>²Sie ordnet ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen so weit an, bis die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.</p> <p>.....</p>

Diese Begrenzung der gesamten Hochfrequenzstrahlung ist in Anhang 2 NISV in Form von sogenannten Immissionsgrenzwerten festgelegt. Die Immissionsgrenzwerte müssen überall eingehalten werden, wo sich Personen – auch nur kurzfristig – aufhalten können. Sie gelten somit, anders als die Anlagegrenzwerte, nicht nur an Orten mit empfindlicher Nutzung, sondern praktisch an allen zugänglichen Orten.

Die gesamte Hochfrequenzstrahlung setzt sich zusammen aus dem Beitrag, der von der untersuchten Mobilfunkanlage stammt, und der Vorbelastung durch andere, anlagefremde Sendeanennen (z.B. Antennen für Rundfunk, Telepage, Richtfunk oder Betriebsfunk). Je näher sich solche anlagefremden Antennen bei der Mobilfunkanlage befinden und je höher ihre Sendeleistung ist, desto höher ist die Vorbelastung. Erfahrungsgemäss ist der Vorbelastung nur dann Beachtung zu schenken, wenn sich anlagefremde Antennen am gleichen Standort wie die Mobilfunkanlage befinden.

Zuständig für die Beurteilung der gesamten Hochfrequenzstrahlung ist die Behörde. Der Anlageinhaber gibt der Behörde im Standortdatenblatt lediglich den Beitrag seiner Anlage an die Gesamtbelastung bekannt. Die Behörde fügt dann die Beiträge verschiedener Anlagen zu einer Gesamtbeurteilung zusammen.

Zur Vereinfachung des Vollzugs ist es erwünscht, wenn der Anlageinhaber der Behörde ein Verzeichnis der ihm bekannten anlagefremden Antennen – ohne technische Spezifikationen – abgibt, die sich innerhalb des Anlageperimeters befinden. Die Behörde kann damit abschätzen, ob die Vorbelastung für die NIS-Beurteilung von Bedeutung sein könnte. Die Auflistung der anlagefremden Antennen erfolgt mit dem Zusatzblatt 5 zum Standortdatenblatt.

2.2.2 Orte für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)

Gemäss Artikel 11 Absatz 2 muss die Strahlung für denjenigen Ort ermittelt und angegeben werden, an dem sie am stärksten ist.

Art. 11 Meldepflicht
<p>.....</p> <p>²Das Standortdatenblatt muss enthalten:</p> <p>.....</p> <p>c. Angaben über die von der Anlage erzeugte Strahlung:</p> <ol style="list-style-type: none">1. an dem für Menschen zugänglichen Ort, an dem diese Strahlung am stärksten ist, <p>.....</p>

In der Regel handelt es sich beim höchstbelasteten Ort um einen Ort, an dem sich Menschen nur kurzfristig aufhalten. Im folgenden wird für solche Orte der Begriff „Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA)“ verwendet. Orte für den kurzfristigen Aufenthalt sind alle für Personen zugänglichen Orte, welche nicht als Orte mit empfindlicher Nutzung (Kap. 2.1.3) gelten. Bei der NIS-Beurteilung von Mobilfunkanlagen sind vor allem folgende OKA von Bedeutung:

- zugängliche Flachdächer, auf denen die Sendeanlage steht
- Strassen, Trottoirs

Die NIS-Beurteilung wird in der Regel für eine Höhe von 1.50 m über dem zugänglichen Boden durchgeführt. Davon abweichend sind auch diejenigen Bereiche einzubeziehen, in denen sich das Wartungspersonal von gebäudetechnischen Einrichtungen (Liftmonteure, Kaminfeger etc.) aufhalten kann.⁷ Nicht in Betracht fallen hingegen jene Bereiche, die nur von technischem Personal betreten werden, welches Arbeiten an der Antennenanlage durchführt.⁸

2.2.3 Immissionsgrenzwerte

Anhang 2 der NISV legt Immissionsgrenzwerte für verschiedene physikalische Grössen fest. Bei Mobilfunkanlagen ist es ausreichend, die Beurteilung nur für den Effektivwert der elektrische Feldstärke durchzuführen.

Es sind zwei Situationen zu unterscheiden:

- Es sind nur Immissionen einer **einzigen** Frequenz (oder eines engen Frequenzbandes) vorhanden.

In diesem Fall wird der Immissionsgrenzwert in V/m angegeben, und die berechnete oder gemessene elektrische Feldstärke kann direkt mit dem Immissionsgrenzwert verglichen werden. Der Immissionsgrenzwert beträgt für die bei Mobilfunk und WLL verwendeten Frequenzbänder:

Funkdienst	Immissionsgrenzwert
GSM900, GSM-Rail	42 V/m
GSM1800	58 V/m
UMTS	61 V/m
WLL	61 V/m
Tetrapol / TETRA	28 V/m

- Es sind Immissionen bei **mehreren** Frequenzen oder Frequenzbändern gleichzeitig vorhanden (bei Mobilfunkanlagen beispielsweise dann, wenn die Anlage Antennen für GSM900 und GSM1800 oder UMTS umfasst).

In diesem Fall wird zuerst jeder Strahlungsbeitrag einzeln ermittelt und es wird berechnet, bis zu welchem Grad (in %) er „seinen“ Immissionsgrenzwert ausschöpft. Diese einzelnen „Ausschöpfungsgrade“ werden anschliessend addiert. Als Ergebnis erhält man die Angabe, zu wieviel % die Strahlung der Anlage insgesamt den Immissionsgrenzwert ausschöpft. Die entsprechende Berechnungsformel lautet:

⁷ Falls sich solche Aufenthaltsorte im Nahfeld einer Antenne befinden, ist die rechnerische Prognose nicht sehr zuverlässig. Die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes sollte in diesem Fall durch eine Messung überprüft werden.

⁸ Für Arbeitskräfte, die solche Arbeiten ausführen, gelten nicht die Grenzwerte der NISV, sondern diejenigen der SUVA (neuste Ausgabe: „Grenzwerte am Arbeitsplatz 2001“, SUVA, Luzern, 2001).

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes (in %):

$$100 \cdot \sqrt{\sum_p \left(\frac{E_p}{IGW_p} \right)^2} \quad (2)$$

Dabei bedeuten:

p Funkdienst, der auf der Anlage implementiert ist

E_p elektrische Feldstärke der Strahlung des Funkdienstes p , in V/m

IGW_p Immissionsgrenzwert für den Funkdienst p , in V/m

Zu summieren ist über alle Funkdienste p für Mobilfunk und WLL, welche auf der untersuchten Anlage implementiert sind. In die Summe nicht einbezogen wird Richtfunkstrahlung; diese wird separat und nur qualitativ beurteilt (siehe Kapitel 2.2.4).

2.2.4 Richtfunkantennen

Zu einer Mobilfunkbasisstation gehören häufig auch Richtfunkantennen, welche die Basisstation mit der Netzzentrale verbinden. Anhang 1 Ziffer 6 NISV nimmt die Richtfunkantennen zwar von vorsorglichen Emissionsbegrenzungen aus, die Immissionsgrenzwerte von Anhang 2 NISV gelten jedoch auch für Richtfunkstrahlung.

Die Strahlung von Richtfunkantennen ist nur direkt im eng gebündelten Richtstrahl von Bedeutung. Nur dort könnte es, sofern die der Richtfunkantenne zugeführte Leistung ausreichend stark ist, zu einer Überschreitung des Immissionsgrenzwerts kommen.

Bei Richtfunkantennen ist es daher gerechtfertigt, auf eine detaillierte Berechnung des Strahlungsbeitrags zu verzichten. Es genügt der qualitative Nachweis, dass Personen nicht direkt vor die Richtfunkantenne gelangen können. Dies ist für die störungsfreie Funktion der Richtfunkverbindung ohnehin gefordert und kann durch eine ausreichende Montagehöhe der Richtfunkantenne über zugänglichem Boden sichergestellt werden.

Zur Vereinfachung des Vollzugs soll der Anlageinhaber der Behörde auch die für den Betrieb der Anlage vorgesehenen Richtfunkantennen sowie deren Höhe über zugänglichem Grund bekannt geben. Dazu dient das Zusatzblatt 5 zum Standortdatenblatt.

2.2.5 Absperrungen

In Einzelfällen kann es vorkommen, dass bereits die Strahlung der Anlage den Immissionsgrenzwert ausschöpft oder überschreitet. Dies kann beispielsweise bei einer Mobilfunkanlage auf einem begehbaren Flachdach eintreten, bei der die Sendeantennen in geringer Höhe angebracht und gegen unten geneigt sind. In diesem Fall muss durch Absperrungen dafür gesorgt werden, dass Menschen nicht in den Bereich gelangen können, in dem der Immissionsgrenzwert überschritten ist. Der Anlageinhaber muss die Behörde über die vorgesehene Absperrung informieren. Der Behörde wird empfohlen, die notwendige Absperrung in die Bewilligung aufzunehmen und deren Ausführung nach Inbetriebnahme der Anlage zu kontrollieren.

2.3 NIS-Berechnung

Im folgenden werden zwei Verfahren für die NIS-Berechnung beschrieben:

- **Die rechnerische Prognose**
Dabei handelt es sich um eine reine Berechnung der Strahlung ohne unterstützende Information durch Messungen. Dieses Verfahren wird dann eingesetzt, wenn eine Anlage neu erstellt werden soll oder wenn bei einer bestehenden Anlage die Senderrichtungen, Antennenanordnung oder Antennendiagramme geändert werden.
- **Die Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung**
Dabei handelt es sich um eine Extrapolation der NIS-Belastung, die bei einer bereits laufenden Sendeanlage gemessen wurde, auf eine neue, höhere Sendeleistung. Dieses Verfahren darf nur angewendet werden, wenn lediglich die Sendeleistung erhöht werden soll und weder Senderrichtungen noch Antennen geändert werden. Es muss das Ergebnis einer NIS-Abnahmemessung am betrachteten Ort vorliegen.

2.3.1 Rechnerische Prognose

Die Strahlung, die an einem zu untersuchenden Ort zu erwarten ist, wird für jede zur Anlage gehörende Antenne einzeln berechnet. Die einzelnen Beiträge werden anschliessend leistungsmässig addiert.

Grundlage für die Berechnung sind die beantragte Sendeleistung, die Abstrahlcharakteristik der Sendeanenne (Antennendiagramm), die Senderichtung, der Abstand von der Antenne und die relative Lage des Ortes gegenüber der Antenne (Winkel zur Hauptstrahlrichtung). Ausserdem wird die Dämpfung der Strahlung durch die Gebäudehülle berücksichtigt.

Die Berechnung erfolgt unter Annahme von Fernfeldbedingungen und Freiraumausbreitung, ohne Einbezug von Reflexionen und Beugungen.

Die Abstrahlcharakteristik der Antennen wird durch das Antennendiagramm beschrieben. Dieses gibt quantitativ Auskunft über die Richtwirkung einer Antenne (Intensität der Strahlung in Abhängigkeit vom Winkel gegenüber der Hauptstrahlrichtung). Üblicherweise spezifiziert der Antennenhersteller zwei Antennendiagramme, eines für die horizontale und eines für die vertikale Ebene. Die Antennendiagramme liegen in grafischer Form und teilweise als Tabellen vor. Angegeben wird die Abschwächung gegenüber der Hauptstrahlrichtung, üblicherweise in Einheiten von dB.

Die vertikale und horizontale Richtungsabschwächung wird aus den beiden Antennendiagrammen für den betreffenden Ort herausgelesen und – in Einheiten von dB – addiert. Für die NIS-Berechnung wird diese Summe jedoch auf maximal 15 dB begrenzt, selbst wenn die Antennendiagramme eine grössere Abschwächung nahe legen. Die spezifizierten Antennendiagramme geben nämlich die Winkelbereiche, die wesentlich ausserhalb der Hauptstrahlrichtung liegen, in der Regel in idealisierter Form wieder. In der Praxis ist damit zu rechnen, dass die Streustrahlung in diesen Winkelbereichen unterschätzt wird und dass deren Richtung nicht genau der spezifizierten entspricht.

Aus der Richtungsabschwächung in dB wird der Abschwächungsfaktor γ wie folgt berechnet:

$$\gamma_n = 10^{dB/10} \quad (3)$$

Richtungsabschwächung (in dB)	Abschwächungsfaktor γ_n
0	1
3	2
6	4
10	10
15	32

In Anhang 4 finden sich illustrierte Beispiele für die Bestimmung der Richtungsabschwächung.

Wenn sich der betreffende Aufenthaltsort im Innern eines Gebäudes und die Antennen ausserhalb des Gebäudes befinden, dann wird die Strahlung beim Durchtritt durch die Gebäudehülle je nach Baustoff mehr oder weniger stark gedämpft. Die Dämpfungswerte gebräuchlicher Baumaterialien finden sich in der nachfolgenden Tabelle. Trifft die Strahlung auf Wände oder Decken, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen, so ist die Dämpfung des Materials mit dem niedrigsten Wert einzusetzen. Für eine Fassade mit Fenstern wird grundsätzlich keine Gebäudedämpfung (0 dB) berücksichtigt.

Material	Gebäudedämpfung in dB	Abschwächungsfaktor δ_n
Eisenbeton	15	32
Metallfassade	15	32
Backstein	5	3.2
Holz	0	1
Ziegeldach	0	1
Glas (z.B. Fenster)	0	1

Die von der Antenne n am betrachteten Aufenthaltsort erzeugte elektrische Feldstärke wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}} \quad (4)$$

Dabei bedeuten:

- E_n elektrische Feldstärke von Antenne n , in V/m
- d_n direkter Abstand zwischen dem Ort und der Antenne n , in m
- ERP_n beantragte Sendeleistung für die Antenne n , in W
- γ_n Richtungsabschwächung (Abschwächungsfaktor)
- δ_n Gebäudedämpfung (Abschwächungsfaktor)

Die von der gesamten Anlage am betrachteten Aufenthaltsort zu erwartende elektrische Feldstärke E_{Anlage} ergibt sich durch Summation aller Einzelbeiträge wie folgt:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (5)$$

2.3.2 Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung

Wenn eine Anlage bereits in Betrieb ist und nur ihre Sendeleistung erhöht werden soll, dann kann für die Neubeurteilung der Anlage eine NIS-Abnahmemessung zugrunde gelegt werden. Dieses Verfahren ist dann zulässig, wenn

- die Senderichtungen der Antennen innerhalb des bewilligten Winkelbereichs bleiben,
- die Antennen nicht verschoben werden,
- eine NIS-Abnahmemessung der bestehenden Anlage an denjenigen Aufenthaltsorten vorliegt, für welche die NIS-Belastung im ursprünglichen Standortdatenblatt berechnet worden war. Es soll sich um eine frequenzselektive NIS-Messung handeln, mit der die Beiträge der einzelnen Antennen an die NIS-Belastung separat ausgewiesen werden können.

Die nach der Erhöhung der Sendeleistung von der Antenne n zu erwartende elektrische Feldstärke $E_{n, neu}$ wird wie folgt berechnet:

$$E_{n, neu} = E_{n, alt} \cdot \sqrt{\frac{ERP_{n, neu}}{ERP_{n, alt}}} \quad (6)$$

Dabei bedeuten:

$E_{n, alt}$ elektrische Feldstärke (gemessener Beitrag der Antenne n) beim Betrieb mit der alten, bewilligten Sendeleistung, in V/m

$E_{n, neu}$ elektrische Feldstärke (hochgerechneter Beitrag der Antenne n) beim Betrieb mit der neuen, erhöhten Sendeleistung, in V/m

$ERP_{n, alt}$ bewilligte Sendeleistung für die Antenne n , in W

$ERP_{n, neu}$ beantragte neue Sendeleistung für die Antenne n , in W

Die von der gesamten Anlage am betrachteten Aufenthaltsort zu erwartende elektrische Feldstärke E_{Anlage} ergibt sich durch Summation aller Einzelbeiträge wie folgt:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_{n, neu}^2} \quad (7)$$

2.4 Rechte der Bevölkerung

2.4.1 Zugang zu Information

Während eines Bewilligungsverfahrens haben alle am Verfahren Beteiligten das Recht auf volle Akteneinsicht. Die Modalitäten regelt dabei grundsätzlich das kantonale Prozessrecht.

Nach Abschluss des Bewilligungsverfahrens können betroffene Anwohner bei der Behörde Einsicht in das Standortdatenblatt (Anhang 1) einer bewilligten Anlage nehmen. Das Geschäftsgeheimnis wird dadurch nicht verletzt, weil die Daten ja bereits für die Bewilligung öffentlich aufgelegt worden sind und damit nicht mehr geheim sind. Es wird den Behörden aber empfohlen, die Inhaber der Anlage vorgängig anzuhören.

2.4.2 Einspracheberechtigung

Gemäss den Bundesgerichtsentscheiden 1A.142/2001 und 1A.196/2001 ist zur Einsprache gegen eine Mobilfunksendeanlage berechtigt, wer an einem Ort mit empfindlicher Nutzung einer anlagebedingten Strahlung von über 10% des Anlagegrenzwertes der NISV ausgesetzt sein kann. Für die NIS-Prognose ist dabei auf den massgebenden Betriebszustand der Anlage und die Verhältnisse in der Hauptstrahlrichtung abzustellen. Gebäudedämpfungen sind nicht zu berücksichtigen. In beiden Fällen hat das Bundesgericht diesen Entscheid für relativ einfache Anlagen gefällt, welche mit je gleicher Sendeleistung in 3 bzw. nur 2 eindeutig definierte Hauptstrahlrichtungen abstrahlen. Der Abstand von der Anlage, bis zu dem jemand einspracheberechtigt ist, berechnet sich gemäss Bundesgericht wie folgt:

$$d_{\text{Einsprache}} = \frac{70}{AGW} \cdot \sqrt{ERP} \quad (8)$$

Dabei bedeuten:

$d_{\text{Einsprache}}$ maximale Distanz für die Einspracheberechtigung, in m

AGW massgebender Anlagegrenzwert, in V/m

ERP Sendeleistung in der Hauptstrahlrichtung, in W

Bei komplexen Antennenanlagen mit vielen Antennen kommt es vor, dass die einzelnen Antennen, selbst wenn sie ungefähr denselben Sektor abdecken, in leicht verschiedene Richtungen abstrahlen. Diese Strahlung überlagert sich, es lässt sich jedoch keine dominante Hauptstrahlrichtung bezeichnen. In diesem Fall wird empfohlen, das vom Bundesgericht festgelegte Berechnungsverfahren sinngemäss zu erweitern. An die Stelle einer klar definierten Hauptstrahlrichtung tritt ein **Sektor von 90°** im Azimut. Wie bei der Festlegung des Anlageperimeters (Kapitel 2.1.2) wird die gesamte Sendeleistung (ERP), die in einen Sektor von 90° abgestrahlt wird, summiert. Massgebend ist derjenige 90°-Sektor, in den insgesamt am meisten Sendeleistung abgestrahlt wird.

Für diesen allgemeinen Fall wird die Berechnungsformel (8) leicht modifiziert.

$$d_{\text{Einsprache}} = \frac{70}{AGW} \cdot \sqrt{ERP_{\text{Sektor}}} \quad (9)$$

Dabei bedeutet:

ERP_{Sektor} Sendeleistung in den massgebenden 90°-Sektor gemäss obenstehender Erläuterung, in W.

Die übrigen Grössen haben die gleiche Bedeutung wie bei der Berechnungsformel (8).

Beträgt der Abstand eines Ortes mit empfindlicher Nutzung zur nächstliegenden Antenne der Anlage weniger als $d_{\text{Einsprache}}$, dann sind Personen, die sich an diesem OMEN aufhalten, einspracheberechtigt.

3 Anleitung zum Ausfüllen des Standortdatenblattes für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen

3.1 Notwendige Angaben und Beilagen

Das Standortdatenblatt für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen findet sich in Anhang 1. Es kommt dann zum Einsatz, wenn die Sendeleistung (ERP) einer Basisstation für Mobilfunk und WLL insgesamt mindestens 6 Watt beträgt. Es müssen die folgenden Angaben gemacht und die folgenden Zusatzblätter ausgefüllt werden:

Für alle Anlagen:

- Ziffern 1 bis 7 des Hauptformulars
- Ein Zusatzblatt 1: "Ermittlung des Anlageperimeters"
- Ein Zusatzblatt 2: "Technische Angaben zu den Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse im Anlageperimeter"
- Ein Zusatzblatt 5: "Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter"
- Situationsplan
- Antennendiagramme für jeden Antennentyp (bei Multiband-Antennen für jedes verwendete Frequenzband einzeln)

Für neue Anlagen zusätzlich:

- Ein Zusatzblatt 3a: "Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA): rechnerische Prognose".
- Mindestens drei Zusatzblätter 4a: „Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN): rechnerische Prognose“.

Für die Erhöhung der Sendeleistung bestehender Anlagen bei gleichbleibender Antennenanordnung⁹ zusätzlich:

- Ein Zusatzblatt 3b: "Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA): Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung".
- Mindestens drei Zusatzblätter 4b: "Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN): Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung“.
- Ein Messbericht einer Abnahmemessung

Für alle anderen NIS-relevanten Änderungen bestehender Anlagen¹⁰ zusätzlich:

- Ein Zusatzblatt 3a: "Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA): rechnerische Prognose".
- Mindestens drei Zusatzblätter 4a: „Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN): rechnerische Prognose“.

Wenn Absperrungen nötig sind, damit der Immissionsgrenzwert eingehalten werden kann:

- Detailplan der vorgesehenen Absperrungen und Warnhinweise.

⁹ Sofern an den betreffenden Aufenthaltsorten eine NIS-Abnahmemessung durchgeführt wurde.

¹⁰ Auch bei blosser Erhöhung der Sendeleistung, falls keine NIS-Abnahmemessung vorliegt.

3.2 Hauptformular

3.2.1 Titelseite

Standortgemeinde

Politische Gemeinde, in der sich die zu bewilligende Anlage befindet.

Netzbetreiber / Stationscode

Jeder Netzbetreiber, der mit Sendeantennen auf der Anlage vertreten ist, wird hier aufgeführt. Beigefügt wird der jeweilige firmeninterne Code für die Sendeanlage.

Art des Projekts

Hier wird angegeben, ob es sich um ein Projekt für eine neue Anlage oder um die Änderung/Erweiterung einer bestehenden Anlage handelt. Die Art der Änderung oder Erweiterung ist zu spezifizieren.

Beispiele:

- Neue Sendeanlage
- Änderung von Senderichtungen
- Erhöhung der Sendeleistung
- Erweiterung mit UMTS
- Erweiterung um Antennen der Firma xy
- Ersatz von Sendeantennen

Ersetzt Standortdatenblatt vom

Wenn es sich beim Projekt um eine Änderung/Erweiterung einer bestehenden Anlage handelt, dann soll hier auf das für die bestehende Anlage gültige, alte Standortdatenblatt verwiesen werden.

Anlageverantwortliche Firma

Hier wird diejenige Firma eingetragen, welche für den Inhalt des Standortdatenblattes verantwortlich zeichnet.

- Bei Anlagen ohne Standortmitbenutzung durch andere Firmen: der Anlageinhaber.
- Bei Anlagen mit Standortmitbenutzung durch andere Firmen: diejenige Firma, welche für die Koordination verantwortlich ist ("site manager").

3.2.2 Ziffer 1: Standort der Anlage

Koordinaten

Schweizerische Landeskoordinaten CH1903, Genauigkeit mindestens 10 m.

Beschreibung

Hier soll der Standort kurz charakterisiert werden.

Beispiele:

- auf einem Industriegebäude
- auf einem Gewerbegebäude
- auf einem Silo
- auf einem Wohngebäude
- freistehender Mast an der Autobahn
- freistehender Mast im Landwirtschaftsgebiet
- freistehender Mast am Waldrand
- auf einem Hochspannungsmast

3.2.3 Ziffer 3: Kontaktperson für den Zutritt

Es ist eine Person anzugeben, welche die Behörde für Standortbegehungen kontaktieren kann.

3.2.4 Ziffer 4: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Ergebnis von Zusatzblatt 3a oder 3b.

Die Angaben werden aus dem Zusatzblatt 3a oder 3b übernommen (je nachdem, welches der beiden Zusatzblätter beiliegt).

Anzugeben ist unter dieser Ziffer nur die von der Anlage erzeugte Strahlung. Es wird dabei ausgewiesen, in welchem Mass der Immissionsgrenzwert bereits durch die Strahlung der Anlage allein ausgeschöpft wird. Falls der Immissionsgrenzwert bereits durch die Strahlung der Anlage allein weitgehend ausgeschöpft wird und dazu noch eine Vorbelastung durch anlagefremde Antennen besteht, wird die Behörde eine Gesamtbeurteilung der totalen Hochfrequenzstrahlung vornehmen. Als Indikator für das Vorhandensein anlagefremder Antennen dient das im Zusatzblatt 5 einzureichende "Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter".

3.2.5 Ziffer 5: Strahlung an den drei höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Ergebnisse der Zusatzblätter 4a oder 4b

Die Angaben in dieser Ziffer werden – mit Ausnahme des Anlagegrenzwerts – den Zusatzblättern 4a und/oder 4b entnommen (je nachdem, welche Zusatzblätter beiliegen). Es sind diejenigen drei OMEN auszuwählen, an denen die von der Anlage stammende Strahlung am stärksten ist.

Anlagegrenzwert

Der für die vorliegende Kombination von Funkdiensten massgebende Anlagegrenzwert (4, 5 oder 6 V/m; siehe Kapitel 2.1.4).

3.2.6 Ziffer 6: Einspracheberechtigung; Ergebnis des Zusatzblattes 2

Die Angabe in dieser Ziffer wird dem Zusatzblatt 2 entnommen.

3.2.7 Ziffer 7: Erklärung der anlageverantwortlichen Firma (Anlageinhaber oder Standortkoordinator)

Die Erklärung soll mit Datum, Unterschrift und Firmenstempel versehen werden.

Bemerkungen

Hier können sachdienliche Zusatzinformationen angebracht werden, zum Beispiel, wie die drei höchstbelasteten OMEN identifiziert wurden.

3.3 Zusatzblatt 1: Ermittlung des Anlageperimeters

Generelles

Mit Hilfe dieses Zusatzblattes werden alle Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse identifiziert, welche zur Sendeanlage gehören und demzufolge bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen sind.¹¹ Diese Zuordnung erfolgt in 3 Schritten:

- In der ersten Tabelle dieses Zusatzblattes werden alle Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse erfasst, die sich auf demselben Mast (bei freistehenden Sendemasten) oder auf demselben Dach (bei Montage der Antennen auf einem Gebäude) befinden.
- Auf Grund der Sendeleistungen und Senderichtungen dieser Antennen wird der sog. Anlageperimeter berechnet.
- Im letzten Schritt werden in der untersten Tabelle dieses Zusatzblattes weitere Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse hinzugefügt, welche sich im Anlageperimeter befinden und im ersten Schritt noch nicht einbezogen wurden.

Generell nicht zu berücksichtigen sind in diesem Zusatzblatt Sendeantennen für Rundfunk, Telepage, Betriebsfunk und Amateurfunk. Diese Sendeantennen bilden gemäss Anhang 1 Ziffer 7 NISV eine eigenständige Anlagekategorie. Ebenfalls nicht einzubeziehen sind Richtfunkantennen. Die genannten anlagefremden Antennen werden auf dem Zusatzblatt 5 aufgeführt.

Anzahl Masten

- Wenn es sich um einen freistehenden Mast handelt, wird "1" eingetragen
- Befinden sich die Sendeantennen auf einem Gebäude, wird die Anzahl Sendemasten auf diesem Gebäude eingetragen.

Nr. der Antenne

Die Sendeantennen werden nummeriert. Die Antennen werden im Situationsplan eingezeichnet und mit ihrer Nummer versehen.

Funkdienst

Zur Zeit: GSM900, GSM1800, GSM-Rail, UMTS, Tetrapol (Polycom), TETRA, WLL.

ERP: Sendeleistung

Hier ist für jede Antenne die Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) einzutragen, welche für den massgebenden Betriebszustand beantragt wird (siehe Kapitel 2.1.5).

¹¹ Vorläufig nicht einzubeziehen sind dabei Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt. Solche Antennen können vorderhand isoliert betrachtet und der Behörde mit dem Meldeformular von Anhang 2 gemeldet werden. Diese Empfehlung gilt bis höchstens Mitte 2005. In der Zwischenzeit sollen in der Praxis Erfahrungen gesammelt werden. Es soll insbesondere abgeklärt werden, ob die empfohlene Vereinfachung zu einer relevanten Unterschätzung der NIS-Belastung führen kann. Es ist vorgesehen, innert drei Jahren eine Neubeurteilung vorzunehmen und diesen Punkt der Vollzugsempfehlung gegebenenfalls anzupassen.

Hauptstrahlrichtung (Azimut)

Hauptstrahlrichtung, bezogen auf Norden. Winkel im Uhrzeigersinn zunehmend:

N:	0°
O:	90°
S:	180°
W:	270°

Es wird entweder ein eindeutig definierter Winkel (\dots°) oder ein **Winkelbereich** ("von \dots° bis \dots° ") eingetragen.

Bei Rundstrahlern wird „omni“ eingetragen.

In eine Richtung kumulierte Sendeleistung bzw. in einen Sektor kumulierte Sendeleistung

Es muss eine der beiden Tabellen ausgefüllt werden.

Die Tabelle "**In eine Richtung kumulierte Sendeleistung**" kommt dann zur Anwendung, wenn die horizontalen Hauptstrahlrichtungen aller Sendeantennen paarweise um mehr als 90° auseinanderliegen. Es ist diejenige horizontale Senderichtung anzugeben, in welche insgesamt die höchste Sendeleistung abgestrahlt wird. Die Sendeleistung aller Antennen, welche in diese Richtung abstrahlen, wird summiert und als ERP_{kum} eingetragen.

Bei allen andern Anlagen kommt die Tabelle "**In einen Sektor kumulierte Sendeleistung**" zur Anwendung. An die Stelle einer singulären Senderichtung tritt ein **Sektor** mit einem Öffnungswinkel von 90° im Azimut. Massgebend ist derjenige 90° -Sektor, in welchem am meisten Sendeleistung abgestrahlt wird. Richtungsabschwächungen gemäss horizontalem Antennendiagramm werden dabei nicht berücksichtigt und Hauptstrahlrichtungen ausserhalb dieses Sektors werden ignoriert. Die Grenzen des Sektors sind nicht auf die Himmelsrichtungen beschränkt, sondern können beliebig sein. Dieser Sektor wird entweder empirisch oder mit einem geeigneten Algorithmus bestimmt. Anzugeben sind zwei Winkel (in Grad von N), die diesen Sektor begrenzen. Die Sendeleistung aller Antennen, deren horizontale Hauptstrahlrichtung in diesen Sektor fällt, wird summiert und als ERP_{kum} eingetragen.

Falls für die horizontale Senderichtung nicht ein einziger Winkel, sondern ein **Winkelbereich** beantragt oder bewilligt ist, muss für jede Antenne sinngemäss der ganze Winkelbereich einbezogen werden.

F: Funkdienstefaktor

Es handelt sich um einen Zahlenwert, der von der Kombination der auf dem Mast bzw. Dach installierten Funkdienste und Frequenzbänder abhängt. Er beträgt:

- 1.75, wenn auf dem Mast bzw. Dach nur GSM900-, GSM-Rail-, Tetrapol- TETRA-Antennen oder Kombinationen davon vorhanden sind.
- 1.17, wenn auf dem Mast bzw. Dach nur GSM1800-, UMTS-, WLL-Antennen oder Kombinationen davon vorhanden sind
- 1.4 für alle übrigen Situationen.

r: Radius des Anlageperimeters

Der Radius r des Anlageperimeters wird wie folgt berechnet:

$$r = F \cdot \sqrt{ERP_{kum}} \quad (10)$$

Im Situationsplan wird nun um den Mast ein Kreis mit Radius r eingezeichnet. Sind die Sendeantennen auf mehrere Masten auf einem Dach verteilt, dann wird um jeden dieser Masten ein gleichgrosser Kreis mit Radius r eingezeichnet, unabhängig davon, welche Sendeantennen sich auf den jeweiligen Masten befinden.

Der Anlageperimeter ist die Fläche, die durch diese Kreise bedeckt wird.

Zusätzliche Sendeantennen für Mobilfunk und WLL innerhalb des Anlageperimeters

Nachdem der Anlageperimeter bestimmt ist, wird untersucht, ob innerhalb dieses Perimeters weitere Sendeantennen für Mobilfunk und WLL vorhanden sind, welche im ersten Schritt nicht einbezogen wurden. Ist dies der Fall, dann wird für jede dieser zusätzlichen Antennen in der untersten Tabelle des Zusatzblattes 1 eine Spalte ausgefüllt.

3.4 Zusatzblatt 2: Technische Angaben zu den Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse im Anlageperimeter

Generelles

Für jede einzelne Sendeantenne der Anlage gemäss Zusatzblatt 1 wird eine Spalte ausgefüllt. Wird eine Antenne für zwei oder mehr Funkdienste gleichzeitig eingesetzt (z.B. GSM1800 und UMTS), so wird für jeden Funkdienst eine eigene Spalte, mit gleicher Antennennummer, aber unterschiedlicher Laufnummer n ausgefüllt.

Die einzelnen Antennen werden im Situations- oder Anlageplan mit den entsprechenden Nummern bezeichnet. Dort wird auch ihre Hauptstrahlrichtung eingezeichnet. Die Nummerierung der Antennen muss eindeutig sein.

Für jeden verwendeten Antennentyp wird mindestens ein horizontales und ein vertikales Antennendiagramm beigelegt, bei Multiband-Antennen für jedes verwendete Frequenzband ein horizontales und ein vertikales Antennendiagramm.

Sind mehr als 10 Spalten auszufüllen, so werden weitere Zusatzblätter 2 beigelegt, wobei die Laufnummer n über 10 hinaus fortgesetzt wird.

Höhenkote 0

An dieser Stelle wird der Bezugspunkt für die Höhenangaben in den Zusatzblättern 2, 3a, 3b, 4a und 4b beschrieben. In der Regel wird man für diesen Bezugspunkt den gewachsenen Grund unter der Sendeanlage wählen. Die Festlegung der Höhenkote ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung.

Nr. der Antenne und Funkdienst

Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 1 übernommen.

Frequenzband

Grobe Angabe des verwendeten Frequenzbereichs gemäss folgender Aufstellung:

Funkdienst	Frequenzband (in MHz)
GSM900	900
GSM1800	1800
GSM-Rail	900
UMTS	2100
Tetrapol, TETRA	400
WLL	3500 oder 25000

Höhe der Antenne über Höhenkote 0

Höhe in m von der Höhenkote 0 bis unterkant der betreffenden Antenne.

ERP_n: Sendeleistung

Diese Angabe wird aus dem Zusatzblatt 1 übernommen. Bei Antennen, die für 2 Funkdienste (z.B. GSM1800 und UMTS) eingesetzt werden, müssen 2 Spalten ausgefüllt werden. Die Angabe der ERP in Zusatzblatt 1 (pro Antenne) ist daher entsprechend aufzuteilen.

Hauptstrahlrichtung (Azimut)

Diese Angabe wird aus dem Zusatzblatt 1 übernommen.

Hauptstrahlrichtung (Mechanischer Neigungswinkel)

Mechanische Ausrichtung der Antenne (sog. „mechanischer down tilt“).

Mechanische Ausrichtung der Antenne	Mechanischer Neigungswinkel
Im Lot	0°
Nach unten geneigt	Negatives Vorzeichen
Nach oben geneigt	Positives Vorzeichen

Es wird entweder ein eindeutig definierter Neigungswinkel (....°) oder ein Winkelbereich ("von ° bis°") eingetragen.

Hauptstrahlrichtung (Elektrischer Neigungswinkel)

Elektrisch gesteuerte Abweichung der vertikalen Hauptstrahlrichtung von der mechanischen Ausrichtung (sog. „elektrischer down tilt“) gemäss Antennendiagramm.

Elektrischer down tilt	Elektrischer Neigungswinkel
Kein down tilt	0°
Nach unten geneigt	Negatives Vorzeichen
Nach oben geneigt	Positives Vorzeichen

Es wird entweder ein eindeutig definierter Neigungswinkel (....°) oder ein Winkelbereich (von ° bis°) eingetragen.

Hauptstrahlrichtung (Gesamter Neigungswinkel):

Abweichung der Hauptstrahlrichtung von der horizontalen Ebene. Summe von mechanischem und elektrischem Neigungswinkel.

Wenn beim mechanischen und/oder elektrischen Neigungswinkel ein Winkelbereich eingetragen wurde, dann wird hier der ganze mögliche Winkelbereich angegeben, der sich aus der Kombination beider Angaben ergibt. Wurde an beiden Positionen ein eindeutiger Neigungswinkel angegeben, dann steht auch hier ein einziger Wert.

Relevanter Sektor für die Ermittlung des Einspracheperimeters

Hier wird derjenige 90°-Sektor bezeichnet, in den am meisten Sendeleistung abgestrahlt wird. Die Winkelangaben erfolgen in Grad Azimut nach gleicher Konvention wie bei der Angabe der Hauptstrahlrichtung.

Beispiele:

- von 17° bis 107°
- von 304° bis 34°

ERP_{Sektor}: Summierte Sendeleistung

Die Summe der Sendeleistungen aller Antennen/Funkdienste, deren horizontale Hauptstrahlrichtung innerhalb des obgenannten 90°-Sektors liegt.

AGW: Anlagegrenzwert

Der für die vorliegende Kombination von Funkdiensten massgebende Anlagegrenzwert (4, 5 oder 6 V/m; siehe Kapitel 2.1.4).

3.5 Zusatzblatt 3a: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Rechnerische Prognose

Generelles

Für den höchstbelasteten Ort wird entweder ein Zusatzblatt 3a oder ein Zusatzblatt 3b ausgefüllt. Das Zusatzblatt 3a darf in jedem Fall verwendet werden, das Zusatzblatt 3b nur dann, wenn gewisse Bedingungen erfüllt sind (siehe Kapitel 3.6). Im vorliegenden Kapitel wird das Zusatzblatt 3a beschrieben.

Die Berechnung wird für denjenigen Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA) durchgeführt, an dem die Strahlung von der Anlage am stärksten ist. In der Regel handelt es sich dabei um einen Ort im Freien. Der OKA wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 3a und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 3a korrespondiert mit dem Zusatzblatt 2. Alle Antennen und Funkdienste, die im Zusatzblatt 2 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 3a übertragen.

Als Ergebnis des Zusatzblattes 3a resultieren die elektrische Feldstärke (in V/m) und die Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes (in %). Diese Werte werden mit den am Schluss des Zusatzblattes 3a angegebenen Formeln berechnet. Die Ergebnisse werden in Ziffer 4 des Hauptformulars übertragen.

Beschreibung und Adresse des OKA

Beispiele:

- Flachdach, Funkstrasse 43
- Trottoir, vor Bahnhofstrasse 19
- Liftaufbau, auf dem Dach von Sägeweg 20

Nutzung des OKA

Beispiele:

- Wartungsarbeiten des Hauswarts
- Passanten
- Servicearbeiten am Lift

Höhe des OKA über Boden

- Auf Strassen, Brücken, Plätzen etc: 1.50 m.
- Auf Dächern, Balkonen etc: In der Regel die Höhe des Daches, Balkons etc. über Boden plus 1.50 m. Falls das Wartungspersonal gebäudetechnischer Einrichtungen in grössere Höhen als 1.50 m gelangen kann, ist die maximal zu erwartende Aufenthaltshöhe einzusetzen.

Höhe des OKA über Höhenkote 0

Analog zu "Höhe des OKA über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 2 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

Nr. der Antenne, Funkdienst, Frequenzband, Netzbetreiber und ERP_n

Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 2 übernommen.

Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OKA

Aus dem Grundrissplan herauszulesender Abstand zwischen der Antenne und dem OKA.

Höhenunterschied zwischen Antenne und OKA

Differenz zwischen der Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (Zusatzblatt 2) und der Höhe des OKA über Höhenkote 0.

d_p : direkter Abstand zwischen Antenne und OKA

Kürzester direkter Abstand in m zwischen dem OKA und der Sendeantenne (in der Regel unterkant Antenne; falls der OKA höher liegt als die Antenne, wird zur Oberkante der Antenne gemessen). Der Direktabstand wird aus dem horizontalen Abstand und dem Höhenunterschied zwischen der Antenne und dem OKA trigonometrisch berechnet.

Azimut des OKA gegenüber der Antenne

Azimut der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von Norden.

Elevation des OKA gegenüber der Antenne

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

Kritische horizontale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Hauptstrahlrichtung ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Hauptstrahlrichtung ein **Winkelbereich** eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OKA zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Kritische vertikale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein **Winkelbereich** eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OKA zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, horizontal

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OKA verbindet, und der kritischen Senderichtung der Antenne, in Grad Azimut. Mit diesem Winkel wird anschliessend im horizontalen Antennendiagramm die horizontale Richtungsabschwächung ermittelt.

Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, vertikal

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OKA verbindet, und der kritischen Senderichtung der Antenne, in Grad Elevation. Mit diesem Winkel wird anschliessend im vertikalen Antennendiagramm die vertikale Richtungsabschwächung ermittelt.

Richtungsabschwächung horizontal

Die Richtungsabschwächung wird aus dem horizontalen Antennendiagramm für den „Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, horizontal“ abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

Richtungsabschwächung vertikal

Die Richtungsabschwächung wird aus dem vertikalen Antennendiagramm für den „Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, vertikal“ abgelesen¹². Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

Richtungsabschwächung total (in dB)

Summe von horizontaler und vertikaler Richtungsabschwächung in dB, **maximal jedoch 15 dB**.

 γ_n : Richtungsabschwächung total (als Faktor)

Der Abschwächungsfaktor γ_n wird aus der totalen Richtungsabschwächung in dB wie folgt berechnet:

$$\gamma_n = 10^{dB / 10} \quad (11)$$

 E_n : Feldstärkebeitrag

Die elektrische Feldstärke (in V/m) von der betreffenden Antenne am OKA. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n}} \quad (12)$$

 IGW_n : Immissionsgrenzwert

Der für die Strahlung des betreffenden Frequenzbandes massgebende Immissionsgrenzwert in V/m (siehe Kap.2.2.3).

 E_{Anlage} : Elektrische Feldstärke der Anlage

Die elektrische Feldstärke der ganzen Mobilfunkanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen E_n wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (13)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes

Dieser Wert gibt an, bis zu welchem Grad (in %) der Immissionsgrenzwert durch die Strahlung der zur Anlage gehörenden Sendeantennen am OKA bereits ausgeschöpft wird. Er wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen E_n wie folgt berechnet:

¹² Bei Antennen mit elektrischem down tilt ist diesbezüglich Vorsicht geboten: In den vertikalen Antennendiagrammen derartiger Antennen ist der Hauptstrahl in der Regel bereits um den down tilt nach unten geneigt eingezeichnet. Der „Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, vertikal“ ist im Antennendiagramm stets auf die eingezeichnete Hauptstrahlrichtung – und somit nicht notwendigerweise auf die Horizontale – zu beziehen.

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left(\frac{E_n}{IGW_n} \right)^2} \quad (14)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

3.6 Zusatzblatt 3b: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung

Generelles

Für den höchstbelasteten Ort wird entweder ein Zusatzblatt 3a oder ein Zusatzblatt 3b ausgefüllt. In diesem Kapitel wird das Zusatzblatt 3b beschrieben.

Das Zusatzblatt 3b darf nur dann verwendet werden, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind:

- Es handelt sich um eine bestehende Sendeanlage.
- Die Strahlung am höchstbelasteten OKA ist in einer Abnahmemessung bereits gemessen und in einem Messbericht dokumentiert worden.
- Es soll einzig die Sendeleistung erhöht werden. Alle übrigen Anordnungen bleiben unverändert.

Der OKA wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 3b und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 3b korrespondiert mit dem Zusatzblatt 2. Alle Antennen und Funkdienste, die im Zusatzblatt 2 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 3b übertragen.

Als Ergebnis des Zusatzblattes 3b resultieren die elektrische Feldstärke (in V/m) und die Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes (in %). Diese Werte werden mit den am Schluss des Zusatzblattes 3b angegebenen Formeln berechnet. Die Ergebnisse werden in Ziffer 4 des Hauptformulars übertragen.

Beschreibung und Adresse des OKA

Beispiele:

- Flachdach, Funkstrasse 43
- Trottoir, vor Bahnhofstrasse 19
- Liftaufbau, auf dem Dach von Sägeweg 20

Nutzung des OKA

Beispiele:

- Wartungsarbeiten des Hauswarts
- Passanten
- Servicearbeiten am Lift

Höhe des OKA über Boden

- Auf Strassen, Brücken, Plätzen etc: 1.50 m
- Auf Dächern, Balkonen etc: In der Regel die Höhe des Daches, Balkons etc. über Boden plus 1.50 m. Falls das Wartungspersonal gebäudetechnischer Einrichtungen in grössere Höhen als 1.50 m gelangen kann, ist die maximal zu erwartende Aufenthaltshöhe einzusetzen.

Höhe des OKA über Höhenkote 0

Analog zu "Höhe des OKA über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 2 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

Baubewilligung

Anzugeben ist das Datum der Baubewilligung, auf Grund der die Anlage bisher betrieben wurde.

Messbericht

Anzugeben ist die Firma, welche die NIS-Abnahmemessung der bestehenden Sendeanlage durchgeführt hat, sowie das Datum des Messberichts. Der Messbericht selbst muss dem Standortdatenblatt beigelegt werden.

Nr. der Antenne, Funkdienst, Frequenzband und Netzbetreiber

Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 2 übernommen.

Azimut des OKA gegenüber der Antenne

Azimut der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von Norden.

Elevation des OKA gegenüber der Antenne

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OKA und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

Kritische horizontale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Senderichtung ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Senderichtung ein Winkelbereich eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OKA zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Kritische vertikale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein Winkelbereich eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OKA zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

IGW_n: Immissionsgrenzwert

Der für die Strahlung des betreffenden Frequenzbandes massgebende Immissionsgrenzwert in V/m (siehe Kapitel 2.2.3).

Horizontale und vertikale Senderichtung bei der NIS-Messung

Diese Angaben werden dem Messbericht entnommen. Zu prüfen ist an dieser Stelle insbesondere, ob die Senderichtung der Antenne während der Abnahmemessung mit der kritischen Senderichtung übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, dann darf die NIS-Beurteilung nicht auf Grund des Zusatzblattes 3b erfolgen. Es ist entweder ein Zusatzblatt 3a auszufüllen oder die Messung ist mit der korrekten Antennenausrichtung zu wiederholen.

ERP_{n, alt}: bewilligte Sendeleistung

Es wird für jede Antenne die bereits früher bewilligte Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) eingetragen. Diese Angaben finden sich im Standortdatenblatt, welches der vorherigen Bewilligung zu Grunde lag.

$E_{n,alt}$: gemessener Feldstärkebeitrag bei $ERP_{n,alt}$

Diese Angaben werden dem Messbericht entnommen. Es muss sich um das Ergebnis einer frequenzselektiven Messung handeln, welche beim Betrieb mit $ERP_{n,alt}$ durchgeführt oder auf diese Sendeleistung hochgerechnet wurde. Detaillierte Ausführungen zur Messung und Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand finden sich in der Messempfehlung für GSM-Basisstationen („Mobilfunk-Basisstationen (GSM): Messempfehlung“, Vollzug Umwelt, BUWAL und METAS, Bern, 2002).

$ERP_{n,neu}$: beantragte Sendeleistung

Es handelt sich um die beantragte, neue Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung). Diese wird aus dem Zusatzblatt 2 übernommen. Da das Zusatzblatt 3b bei einer beabsichtigten Erhöhung der Sendeleistung ausgefüllt wird, ist $ERP_{n,neu}$ in der Regel höher als $ERP_{n,alt}$. Es kann aber, zumindest für einen Teil der Antennen der Anlage, auch das Umgekehrte zutreffen. Dies wäre beispielsweise dann der Fall, wenn auf nicht ausgeschöpfte Leistungsreserven bei einem implementierten Funkdienst verzichtet wird, um im Gegenzug die Sendeleistung eines anderen Funkdienstes erhöhen zu können.

$E_{n,neu}$: Hochgerechneter Feldstärkebeitrag bei Betrieb mit $ERP_{n,neu}$

Die elektrische Feldstärke (in V/m) von der betreffenden Antenne am OKA, beim Betrieb mit der beantragten Sendeleistung $ERP_{n,neu}$. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_{n,neu} = E_{n,alt} \cdot \sqrt{\frac{ERP_{n,neu}}{ERP_{n,alt}}} \quad (15)$$

E_{Anlage} : Elektrische Feldstärke der Anlage

Die elektrische Feldstärke der ganzen Mobilfunkanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen $E_{n,neu}$ wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_{n,neu}^2} \quad (16)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes

Dieser Wert gibt an, bis zu welchem Grad (in %) der Immissionsgrenzwert durch die Strahlung der zur Anlage gehörenden Sendeantennen am OKA bereits ausgeschöpft wird. Er wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen $E_{n,neu}$ wie folgt berechnet:

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left(\frac{E_{n,neu}}{IGW_n} \right)^2} \quad (17)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

3.7 Zusatzblatt 4a: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Rechnerische Prognose

Generelles

Pro Ort mit empfindlicher Nutzung wird entweder ein Zusatzblatt 4a oder ein Zusatzblatt 4b ausgefüllt. Das Zusatzblatt 4a darf in jedem Fall verwendet werden, das Zusatzblatt 4b nur dann, wenn gewisse Bedingungen erfüllt sind (siehe Kapitel 3.8). Im vorliegenden Kapitel wird das Zusatzblatt 4a beschrieben.

Der OMEN wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 4a und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 4a korrespondiert mit dem Zusatzblatt 2. Alle Antennen und Funkdienste, die im Zusatzblatt 2 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 4a übertragen.

Das Ergebnis des Zusatzblattes 4a ist die anlagebedingte elektrische Feldstärke (in V/m) am untersuchten OMEN. Sie wird mit den am Schluss des Zusatzblattes 4a angegebenen Formeln berechnet. Das Ergebnis wird in Ziffer 5 des Hauptformulars übertragen.

Beschreibung und Adresse des OMEN

Kurze Beschreibung des OMEN. Bei Innenräumen die exakte Adresse, das Stockwerk und den Raum.

Beispiele Innenräume:

- Wohnzimmer, 3. Stockwerk, Hangweg 23
- Schulzimmer, Dachgeschoss, Schulanlage Unterfeld
- Büro, 12. Stockwerk (unter der Antennenanlage), City Tower
- Schreinerei, Erdgeschoss, Mühlestrasse 17

Beispiele Freiflächen:

- Kinderspielplatz Dorfzentrum
- Parzelle 347, Ecke Sandstrasse / Kiesweg

Nutzung des OMEN

Beispiele:

- Wohnen
- Unterricht
- Arbeitsplatz
- Bauzone WG3

Höhe des OMEN über Boden

- Innenräume: Höhe des Fussbodens des betreffenden Stockwerks über Boden plus 1.50 m.
- Kinderspielplätze: 1.50 m über Boden.
- Unüberbaute Grundstücke: diejenige Höhe, bei der die höchste NIS-Belastung zu erwarten ist, maximal jedoch die Höhe des obersten möglichen Stockwerks über Boden.

Höhe des OMEN über Höhenkote 0

Analog zu "Höhe des OMEN über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 2 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Be-

deutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

Nr. der Antenne, Funkdienst, Frequenzband, Netzbetreiber und ERP_n
Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 2 übernommen.

Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN

Aus dem Grundrissplan herauszulesender Abstand zwischen der Antenne und dem OMEN.

Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN

Differenz zwischen der Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (Zusatzblatt 2) und der Höhe des OMEN über Höhenkote 0.

d_n : direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN:

Kürzester direkter Abstand in m zwischen dem OMEN und der Sendeantenne (in der Regel unterkant Antenne; falls der OMEN höher liegt als die Antenne, wird zur Oberkante der Antenne gemessen). Der Direktabstand wird aus dem horizontalen Abstand und dem Höhenunterschied zwischen der Antenne und dem OMEN trigonometrisch berechnet.

Azimut des OMEN gegenüber der Antenne

Azimut der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von Norden.

Elevation des OMEN gegenüber der Antenne

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

Kritische horizontale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Hauptstrahlrichtung ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimut der Hauptstrahlrichtung ein **Winkelbereich** eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OMEN zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Kritische vertikale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein **Winkelbereich** eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OMEN zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, horizontal

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OMEN verbindet, und der kritischen Senderichtung der Antenne, in Grad Azimut. Mit diesem Winkel wird anschließend im horizontalen Antennendiagramm die horizontale Richtungsabschwächung ermittelt.

Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal

Winkel zwischen der Linie, welche die Antenne und den OMEN verbindet, und der kritischen Senderichtung der Antenne, in Grad Elevation. Mit diesem Winkel wird anschliessend im vertikalen Antennendiagramm die vertikale Richtungsabschwächung ermittelt.

Richtungsabschwächung horizontal

Die Richtungsabschwächung wird aus dem horizontalen Antennendiagramm für den „Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, horizontal“ abgelesen. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

Richtungsabschwächung vertikal

Die Richtungsabschwächung wird aus dem vertikalen Antennendiagramm für den „Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal“ abgelesen¹³. Die Angabe erfolgt in dB mit positivem Vorzeichen.

Richtungsabschwächung total (in dB)

Summe von horizontaler und vertikaler Richtungsabschwächung in dB, **maximal jedoch 15 dB**.

γ_n : Richtungsabschwächung total (als Faktor)

Der Abschwächungsfaktor γ_n wird aus der totalen Richtungsabschwächung in dB wie folgt berechnet:

$$\gamma_n = 10^{dB / 10} \tag{18}$$

Gebäudehülle

Bauweise der Fassade bzw. Decke zwischen der betreffenden Sendeantenne und dem OMEN. Allfällige vorhandene Fenster oder sonstige Öffnungen sind zu vermerken.

Beispiele:

- Flachdach, Eisenbeton
- Backsteinmauer mit Fenstern
- Ziegeldach
- Holzfassade mit Fenstern
- Metallfassade

Es ist möglich, dass die zur Anlage gehörenden Sendeantennen örtlich getrennt sind, so dass die Strahlung durch verschiedene Fassaden oder Decken in den OMEN eindringen kann. Die Gebäudehülle kann daher nicht für den OMEN generell, sondern muss bezogen auf die jeweilige Sendeantenne angegeben werden.

Gebäudedämpfung in dB und als Faktor (δ_n)

Dämpfungswerte gemäss Kapitel 2.3.1.

¹³ Bei Antennen mit elektrischem down tilt ist diesbezüglich Vorsicht geboten: In den vertikalen Antennendiagrammen derartiger Antennen ist der Hauptstrahl in der Regel bereits um den down tilt nach unten geneigt eingezeichnet. Der „Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal“ ist im Antennendiagramm stets auf die eingezeichnete Hauptstrahlrichtung – und somit nicht notwendigerweise auf die Horizontale – zu beziehen.

E_n : Feldstärkebeitrag

Die elektrische Feldstärke (in V/m) von der betreffenden Antenne am OMEN. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}} \quad (19)$$

E_{Anlage} : Elektrische Feldstärke der Anlage

Die elektrische Feldstärke der ganzen Mobilfunkanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen E_n wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} \quad (20)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

3.8 Zusatzblatt 4b: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung

Generelles

Pro Ort mit empfindlicher Nutzung wird entweder ein Zusatzblatt 4a oder ein Zusatzblatt 4b ausgefüllt. In diesem Kapitel wird das Zusatzblatt 4b beschrieben.

Das Zusatzblatt 4b darf nur dann verwendet werden, wenn folgende drei Bedingungen erfüllt sind:

- Es handelt sich um eine bestehende Sendeanlage.
- Die Strahlung am OMEN ist in einer Abnahmemessung bereits gemessen und in einem Messbericht dokumentiert worden.
- Es soll einzig die Sendeleistung erhöht werden. Alle übrigen Anordnungen bleiben unverändert.

Der OMEN wird durch eine eindeutige Nummer im Zusatzblatt 4b und im Situationsplan gekennzeichnet.

Das Zusatzblatt 4b korrespondiert mit dem Zusatzblatt 2. Alle Antennen und Funkdienste, die im Zusatzblatt 2 aufgeführt sind, werden ins Zusatzblatt 4b übertragen.

Das Ergebnis des Zusatzblattes 4b ist die anlagebedingte elektrische Feldstärke (in V/m) am untersuchten OMEN. Sie wird mit den am Schluss des Zusatzblattes 4b angegebenen Formeln berechnet. Das Ergebnis wird in Ziffer 5 des Hauptformulars übertragen.

Beschreibung und Adresse des OMEN

Kurze Beschreibung des OMEN. Bei Innenräumen die exakte Adresse, das Stockwerk und den Raum.

Beispiele Innenräume:

- Wohnzimmer, 3. Stockwerk, Hangweg 23
- Schulzimmer, Dachgeschoss, Schulanlage Unterfeld
- Büro, 12. Stockwerk (unter der Antennenanlage), City Tower
- Schreinerei, Erdgeschoss, Mühlestrasse 17

Beispiele Freiflächen:

- Kinderspielplatz Dorfzentrum
- Parzelle 347, Ecke Sandstrasse / Kiesweg

Nutzung des OMEN

Beispiele:

- Wohnen
- Unterricht
- Arbeitsplatz
- Bauzone WG3

Höhe des OMEN über Boden

- Innenräume: Höhe des Fussbodens des betreffenden Stockwerks über Boden plus 1.50 m.

- Kinderspielplätze: 1.50 m über Boden.
- Unüberbaute Grundstücke: diejenige Höhe, bei der die höchste NIS-Belastung zu erwarten ist, maximal jedoch die Höhe des obersten möglichen Stockwerks über Boden.

Höhe des OMEN über Höhenkote 0

Analog zu "Höhe des OMEN über Boden", jedoch bezogen auf die im Zusatzblatt 2 festgelegte Höhenkote 0. Diese Angabe ist vor allem bei geneigtem Gelände von Bedeutung. In diesem Fall weicht die "Höhe über Höhenkote 0" von der "Höhe über Boden" ab.

Baubewilligung

Anzugeben ist das Datum der Baubewilligung, auf Grund der die Anlage bisher betrieben wurde.

Messbericht

Anzugeben ist die Firma, welche die NIS-Abnahmemessung der bestehenden Sendeanlage durchgeführt hat, sowie das Datum des Messberichts. Der Messbericht selbst muss dem Standortdatenblatt beigelegt werden.

Nr. der Antenne, Funkdienst, Frequenzband und Netzbetreiber

Diese Angaben werden aus dem Zusatzblatt 2 übernommen.

Azimet des OMEN gegenüber der Antenne

Azimet der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von Norden.

Elevation des OMEN gegenüber der Antenne

Elevation der Verbindungslinie zwischen dem OMEN und der Antenne, in Grad von der Horizontalen.

Kritische horizontale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimet der Senderichtung ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den Azimet der Senderichtung ein Winkelbereich eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OMEN zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Kritische vertikale Senderichtung der Antenne

- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein eindeutiger Winkel eingetragen ist, dann wird dieser hierhin übernommen.
- Wenn im Zusatzblatt 2 für den gesamten Neigungswinkel ein Winkelbereich eingetragen ist, dann wird hier derjenige Winkel innerhalb dieses Winkelbereichs eingetragen, welcher am untersuchten OMEN zur höchsten NIS-Belastung führen wird. Bei allfälligen NIS-Abnahmemessungen ist die Antenne so auszurichten, dass ihre Hauptstrahlrichtung mit der kritischen Senderichtung zusammenfällt.

Horizontale und vertikale Senderichtung bei der NIS-Messung

Diese Angaben werden dem Messbericht entnommen. Zu prüfen ist an dieser Stelle insbesondere, ob die Senderichtung der Antenne während der Abnahmemessung mit der kritischen Senderichtung übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, dann darf die NIS-Beurteilung nicht auf Grund des Zusatzblattes 4b erfolgen. Es ist entweder ein Zusatzblatt 4a auszufüllen oder die Messung ist mit der korrekten Antennenausrichtung zu wiederholen.

$ERP_{n, alt}$: bewilligte Sendeleistung

Es wird für jede Antenne die bereits früher bewilligte Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) eingetragen. Diese Angaben finden sich im Standortdatenblatt, welches der vorherigen Bewilligung zu Grunde lag.

$E_{n, alt}$: gemessener Feldstärkebeitrag bei $ERP_{n, alt}$

Diese Angaben werden dem Messbericht entnommen. Es muss sich um das Ergebnis einer frequenzselektiven Messung handeln, welche beim Betrieb mit $ERP_{n, alt}$ durchgeführt oder auf diese Sendeleistung hochgerechnet wurde. Detaillierte Ausführungen zur Messung und Hochrechnung auf den massgebenden Betriebszustand finden sich in der Messempfehlung für GSM-Basisstationen („Mobilfunk-Basisstationen (GSM): Messempfehlung“, Vollzug Umwelt, BUWAL und METAS, Bern, 2002).

$ERP_{n, neu}$: beantragte Sendeleistung

Es handelt sich um die beantragte, neue Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung). Diese wird aus dem Zusatzblatt 2 übernommen. Da das Zusatzblatt 4b bei einer beabsichtigten Erhöhung der Sendeleistung ausgefüllt wird, ist $ERP_{n, neu}$ in der Regel höher als $ERP_{n, alt}$. Es kann aber, zumindest für einen Teil der Antennen der Anlage, auch das Umgekehrte zutreffen. Dies wäre beispielsweise dann der Fall, wenn auf nicht ausgeschöpfte Leistungsreserven bei einem implementierten Funkdienst verzichtet wird, um im Gegenzug die Sendeleistung eines anderen Funkdienstes erhöhen zu können.

$E_{n, neu}$: Hochgerechneter Feldstärkebeitrag bei Betrieb mit $ERP_{n, neu}$

Die elektrische Feldstärke (in V/m) von der betreffenden Antenne am OMEN, beim Betrieb mit der beantragten Sendeleistung $ERP_{n, neu}$. Sie wird wie folgt berechnet:

$$E_{n, neu} = E_{n, alt} \cdot \sqrt{\frac{ERP_{n, neu}}{ERP_{n, alt}}} \quad (21)$$

E_{Anlage} : Elektrische Feldstärke der Anlage

Die elektrische Feldstärke der ganzen Mobilfunkanlage. Sie wird aus den einzelnen Feldstärkebeiträgen $E_{n, neu}$ wie folgt berechnet:

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_{n, neu}^2} \quad (22)$$

Summiert wird über alle Spalten der Tabelle, in denen ein Eintrag vorliegt.

3.9 Zusatzblatt 5: Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter

Generelles

Auf diesem Zusatzblatt werden weitere, anlagefremde Antennen aufgeführt. Es handelt sich insbesondere um Antennen für Rundfunk, Telepage, Betriebsfunk sowie um diejenigen Richtfunkantennen, welche die Verbindung von der Mobilfunkanlage zur Netzzentrale herstellen. Die Angaben auf diesem Zusatzblatt haben folgenden Zweck:

- Die Behörde erhält eine vollständige Zusammenstellung aller am Anlagestandort vorhandenen und geplanten Sendeantennen. Sie kann sich bei einer Standortbegehung optimal orientieren.
- Die Behörde erhält Anhaltspunkte über die Vorbelastung durch anlagefremde Antennen und kann abschätzen, ob eine detaillierte Erhebung der Vorbelastung notwendig ist.
- Die Behörde erhält minimale technische Angaben über die Richtfunkantennen, die dem Betrieb der Mobilfunkanlage dienen. Sie kann abschätzen, ob ein Risiko besteht, dass Personen unmittelbar vor eine Richtfunkantenne geraten können.

Es müssen nur Sendeantennen aufgeführt werden, die sich innerhalb des im Zusatzblatt 1 bestimmten Anlageperimeters befinden. Massgebend ist der Zeitpunkt der Einreichung des Standortdatenblattes. Allfällige spätere Änderungen oder Neubauten von anlagefremden Antennen müssen im vorliegenden Standortdatenblatt nicht nachgeführt werden.

Mast

Sind die Antennen auf mehrere Masten verteilt, so sollen die Masten im Zusatzblatt 5 und im Situationsplan durch Grossbuchstaben gekennzeichnet werden.

3.10 Situationsplan

Jedem Standortdatenblatt ist ein Situationsplan beizulegen. Dieser soll massstabgetreu sein (im Massstab 1:500 oder grösser) und mindestens den ganzen Anlageperimeter gemäss Zusatzblatt 1 abdecken. Um den Massstab auch auf Kopien des Situationsplans rekonstruieren zu können ist es empfehlenswert, im Plan eine Referenzstrecke einzutragen und zu vermessen.

Im Situationsplan sind einzutragen und zu bezeichnen:

- Die einzelnen Masten, bezeichnet mit Grossbuchstaben.
- Die einzelnen Sendeantennen, bezeichnet mit der Antennen-Nr. gemäss Zusatzblatt 2.
- Die azimutale Senderichtung jeder Antenne, eingezeichnet durch einen Pfeil. Wird für die Senderichtung ein **Winkelbereich** beantragt, werden die äusseren Grenzen dieses Bereichs eingetragen.
- Der höchstbelastete OKA, eingetragen als Kreuz mit einer Genauigkeit von mindestens 0.5 m, bezeichnet mit der Nummer des OKA gemäss dem Zusatzblatt 3a oder 3b.
- Alle untersuchten OMEN, eingetragen als Kreuze mit einer Genauigkeit von mindestens 0.5 m, bezeichnet mit den Nummern der OMEN gemäss den Zusatzblättern 4a oder 4b.
- Bei eingezonten, unüberbauten Parzellen: die Baulinie und die zulässige Gebäudehöhe.
- Der Anlageperimeter gemäss Zusatzblatt 1.

4 Anleitung zum Ausfüllen des Meldeformulars für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt

Das Meldeformular für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen findet sich in Anhang 2. Es kommt dann zum Einsatz, wenn die Sendeleistung (ERP) einer Basisstation für Mobilfunk und WLL insgesamt unter 6 Watt liegt und die Behörde für derartige Basisstationen eine Meldung verlangt. Das Meldeformular ist sowohl für Aussenantennen als auch für Antennen im Innern von Gebäuden (Antennen für in-house-Versorgung) verwendbar.

In der Regel bestehen solche Basisstationen nur aus einer einzigen Sendeantenne. Das Meldeformular ist daher für die Meldung einer einzelnen Sendeantenne ausgelegt.

Standortgemeinde

Politische Gemeinde, in der sich die Antenne befindet.

Stationscode

Firmeninterner Code für die Sendeanlage.

Art des Projekts

Hier wird angegeben, ob es sich um ein Projekt für eine neue Anlage oder um die Änderung einer bestehenden Anlage handelt. Die Art der Änderung ist zu spezifizieren.

Beispiele:

- Neue Sendeanlage
- Änderung der Senderichtung
- Ersatz der Sendeantenne

Ersetzt Meldeformular vom

Wenn es sich beim Projekt um die Änderung einer bestehenden Anlage handelt, dann soll hier auf das für die bestehende Anlage eingereichte, alte Meldeformular verwiesen werden.

Koordinaten

Schweizerische Landeskoordinaten CH1903, Genauigkeit mindestens 10 m.

Standortbeschreibung

Kurze Beschreibung des Standorts, an dem die Antenne installiert wird.

Beispiele:

- auf der Telefonkabine vor dem Bahnhof
- an der Ostfassade, 1. Stockwerk, in der Leuchtreklame der Firma xy.
- auf dem Flachdach, NW-Ecke
- in der Bahnhofshalle, beim Ausgang zu Perron 8
- Einfahrt zur Tiefgarage

Funkdienst

Zur Zeit: GSM900, GSM1800, GSM-Rail, UMTS, Tetrapol (Polycom), TETRA, WLL.

Frequenzband

Grobe Angabe des verwendeten Frequenzbereichs gemäss folgender Aufstellung:

Funkdienst	Frequenzband (in MHz)
GSM900	900
GSM1800	1800
GSM-Rail	900
UMTS	2100
Tetrapol, TETRA	400
WLL	3500 oder 25000

Sendeleistung (ERP)

Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung), die für den Betrieb der Antenne maximal zur Verfügung steht.

Höhe über Boden

Höhe über Boden in m bis unterkant der Antenne.

Azimut gegenüber Nord

Azimut der Hauptstrahlrichtung, in Grad gegenüber Norden. Winkel im Uhrzeigersinn zunehmend:

N:	0°
O:	90°
S:	180°
W:	270°

Es wird entweder ein eindeutig definierter Winkel (...°) oder ein Winkelbereich ("von° bis°") eingetragen.

Bei Rundstrahlern wird „omni“ eingetragen.

Elevation

Elevation der Hauptstrahlrichtung der Antenne (sog. „down tilt“), in Grad gegenüber der Horizontalen.

Ausrichtung	Elevation
Waagrecht	0°
Nach unten geneigt	Negatives Vorzeichen
Nach oben geneigt	Positives Vorzeichen

Es wird entweder ein eindeutig definierter Winkel (...°) oder ein Winkelbereich ("von° bis°") eingetragen.

Beilagen

Es soll ein Situationsplan beigelegt werden. Nützlich sind auch Fotos des Gebäudeteils, an dem die Antenne befestigt werden soll.

Anhang 1 Standortdatenblatt für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen

Standortdatenblatt
für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen
(Art. 11 und Anhang 1 Ziff. 6 NISV)

Standortgemeinde:

Beteiligte Firmen

Netzbetreiber 1 / Stationscode: /

Netzbetreiber 2 / Stationscode: /

Netzbetreiber 3 / Stationscode: /

Netzbetreiber 4 / Stationscode: /

Art des Projekts:

Ersetzt Standortdatenblatt vom:

Ausgefüllt durch

Anlageverantwortliche Firma:

Datum:

Sprachen: Das vorliegende Standortdatenblatt liegt auch in französischer und italienischer Sprache vor.

Beispiele: Beispiele ausgefüllter Standortdatenblätter finden sich auf der Website:

<http://www.elektrosmog-schweiz.ch/vollzug/mobilfunk>

Vollzugsempfehlung: Der rechtliche Hintergrund, detaillierte Erläuterungen sowie eine Anleitung zum Ausfüllen dieses Standortdatenblattes finden sich in der Publikation "Mobilfunk- und WLL-Basisstationen; Vollzugsempfehlung zur NISV", Vollzug Umwelt, BUWAL, Bern, 2002.

Diese Vollzugsempfehlung kann von der obgenannten Internetadresse heruntergeladen oder bei folgender Adresse bestellt werden:

BUWAL
Dokumentation
3003 Bern
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: <http://www.buwalshop.ch>

1 Standort der Anlage

Adresse:

.....

PLZ, Ort:

Koordinaten:

Parzellen-Nr/
Baurecht Nr.:

Beschreibung:

.....

.....

2 Anlageverantwortliche Firma (Anlageinhaber oder Standortkoordinator)

Firma:

Adresse:

PLZ, Ort:

Telefon: Fax:

E-Mail:

Kontaktperson:

Tel. Kontaktperson: Fax:

E-Mail Kontaktperson:

3 Kontaktperson für den Zutritt

Name:

Adresse:

PLZ, Ort:

Tel.: Fax:

E-Mail:

**4 Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA).
Ergebnis von Zusatzblatt 3a oder 3b**

Nr. des OKA gemäss Situationsplan	
Beschreibung des OKA	
Nutzung des OKA	
Elektrische Feldstärke	V/m
Ausschöpfung des Immissionsgrenzwerts	%

- Es ist eine Absperrung (z.B. Zaun, Kette) nötig, damit unbefugte Personen nicht in einen Bereich gelangen können, wo der Immissionsgrenzwert überschritten ist. Der OKA in der vorstehenden Tabelle befindet sich ausserhalb der Absperrung. Die Details zur Absperrung sind beigelegt.
- Es ist keine Absperrung vorgesehen.

**5 Strahlung an den drei höchstbelasteten Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN).
Ergebnisse der Zusatzblätter 4a oder 4b**

Nr. des OMEN im Situationsplan			
Beschreibung des OMEN			
Nutzung des OMEN			
Elektrische Feldstärke	V/m	V/m	V/m
Anlagegrenzwert	V/m	V/m	V/m
Anlagegrenzwert eingehalten (ja / nein)			

6 Einspracheberechtigung; Ergebnis des Zusatzblattes 2

Maximaler Abstand, bis zu dem die Berechtigung zur Einsprache gegeben ist:

m

Massgebend ist der Abstand des Ortes mit empfindlicher Nutzung zur nächsten Sendeanenne der Anlage.

7 Erklärung der anlageverantwortlichen Firma (Anlageinhaber oder Standortkoordinator)

Die anlageverantwortliche Firma erklärt, dass die Angaben in diesem Standortdatenblatt und den Beilagen vollständig und korrekt sind.

Sofern für die NIS-Berechnung das Zusatzblatt 3b oder 4b verwendet wurde, erklärt die Anlageverantwortliche zusätzlich, dass nur die Sendeleistung der Anlage erhöht wird und die Anlage ansonsten unverändert im Rahmen der in der Baubewilligung vom bewilligten technischen Parameter weiter betrieben wird.

Sofern Richtfunkantennen für den Betrieb der Mobilfunkanlage vorhanden sind, erklärt die Anlageverantwortliche zusätzlich, dass keine Personen in den Bereich unmittelbar vor den Richtfunkantennen gelangen können.

Datum:

Unterschrift:

Firmenstempel

Bemerkungen

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Beilagen:

- Zusatzblatt 1: Ermittlung des Anlageperimeters
- Zusatzblatt 2: Technische Angaben zu den Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse im Anlageperimeter
- Zusatzblatt 3a: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Rechnerische Prognose
- Zusatzblatt 3b: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung
- Zusatzblatt 4a: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Rechnerische Prognose
- Zusatzblatt 4b: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung
- Zusatzblatt 5: Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter

- Situationsplan
- Antennendiagramm
- Messbericht
- Plan der Absperrung

Zusatzblatt 1: Ermittlung des Anlageperimeters

Sendeantennen für Mobilfunk und WLL auf demselben Mast oder Dach

Anzahl Masten:

Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Netzbetreiber										
ERP: Sendeleistung (in W)										
Hauptstrahlrichtung: Azimut (in Grad von N)										

In eine Richtung kumulierte Sendeleistung

Höchstbelastete Senderichtung: Azimut (in Grad von N)°
ERP _{kum} : kumulierte Sendeleistung in diese RichtungW

In einen Sektor kumulierte Sendeleistung

Höchstbelasteter 90°-Sektor: Azimut (in Grad von N)	von° bis°
ERP _{kum} : kumulierte Sendeleistung in diesen SektorW

F: Funkdienstefaktor:

r: Radius des Anlageperimeters: $F \cdot \sqrt{ERP_{kum}}$ =m

Zusätzliche Sendantennen für Mobilfunk und WLL innerhalb des Anlageperimeters

Anzahl zusätzlicher Masten:

Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Netzbetreiber										
ERP: Sendeleistung (in W)										
Hauptstrahlrichtung: Azimut (in Grad von N)										
Standort										

Zusatzblatt 2: Technische Angaben zu den Sendeantennen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse im Anlageperimeter

Höhenkote 0:

Laufnummer <i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Frequenzband (in MHz)										
Netzbetreiber										
Typenbezeichnung der Antenne										
Höhe der Antenne über Höhenkote 0 (in m)										
<i>ERP_n</i> : Sendeleistung (in W)										

Hauptstrahlrichtung

Azimut (in Grad von N)										
Mechanischer Neigungswinkel (down tilt, in Grad von der Horizontalen)										
Elektrischer Neigungswinkel (down tilt, in Grad)										
Gesamter Neigungswinkel (down tilt, in Grad von der Horizontalen)										

Relevant für die Ermittlung des Einspracheperimeters sind die Antennen im **Sektor** von° bis°

ERP_{Sektor} : Summierte Sendeleistung der Antennen in diesem Sektor :W

AGW : Anlagegrenzwert: V/m

Maximale Distanz für die Einspracheberechtigung:

$$d_{\text{Einsprache}} = \frac{70}{AGW} \cdot \sqrt{ERP_{\text{Sektor}}} = \boxed{\text{..... m}}$$

Zu übertragen in Ziffer 6 des Hauptformulars

Zusatzblatt 3a: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA). Rechnerische Prognose

Nr. des OKA im Situationsplan: Beschreibung und Adresse des OKA:

Nutzung des OKA: Höhe des OKA über Boden: m Höhe des OKA über Höhenkote 0: m

Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Frequenzband (in MHz)										
Netzbetreiber										
ERP_n : Sendeleistung (in W)										
Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OKA (in m)										
Höhenunterschied zwischen Antenne und OKA (in m)										
d_n : direkter Abstand zwischen Antenne und OKA (in m)										
Azimut des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Kritische horizontale Senderichtung der Antenne (in Grad von N)										
Kritische vertikale Senderichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Winkel des OKA zur krit. Senderichtung, horizontal (in Grad)										
Winkel des OKA zur kritischen Senderichtung, vertikal (in Grad)										
Richtungsabschwächung horizontal (in dB)										
Richtungsabschwächung vertikal (in dB)										
Richtungsabschwächung total (in dB)										
γ_n : Richtungsabschwächung total (als Faktor)										
$E_n = \frac{7}{d_n} \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n}}$ Feldstärkebeitrag (in V/m)										
IGW_n : Immissionsgrenzwert (in V/m)										

Elektrische Feldstärke der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} =$$

V/m

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left(\frac{E_n}{IGW_n}\right)^2} =$$

%

zu übertragen in Ziffer 4 des Hauptformulars

**Zusatzblatt 3b: Strahlung am höchstbelasteten Ort für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA).
Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung¹**

Nr. des OKA im Situationsplan: Beschreibung und Adresse des OKA:.....
 Nutzung des OKA: Höhe des OKA über Boden: m Höhe des OKA über Höhenkote 0:m
 Grundlagen: Baubewilligung vom Messbericht der Firmavom.....

Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Frequenzband (in MHz)										
Netzbetreiber										
Azimut des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OKA gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Kritische horizontale Senderichtung der Antenne (in Grad von N)										
Kritische vertikale Senderichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
IGW _n : Immissionsgrenzwert (in V/m)										

NIS-Abnahmemessung der bestehenden Anlage

Horizontale Senderichtung bei der NIS-Messung (in Grad von N)										
Vertikale Senderichtung bei der NIS-Messung (in Grad von der Horizontalen)										
ERP _{n, alt} : bewilligte Sendeleistung (in W)										
E _{n, alt} : gemessener Feldstärkebeitrag (in V/m) bei ERP _{n, alt}										

Neu beantragter Betrieb der Anlage

ERP _{n, neu} : beantragte Sendeleistung (in W)										
$E_{n, neu} = E_{n, alt} \cdot \sqrt{\frac{ERP_{n, neu}}{ERP_{n, alt}}}$ Hochgerechneter Feldstärkebeitrag bei Betrieb mit ERP _{n, neu} (in V/m)										

Elektrische Feldstärke der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_{n, neu}^2} =$$

V/m

Ausschöpfung des Immissionsgrenzwertes

$$100 \cdot \sqrt{\sum_n \left(\frac{E_{n, neu}}{IGW_n}\right)^2} =$$

%

zu übertragen in Ziffer 4 des Hauptformulars

¹ Dieses Zusatzblatt darf nur bei bereits bewilligten Sendeanlagen verwendet werden, für die am betreffenden OKA eine NIS-Abnahmemessung vorliegt und bei der lediglich die Sendeleistung - ohne anderweitige Änderungen an der Anlage - erhöht werden soll.

Zusatzblatt 4a: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN). Rechnerische Prognose

Nr. des OMEN im Situationsplan: Beschreibung und Adresse des OMEN:

Nutzung des OMEN: Höhe des OMEN über Boden: m Höhe des OMEN über Höhenkote 0: m

Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Frequenzband (in MHz)										
Netzbetreiber										
ERP_n : Sendeleistung (in W)										
Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN (in m)										
Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN (in m)										
d_n : direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN (in m)										
Azimut des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Kritische horizontale Senderichtung der Antenne (in Grad von N)										
Kritische vertikale Senderichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Winkel des OMEN zur krit. Senderichtung, horizontal (in Grad)										
Winkel des OMEN zur krit. Senderichtung, vertikal (in Grad)										
Richtungsabschwächung horizontal (in dB)										
Richtungsabschwächung vertikal (in dB)										
Richtungsabschwächung total (in dB)										
γ_n : Richtungsabschwächung total (als Faktor)										
Bauweise der Gebäudehülle										
Gebäudedämpfung (in dB)										
δ_n : Gebäudedämpfung (als Faktor)										
$E_n = \frac{7}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{ERP_n}{\gamma_n \cdot \delta_n}}$ Feldstärkebeitrag (in V/m)										

Elektrische Feldstärke
der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_n^2} =$$

V/m

zu übertragen in Ziffer 5 des Hauptformulars

**Zusatzblatt 4b: Strahlung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN)
Hochrechnung gestützt auf eine NIS-Abnahmemessung¹**

Nr. des OMEN im Situationsplan: Beschreibung und Adresse des OMEN:
 Nutzung des OMEN: Höhe des OMEN über Boden: m Höhe des OMEN über Höhenkote 0: m
 Grundlagen: Baubewilligung vom Messbericht der Firma vom.....

Laufnummer n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr. der Antenne										
Funkdienst										
Frequenzband (in MHz)										
Netzbetreiber										
Azimut des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von N)										
Elevation des OMEN gegenüber der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										
Kritische horizontale Senderichtung der Antenne (in Grad von N)										
Kritische vertikale Senderichtung der Antenne (in Grad von der Horizontalen)										

NIS-Abnahmemessung der bestehenden Anlage

Horizontale Senderichtung bei der NIS-Messung (in Grad von N)										
Vertikale Senderichtung bei der NIS-Messung (in Grad von der Horizontalen)										
$ERP_{n, alt}$: bewilligte Sendeleistung (in W)										
$E_{n, alt}$: gemessener Feldstärkebeitrag (in V/m) bei $ERP_{n, alt}$										

Neu beantragter Betrieb der Anlage

$ERP_{n, neu}$: beantragte Sendeleistung (in W)										
$E_{n, neu} = E_{n, alt} \cdot \sqrt{\frac{ERP_{n, neu}}{ERP_{n, alt}}}$ Hochgerechneter Feldstärkebeitrag bei Betrieb mit $ERP_{n, neu}$ (in V/m)										

Elektrische Feldstärke der Anlage

$$E_{Anlage} = \sqrt{\sum_n E_{n, neu}^2} =$$

V/m

zu übertragen in Ziffer 5 des Hauptformulars

¹ Dieses Zusatzblatt darf nur bei bereits bewilligten Sendeanlagen verwendet werden, für die am betreffenden OMEN eine NIS-Abnahmemessung vorliegt und bei der lediglich die Sendeleistung - ohne anderweitige Änderungen an der Anlage - erhöht werden soll.

Zusatzblatt 5: Verzeichnis weiterer Sendeantennen im Anlageperimeter

Richtfunkantennen für den Betrieb der Mobilfunkanlage

Mast (A, B)	Azimut (in Grad von N)	Höhe über zugänglichem Boden (in m)	Bemerkung

Weitere Sendeantennen

Mast (A, B)	Funkdienst	Anzahl Sen- deantennen	Inhaber

**Anhang 2 Meldeformular für Mobilfunk-
und WLL-Basisstationen mit
einer Sendeleistung (ERP)
unter 6 Watt**

Meldeformular
für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen
mit einer Sendeleistung (ERP) unter 6 Watt

Standortgemeinde:

Netzbetreiber:

Stationscode:

Art des Projekts:

Ersetzt Meldeformular vom:

Ausgefüllt durch

Netzbetreiber (Firma):

Unterschrift:

Datum:

1. Netzbetreiber

Firma:

Adresse:

PLZ / Ort:

Telefon: Fax:

E-Mail-Adresse:

Kontaktperson:

2. Standort der Anlage

Adresse:

PLZ / Ort:

Koordinaten:

Parzellen-Nr.:

Standortbeschreibung:

3. Technische Angaben zur Antenne

Typenbezeichnung:

Funkdienst:

Frequenzband (in MHz):

Sendeleistung (ERP) (in W):

Höhe über Boden (in m):

Azimut gegenüber Nord (in Grad):

Elevation (in Grad):

4. Betriebsstatus der Anlage

Datum der Montage:

Datum der Inbetriebnahme:

5. Bemerkungen

.....

.....

.....

Beilagen

..... Situationsplan

..... Foto(s)

Anhang 3 Beispiele für die Bestimmung des Anlageperimeters

In diesem Anhang wird die Bestimmung des Anlageperimeters gemäss Kapitel 2.1.2 anhand von neun Beispielen illustriert.

Allen Beispielen ist folgende Grundsituation gemeinsam:

- Die neu zu installierenden Antennen befinden sich auf demselben Gebäude, entweder alle an einem Mast oder auf drei Masten verteilt. Sie sind im Situationsplan mit „Antennen, neu“ bezeichnet. Die jeweilige Sendeleistung wird durch die Länge der Pfeile bildlich dargestellt.
- Auf zwei Nachbargebäuden befinden sich bereits bestehende Mobilfunkantennen an je einem Mast. Sie sind im Situationsplan mit „Antennen, bestehend“ bezeichnet.
- Bei den neu zu installierenden Antennen handelt es sich um GSM1800-, und/oder UMTS-Antennen. Der Funkdienstefaktor beträgt somit $F = 1.17$ (siehe Kapitel 2.1.2, Punkt 3).

Die Beispiele beginnen mit einfachen Antennenanordnungen und nehmen schrittweise an Komplexität zu. Bei jedem Beispiel geht es darum, die in eine **Senderichtung** oder in einen **Sektor von 90°** kumulierte Sendeleistung ERP_{kum} zu bestimmen und daraus den Radius des Anlageperimeters r gemäss Formel (23) zu berechnen:

$$r = F \cdot \sqrt{ERP_{kum}} \quad (23)$$

Die in den Beispielen vorkommenden kumulierten Sendeleistungen und die daraus berechneten Anlageperimeter finden sich in der nachstehenden Tabelle:

Kumulierte Sendeleistung ERP_{kum} (W)	Radius r des Anlageperimeters (m)
1000	37
2000	52
3000	64
3500	69
4000	74

Auf dem Situationsplan zieht man anschliessend um den Mast, an dem die neu zu installierenden Antennen befestigt sind, einen Kreis mit dem Radius r . Sind die neu zu installierenden Antennen auf mehrere Masten verteilt, so zieht man um jeden dieser Masten einen Kreis mit dem Radius r , unabhängig von der individuellen Sendeleistung, die vom jeweiligen Mast abgestrahlt wird. Diese Kreise stellen den Anlageperimeter dar. Schliesst der Anlageperimeter die bereits vorhandenen Antennen auf den anderen Gebäuden ein, dann gehören sie ebenfalls zur Anlage und sind bei der NIS-Prognose und -Messung einzubeziehen. Andernfalls gehören sie nicht zur Anlage.

Beispiel 1

Drei Antennen mit einer Sendeleistung (ERP) von je 1000 W sollen an einem Mast installiert werden, wobei sich die Senderichtungen um je 120° unterscheiden.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	120	1000
A3	240	1000

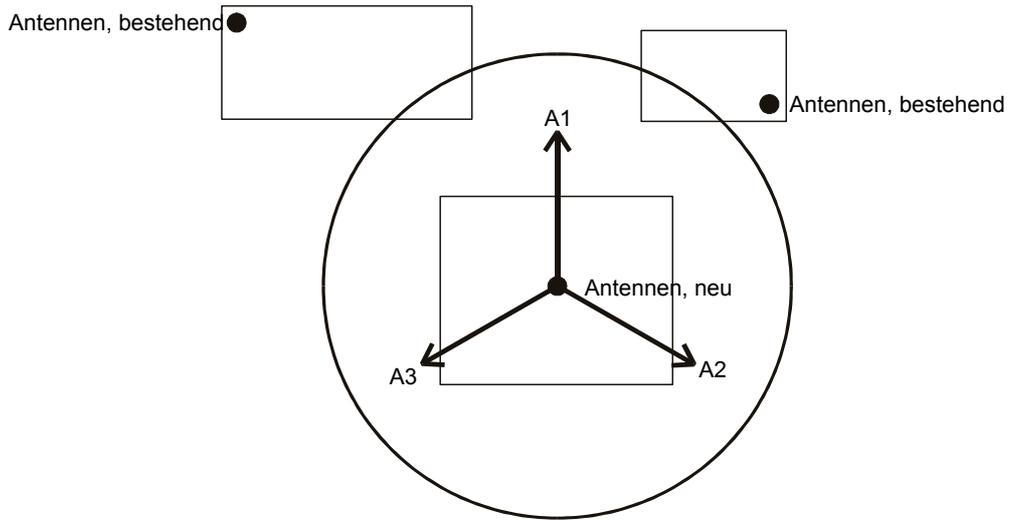
Es handelt sich hier um eine einfache Antennenanordnung. Zu bestimmen ist daher die in **eine Richtung** abgestrahlte Sendeleistung. Diese beträgt 1000 W. Mit dem Funkdienstefaktor F von 1.17 ergibt dies einen Radius des Anlageperimeters r von 37 m.

Die bestehenden Antennen auf den Nachbargebäuden liegen ausserhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit nicht zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung nicht einzubeziehen.

Beispiel 1

3 x 1000 W

Relevante ERP: 1000 W
Radius: 37 m



Beispiel 2

In diesem Beispiel liegt eine ähnliche Situation vor wie in Beispiel 1 mit dem Unterschied, dass die drei neuen Antennen auf drei Masten verteilt sind. Die Sendeleistungen und -richtungen bleiben dieselben wie in Beispiel 1.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	120	1000
A3	240	1000

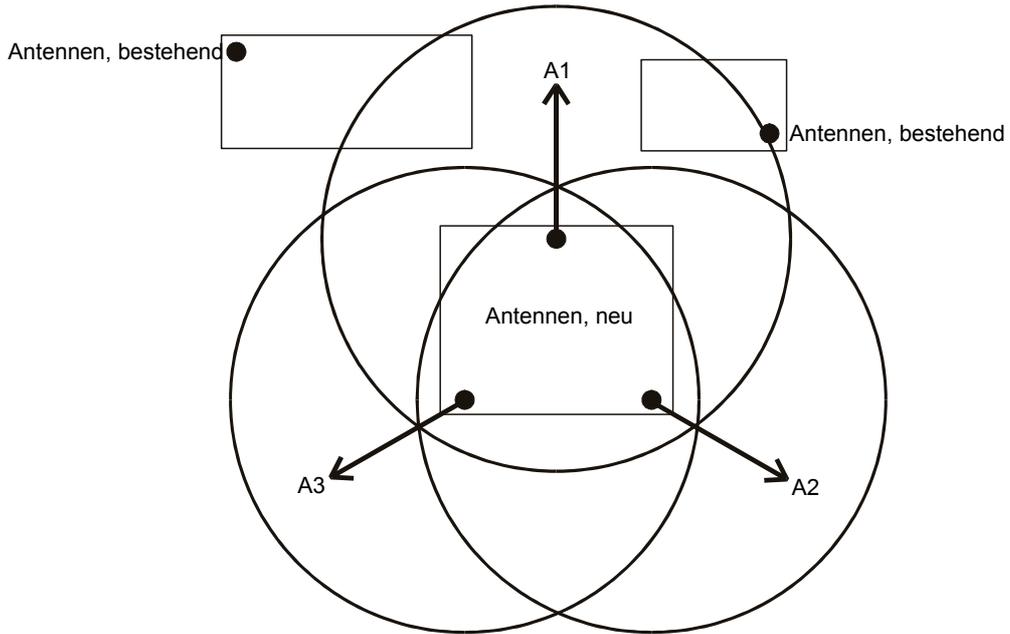
Entsprechend berechnet sich auch hier der Radius des Anlageperimeters r zu 37 m. Im Situationsplan ist um jeden Mast, an dem die neuen Antennen installiert werden sollen, ein Kreis mit einem Radius von 37 m zu zeichnen.

Wie in Beispiel 1 liegen die bestehenden Antennen auf den Nachbargebäuden außerhalb des Anlageperimeters, diejenigen auf dem Gebäude rechts allerdings nur knapp. Sie gehören somit nicht zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung nicht einzubeziehen.

Beispiel 2

3 x 1000 W

Relevante ERP: 1000 W
Radius: 37 m



Beispiel 3

Wie in Beispiel 1 sind drei neue Antennen an einem Mast geplant, deren Senderichtungen sich um je 120° unterscheiden. Im Gegensatz zu Beispiel 1 strahlt die Antenne A2 jedoch doppelt so viel Sendeleistung ab wie die beiden andern Antennen.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	120	2000
A3	240	1000

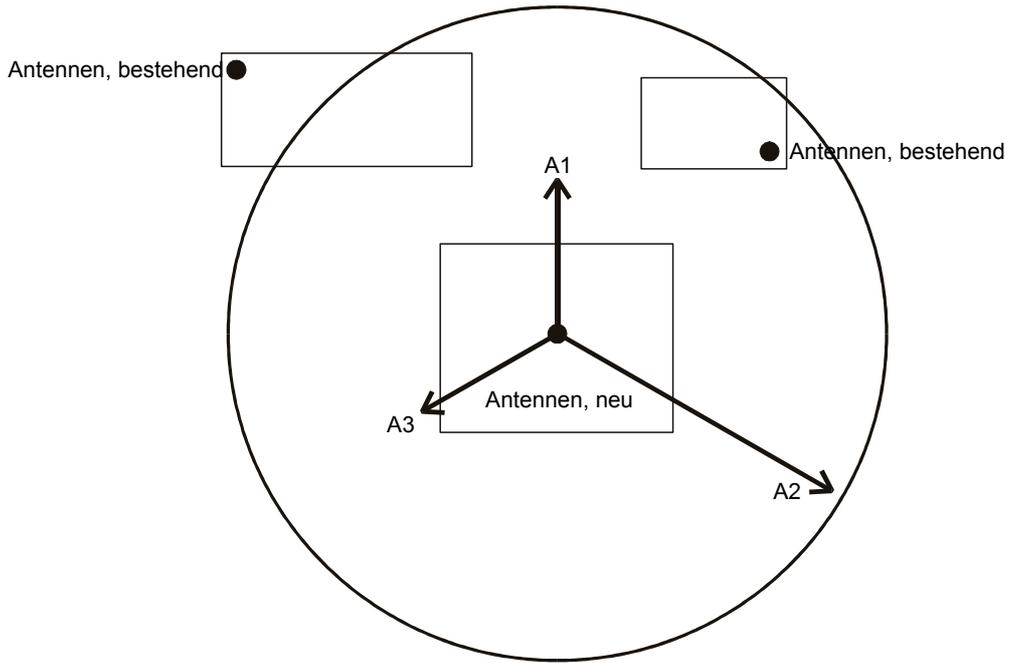
Wie in Beispiel 1 und 2 handelt es sich um eine einfache Antennenanordnung. Zu bestimmen ist daher die höchste, in **eine Richtung** kumuliert abgestrahlte Sendeleistung. Diese beträgt 2000 W und ist in der obigen Tabelle grau unterlegt. Daraus berechnet sich der Radius des Anlageperimeters zu 52 m.

Die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude rechts liegen innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen. Die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude links liegen außerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit nicht zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung nicht einzubeziehen.

Beispiel 3

2 x 1000 W
1 x 2000 W

Relevante ERP: 2000 W
Radius: 52 m



Beispiel 4

In diesem Beispiel liegt eine ähnliche Situation vor wie in Beispiel 3 mit dem Unterschied, dass die drei neuen Antennen auf drei Masten verteilt sind. Die Sendeleistungen und -richtungen bleiben dieselben wie in Beispiel 3.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	120	2000
A3	240	1000

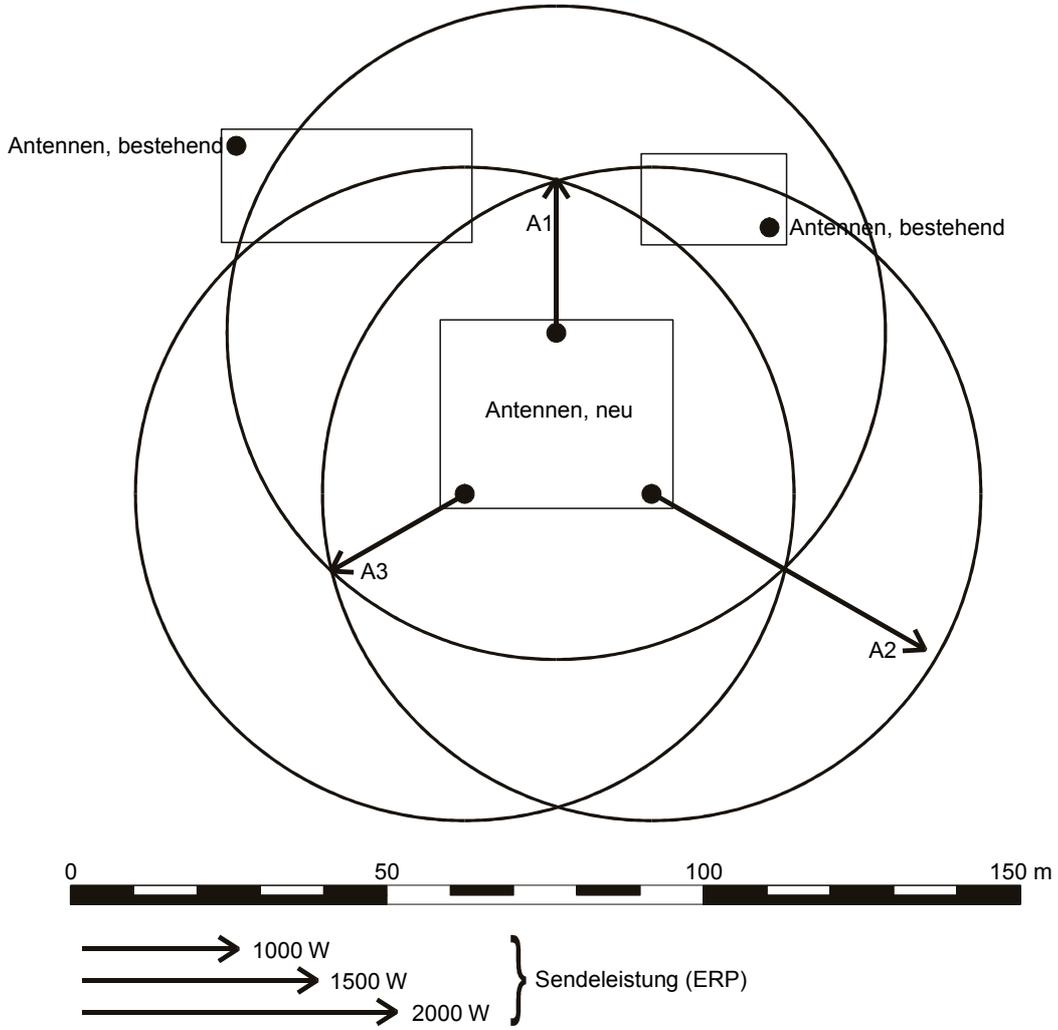
Entsprechend berechnet sich auch hier der Radius des Anlageperimeters r zu 52 m. Im Situationsplan ist um jeden Mast, an dem die neuen Antennen installiert werden sollen, ein Kreis mit einem Radius von 52 m zu zeichnen, unabhängig von der individuellen Sendeleistung, welche vom jeweiligen Mast abgestrahlt wird.

Wie in Beispiel 3 liegen die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude rechts innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen. Die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude links liegen ausserhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit nicht zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung nicht einzubeziehen.

Beispiel 4

2 x 1000 W
1 x 2000 W

Relevante ERP: 2000 W
Radius: 52 m



Beispiel 5

In diesem Beispiel handelt es sich um eine grössere Anlage mit 7 Antennen mit je unterschiedlichen Senderichtungen. Solche Anlagen findet man beispielsweise, wenn ein Antennenstandort durch zwei oder mehr Netzbetreiber genutzt wird.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	30	1000
A3	120	1000
A4	150	1000
A5	240	1000
A6	255	1000
A7	345	1000

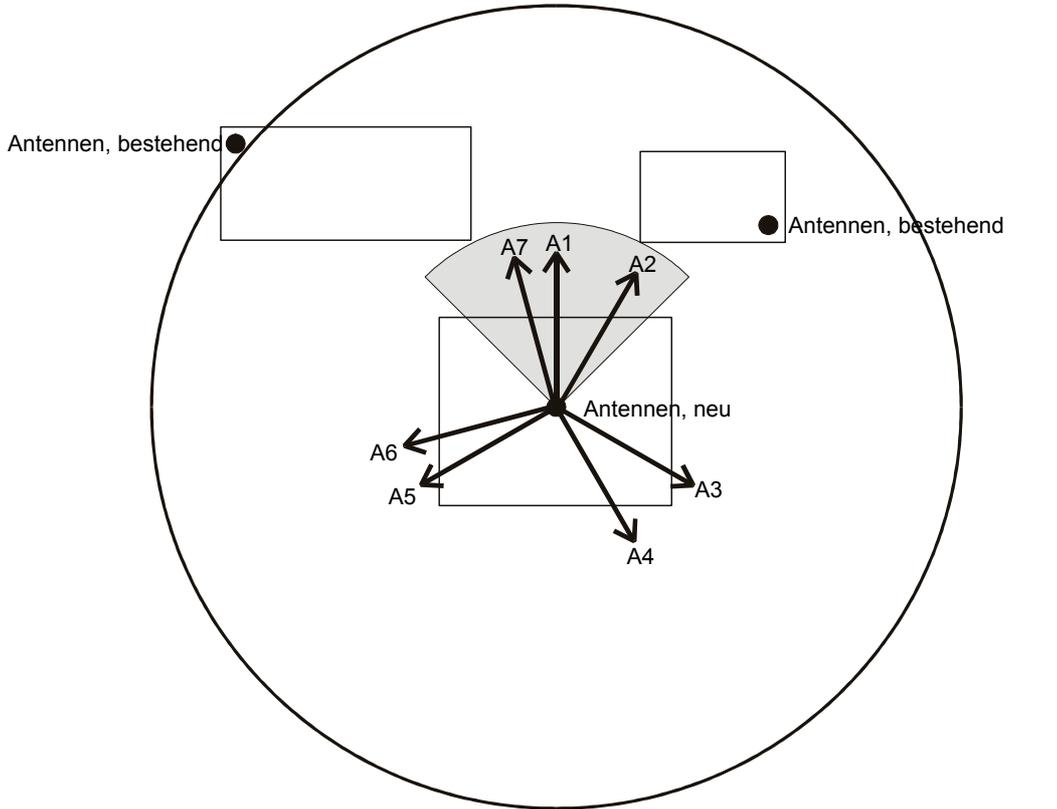
Es handelt sich hier um eine komplexe Antennenanordnung, bei der sich einzelne Senderichtungen um weniger als 90 Grad unterscheiden. Zu bestimmen ist daher die in einen **Sektor** von 90 Grad kumuliert abgestrahlte Sendeleistung. Derjenige 90°-Sektor, in den am meisten Sendeleistung abgestrahlt wird, ist im Situationsplan schattiert dargestellt; diejenigen Antennen, welche in diesen Sektor abstrahlen, sind in der obigen Tabelle hervorgehoben. Die in diesen Sektor abgestrahlte Sendeleistung ERP_{kum} beträgt 3000 W. Dies ergibt einen Radius des Anlageperimeters von 64 m.

Die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude rechts liegen innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen. Die bestehenden Antennen auf dem Nachbargebäude links liegen knapp ausserhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit nicht zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung nicht einzubeziehen.

Beispiel 5

7 x 1000 W

Relevante ERP: 3000 W
Radius: 64 m



Beispiel 6

In diesem Beispiel liegt eine ähnliche Situation vor wie in Beispiel 5 mit dem Unterschied, dass die sieben neuen Antennen auf drei Masten verteilt sind. Die Sendeleistungen und -richtungen bleiben dieselben wie in Beispiel 5.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	30	1000
A3	120	1000
A4	150	1000
A5	240	1000
A6	255	1000
A7	345	1000

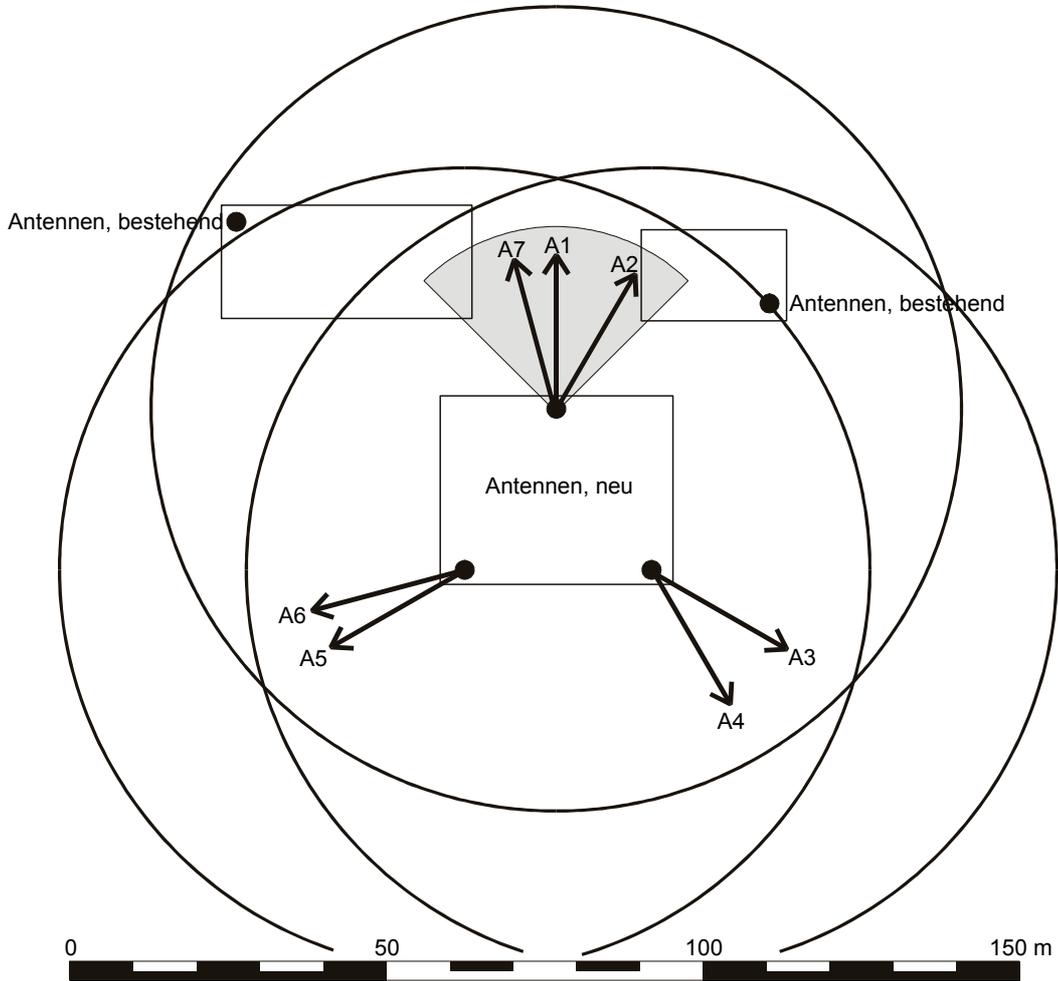
Wie in Beispiel 5 beträgt die höchste kumulierte Sendeleistung in einen 90°-Sektor 3000 W, der Radius des Anlageperimeters entsprechend 64 m. Im Situationsplan ist um jeden Mast, an dem die neuen Antennen installiert werden sollen, ein Kreis mit einem Radius von 64 m zu zeichnen, unabhängig von der individuellen Sendeleistung, welche vom jeweiligen Mast abgestrahlt wird.

Die bestehenden Antennen auf beiden Nachbargebäuden liegen innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen.

Beispiel 6

7 x 1000 W

Relevante ERP: 3000 W
Radius: 64 m



0 50 100 150 m

→ 1000 W
→ 1500 W
→ 2000 W } Sendeleistung (ERP)

Beispiel 7

In den Beispielen 5 und 6 befinden sich die Antennen, die in den relevanten 90°-Sektor abstrahlen, alle auf demselben Mast. Im vorliegenden Beispiel ist nun eine Situation dargestellt, bei der diese Antennen auf zwei Masten verteilt sind. Sie sind in der folgenden Tabelle wiederum hervorgehoben.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	35	1000
A3	120	1000
A4	150	1000
A5	240	1000
A6	255	1000
A7	345	1000

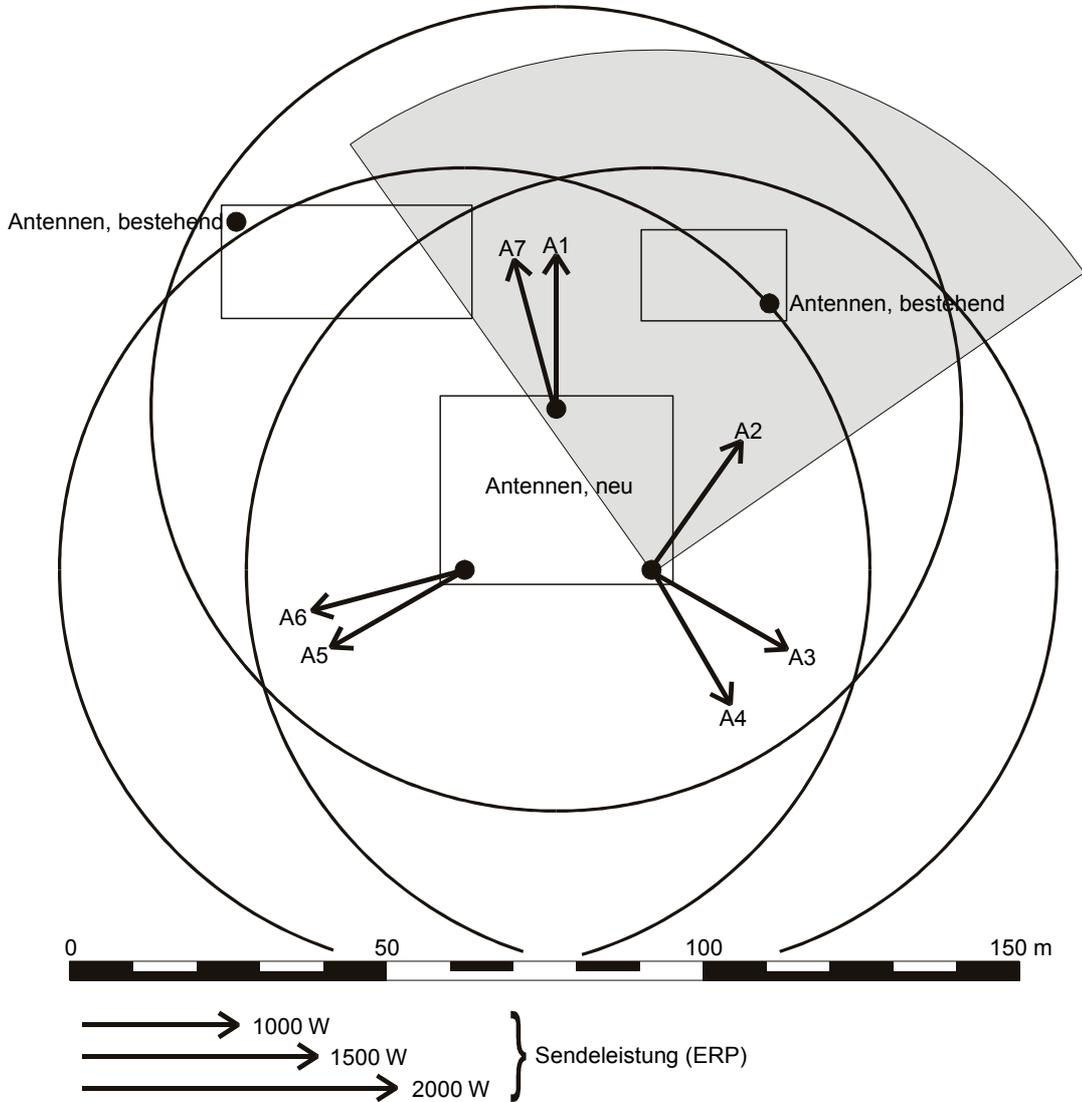
Die in den relevanten 90°-Sektor kumulierte Sendeleistung beträgt 3000 W, der Radius des Anlageperimeters entsprechend 64 m. Der relevante 90°-Sektor ist im Situationsplan schattiert dargestellt.

Die bestehenden Antennen auf beiden Nachbargebäuden liegen innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen.

Beispiel 7

7 x 1000 W

Relevante ERP: 3000 W
Radius: 64 m



0 50 100 150 m

→ 1000 W
→ 1500 W
→ 2000 W } Sendeleistung (ERP)

Beispiel 8

In diesem Beispiel liegt eine ähnliche Situation vor wie in Beispiel 7 mit dem Unterschied, dass die Antenne A6 eine andere Senderichtung und eine höhere Sendeleistung aufweist.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	35	1000
A3	120	1000
A4	150	1000
A5	240	1000
A6	300	1500
A7	345	1000

Der höchstbelastete 90°-Sektor umfasst nicht mehr – wie in Beispiel 7 – die Antennen A1, A2 und A7, sondern die Antennen A1, A6 und A7, mit einer kumulierten Sendeleistung von 3500 W. Daraus ergibt sich ein Radius des Anlageperimeters von 69 m.

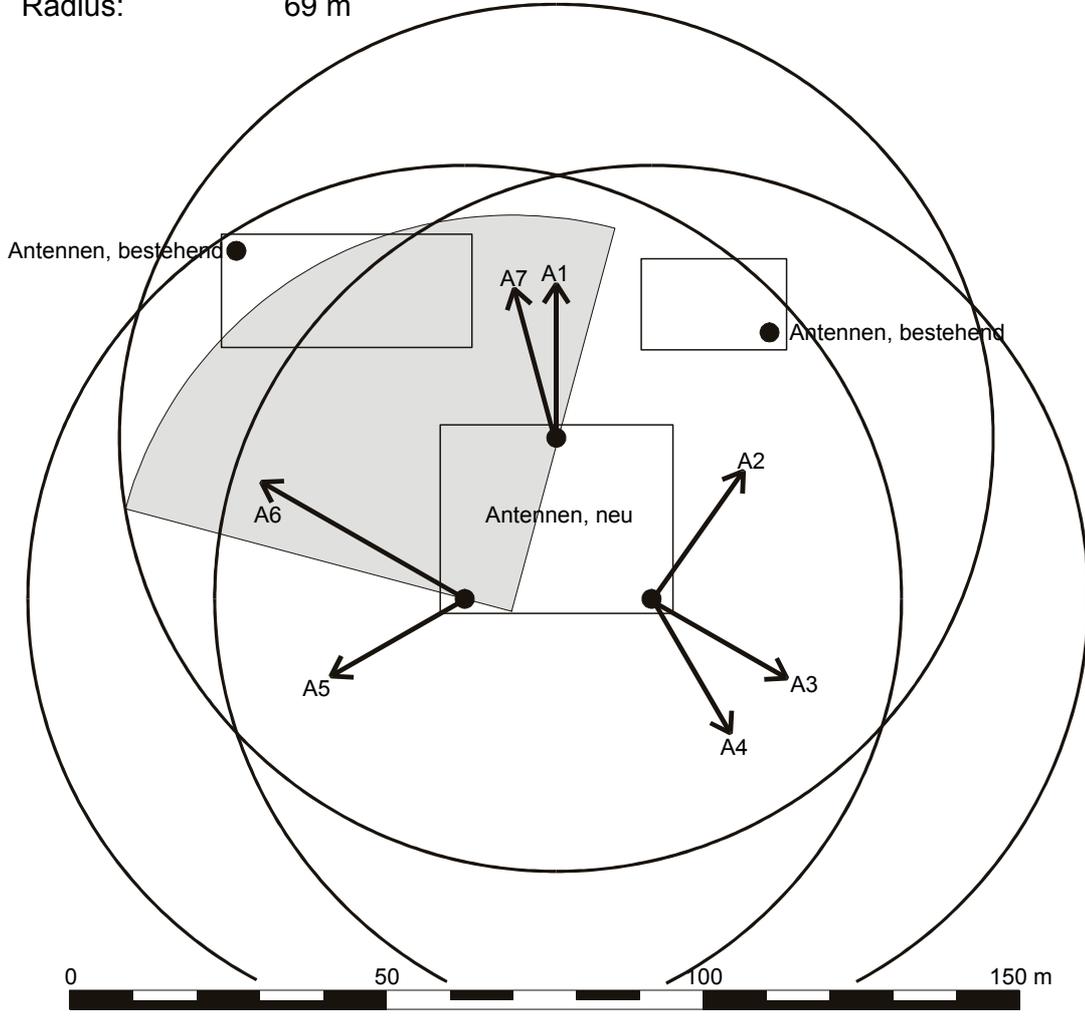
Die bestehenden Antennen auf beiden Nachbargebäuden liegen innerhalb des Anlageperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen.

Dieses Beispiel zeigt, dass bei komplexen Sendeanlagen der höchstbelastete 90°-Sektor sehr sorgfältig identifiziert werden muss.

Beispiel 8

6 x 1000 W
1 x 1500 W

Relevante ERP: 3500 W
Radius: 69 m



Beispiel 9

In diesem Beispiel liegt eine ähnliche Situation vor wie in Beispiel 7 mit dem Unterschied, dass die Senderichtungen der Antennen A2 und A6 geändert sind.

Antenne	Senderichtung in Grad	Sendeleistung (ERP) in W
A1	0	1000
A2	30	1000
A3	120	1000
A4	150	1000
A5	240	1000
A6	300	1000
A7	345	1000

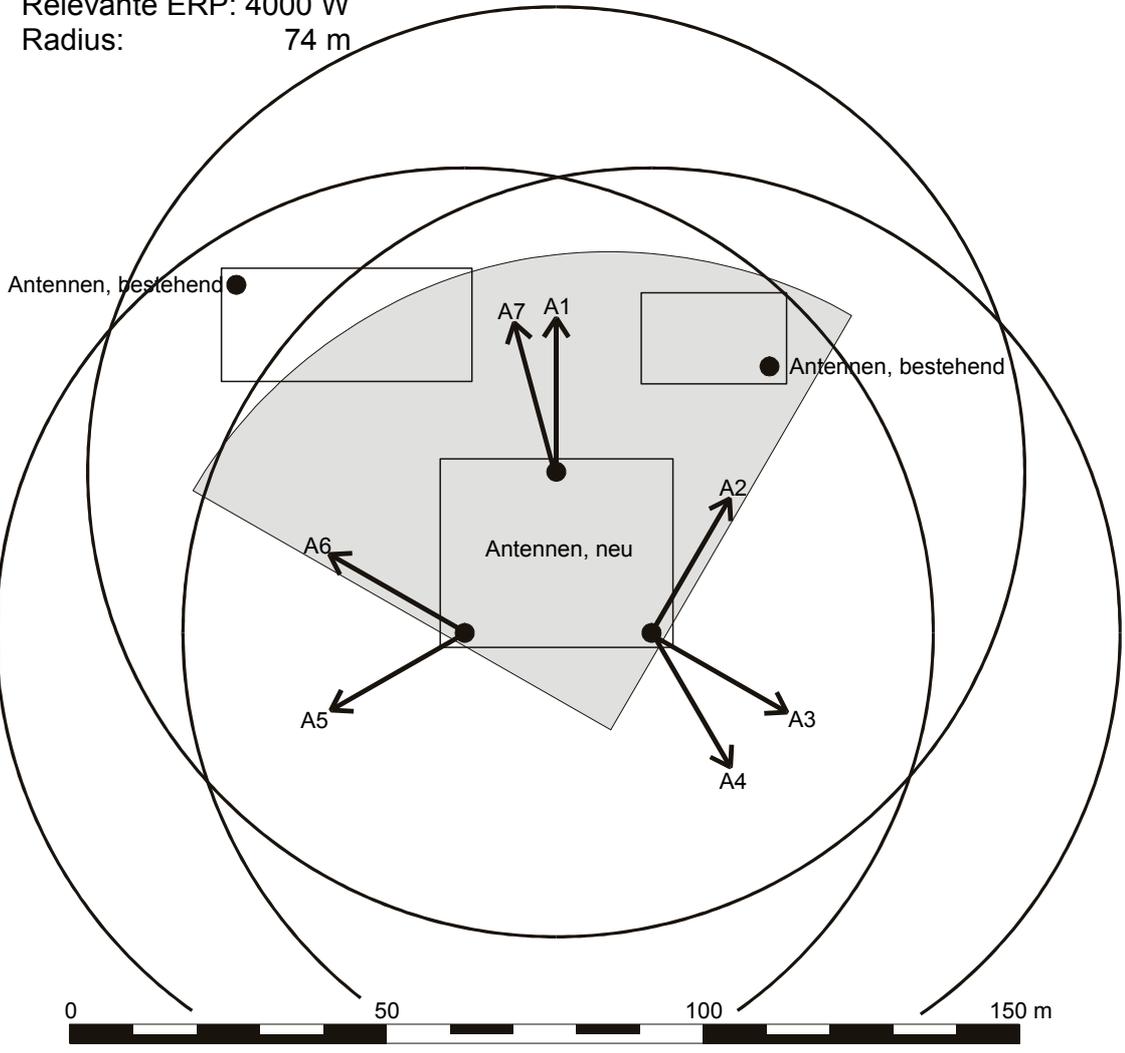
Der höchstbelastete 90°-Sektor umfasst in diesem Fall vier Antennen, wobei die Senderichtungen der Antennen A2 und A6 um genau 90° auseinanderliegen. Diese beiden Antennen sind dem gleichen 90°-Sektor zuzuordnen; in denselben Sektor strahlen auch noch die Antennen A1 und A7. Die kumulierte Sendeleistung der vier Antennen beträgt somit 4000 W, der Radius des Anlagesperimeters entsprechend 74 m.

Die bestehenden Antennen auf beiden Nachbargebäuden liegen innerhalb des Anlagesperimeters. Sie gehören somit zur Anlage und sind bei der NIS-Beurteilung einzubeziehen.

Beispiel 9

7 x 1000 W

Relevante ERP: 4000 W
Radius: 74 m



Anhang 4 Beispiele für die Bestimmung der Richtungsabschwächung

In diesem Anhang wird anhand von drei Beispielen illustriert, wie die so genannte Richtungsabschwächung bestimmt wird. Die Richtungsabschwächung ist ein quantitatives Mass für das winkelabhängige Abstrahlmuster einer Antenne. In der Hauptstrahlrichtung beträgt sie 0 dB (keine Abschwächung). Je mehr man sich seitlich oder in der Höhe von der Hauptstrahlrichtung entfernt, desto grösser wird die Richtungsabschwächung und desto kleiner die in die jeweilige Richtung wirksame Sendeleistung.

In den Beispielen ist das Vorgehen für die Bestimmung der **vertikalen** Richtungsabschwächung illustriert. Die Bestimmung der horizontalen Richtungsabschwächung erfolgt analog, wobei dort die Verhältnisse einfacher sind, da in der Regel nur die mechanische Ausrichtung und nicht auch noch eine elektrisch bewirkte Auslenkung zu berücksichtigen ist.

Der Einfachheit halber besteht die Sendeanlage in den folgenden Beispielen nur aus **einer** Antenne. Es handelt sich dabei um eine Antenne mit elektrischem down tilt. Dies ist aus dem Antennendiagramm ersichtlich, in dem die Sendekeule bereits um den elektrischen down tilt nach unten geneigt eingezeichnet ist.

Das erste Beispiel gilt für eine Sendeanlage, bei der die Senderichtung fix ist. Das zweite und dritte Beispiel gilt für den Fall, dass für die Senderichtung ein Winkel**bereich** beantragt wird.

Die Bestimmung der Richtungsabschwächung erfolgt in drei Schritten:

- Zuerst müssen die Lage der Antenne, deren Senderichtung bzw. Winkelbereich und die Lage des zu untersuchenden OMEN bekannt sein.
- Aus den obgenannten geometrischen Daten werden verschiedene Hilfsgrössen (Winkel und Abstände) berechnet. Ein wichtiges Zwischenergebnis ist der Winkel β des OMEN zur kritischen Senderichtung.
- Dieser berechnete Winkel β wird ins Antennendiagramm übertragen. Dabei ist zu beachten, dass β immer von der Hauptstrahlrichtung des Antennendiagramms aus abzutragen ist, welche nicht notwendigerweise mit der Horizontalen zusammenfällt. Für den Winkel β wird anschliessend die Richtungsabschwächung aus dem Antennendiagramm abgelesen.

Beispiel 1

In diesem Beispiel beantragt der Anlagebetreiber eine fixe Senderichtung. Die Antenne wird genau im Lot montiert. Dies ergibt, zusammen mit dem elektrischen down tilt, einen gesamten Neigungswinkel der Hauptstrahlrichtung von -6° von der Horizontalen. Da nur diese Hauptstrahlrichtung vorkommen kann, ist sie gleichzeitig auch die kritische Senderichtung.

Der OMEN im ersten Stockwerk des Nachbargebäudes liegt unterhalb des Hauptstrahls. Die Richtungsabschwächung beträgt 4 dB.

Technische und geometrische Vorgaben

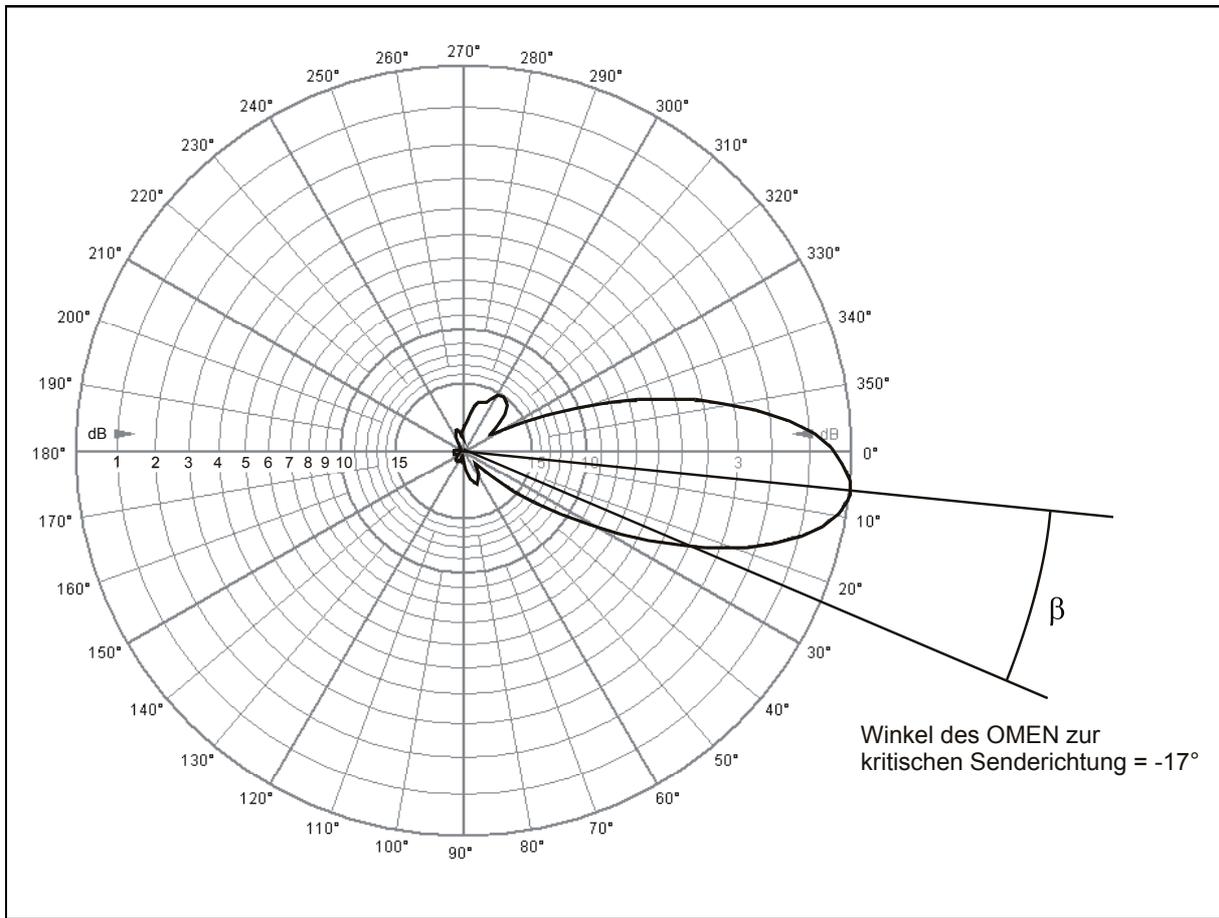
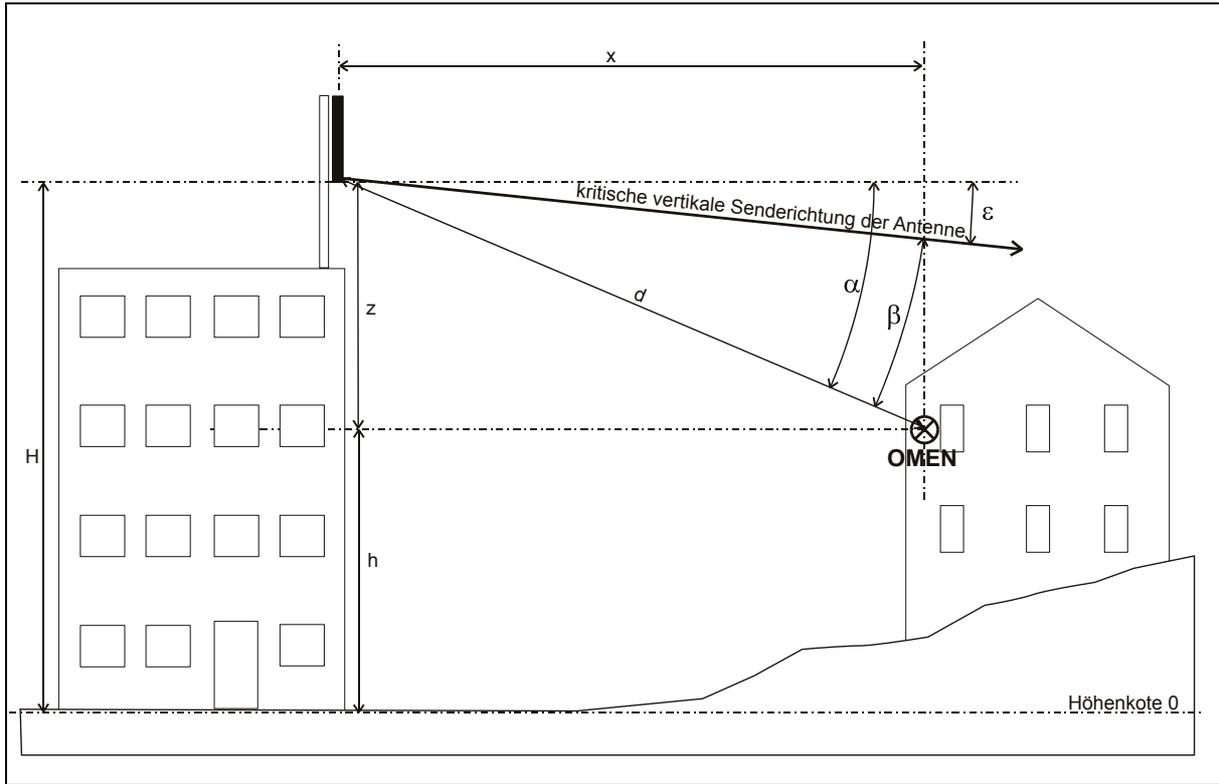
h:	Höhe des OMEN über Höhenkote 0	6.4 m
H:	Höhe der Antenne über Höhenkote 0	12 m
x:	Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN	13.2 m
	Hauptstrahlrichtung: Mechanischer Neigungswinkel	0°
	Hauptstrahlrichtung: Elektrischer Neigungswinkel	-6°

Berechnete Hilfsgrößen

z:	Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN	5.6 m
d:	Direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN	14.3 m
α :	Elevation des OMEN gegenüber der Antenne	-23°
	Hauptstrahlrichtung: Gesamter Neigungswinkel	-6°
ϵ :	Kritische vertikale Senderichtung der Antenne	-6°
β	Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal	-17°

Resultat, aus dem Antennendiagramm herausgelesen

Richtungsabschwächung vertikal	4 dB
--------------------------------	------



Beispiel 2

In diesem Beispiel wird für die Hauptstrahlrichtung der Antenne ein Winkelbereich zwischen $+6^\circ$ und -14° von der Horizontalen beantragt. Dieser Winkelbereich ist in der nebenstehenden Figur als Sektor schattiert dargestellt. Die NIS-Belastung wird am markierten OMEN dann am höchsten sein, wenn die Hauptstrahlrichtung auf die untere Grenze des beantragten Sektors, d.h. auf -14° , eingestellt wird. Dies ist die kritische Senderichtung, für welche die Richtungsabschwächung zu bestimmen ist.

Der markierte OMEN liegt zwar unterhalb der kritischen Senderichtung, der Winkel zur kritischen Senderichtung ist jedoch kleiner als im Beispiel 1 und damit ebenfalls die Richtungsabschwächung, welche hier nur noch 1 dB beträgt.

Technische und geometrische Vorgaben

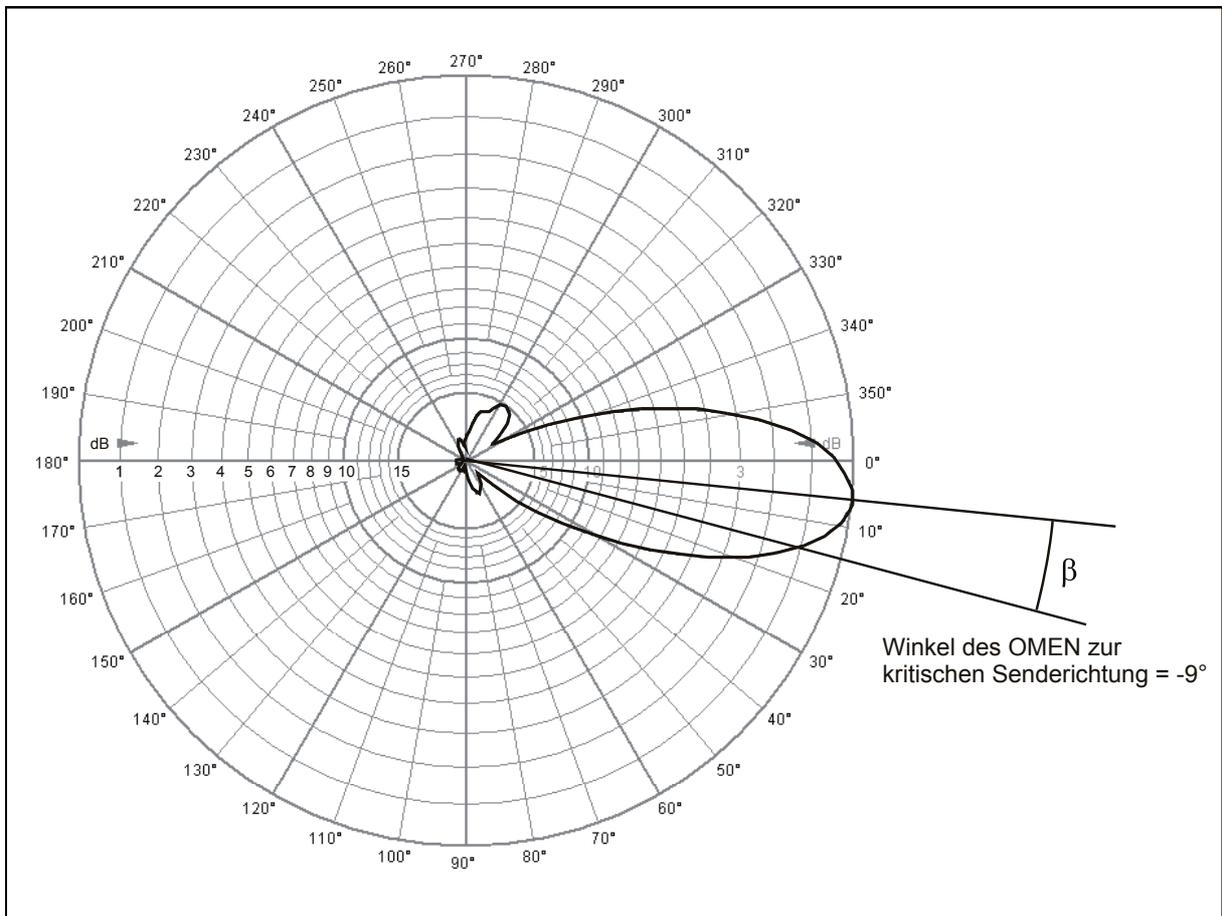
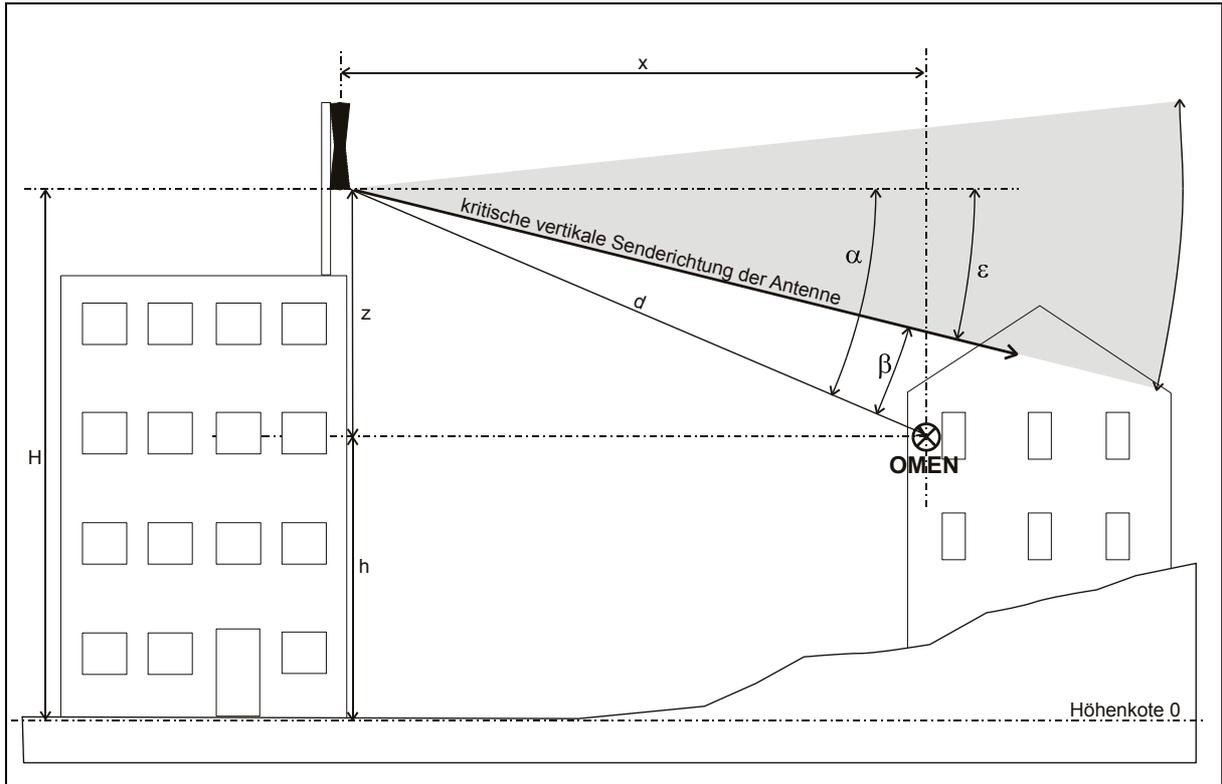
h:	Höhe des OMEN über Höhenkote 0	6.4 m
H:	Höhe der Antenne über Höhenkote 0	12 m
x:	Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN	13.2 m
	Hauptstrahlrichtung: Mechanischer Neigungswinkel	12° bis -8°
	Hauptstrahlrichtung: Elektrischer Neigungswinkel	-6°

Berechnete Hilfsgrößen

z:	Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN	5.6 m
d:	Direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN	14.3 m
α :	Elevation des OMEN gegenüber der Antenne	-23°
	Hauptstrahlrichtung: Gesamter Neigungswinkel	6° bis -14°
ε :	Kritische vertikale Senderichtung der Antenne	-14°
β :	Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal	-9°

Resultat, aus dem Antennendiagramm herausgelesen

Richtungsabschwächung vertikal	1 dB
--------------------------------	------



Beispiel 3

Wie in Beispiel 2 wird auch hier für die Hauptstrahlrichtung der Antenne ein **Winkelbereich** beantragt. Im Unterschied zu Beispiel 2 ist dieser Sektor jedoch etwas mehr nach unten geneigt. Dazu kommt, dass die Antenne weniger hoch montiert ist. Dies hat zur Folge, dass der OMEN innerhalb des beantragten Winkelbereichs (schattierter Sektor) liegt. Die NIS-Belastung wird am markierten OMEN dann am höchsten sein, wenn der Hauptstrahl direkt auf den OMEN gerichtet ist. Dies ist die kritische Senderichtung, für welche die Richtungsabschwächung zu bestimmen ist.

Die Richtungsabschwächung beträgt in diesem Fall 0 dB, da sich der OMEN bei der kritischen Ausrichtung der Antenne direkt im Hauptstrahl befindet.

Technische und geometrische Vorgaben

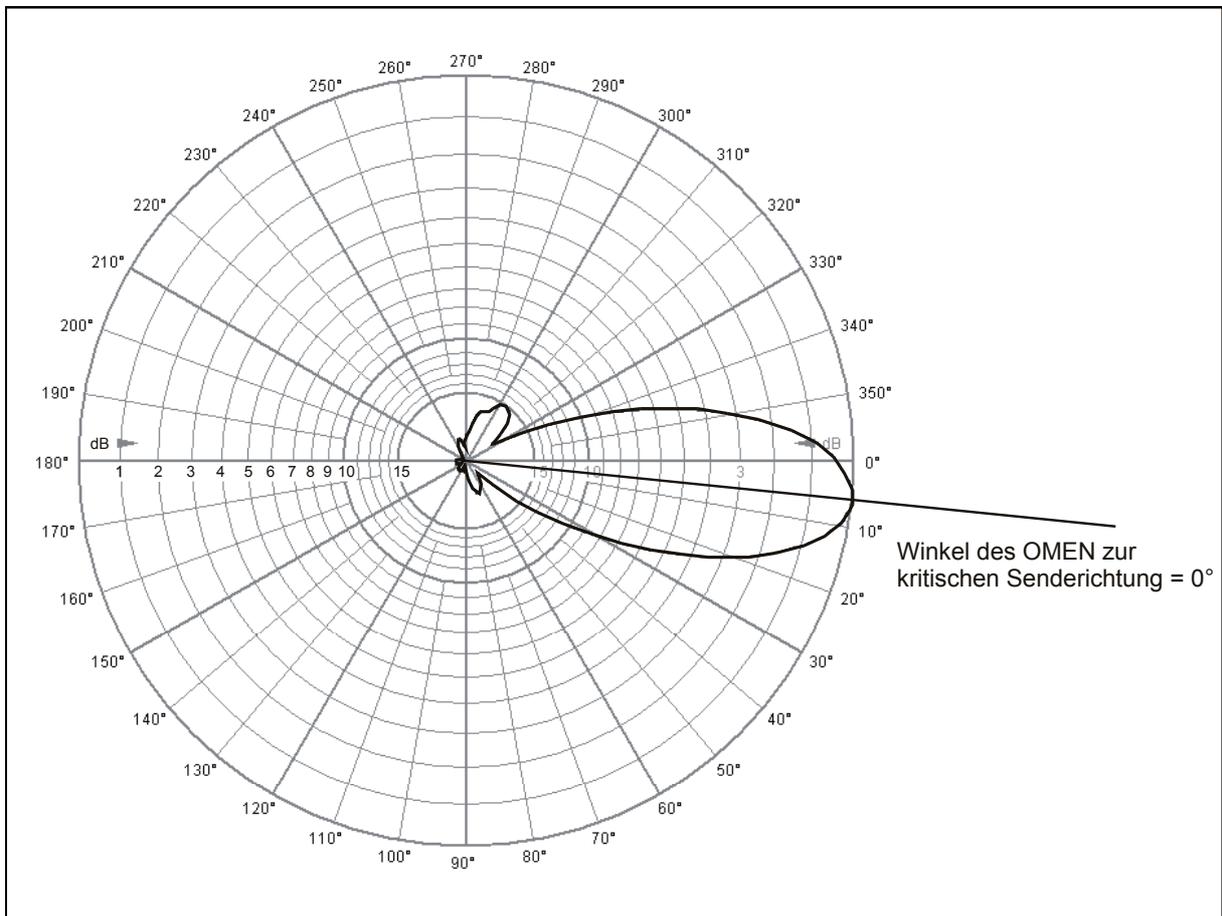
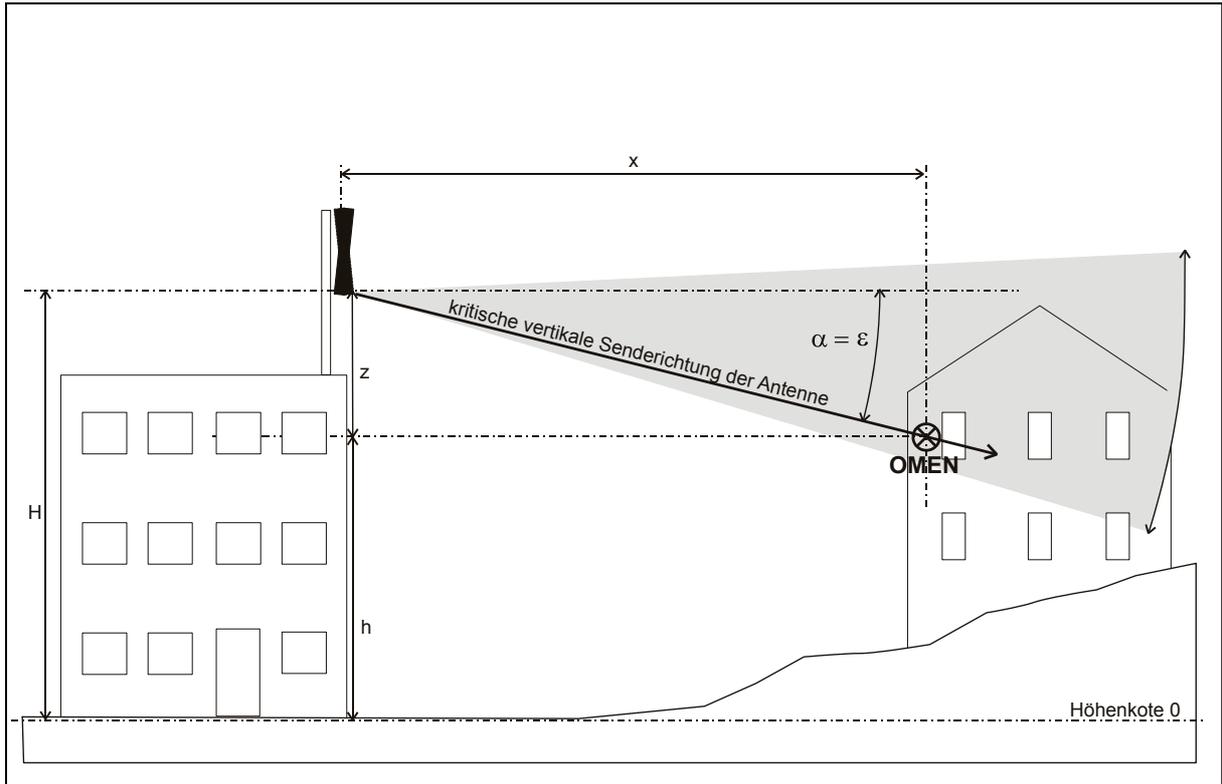
h:	Höhe des OMEN über Höhenkote 0	6.4 m
H:	Höhe der Antenne über Höhenkote 0	9.8 m
x:	Horizontaler Abstand zwischen Antenne und OMEN	13.2 m
	Hauptstrahlrichtung: Mechanischer Neigungswinkel	9° bis -11°
	Hauptstrahlrichtung: Elektrischer Neigungswinkel	-6°

Berechnete Hilfsgrößen

z:	Höhenunterschied zwischen Antenne und OMEN	3.4 m
d:	Direkter Abstand zwischen Antenne und OMEN	13.6 m
α :	Elevation des OMEN gegenüber der Antenne	-14°
	Hauptstrahlrichtung: Gesamter Neigungswinkel	3° bis -17°
ε :	Kritische vertikale Senderichtung der Antenne	-14°
β :	Winkel des OMEN zur kritischen Senderichtung, vertikal	0°

Resultat, aus dem Antennendiagramm herausgelesen

Richtungsabschwächung vertikal	0 dB
--------------------------------	------



Anhang 5 Verzeichnis der Abkürzungen

AGW	Anlagegrenzwert
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
ERP	Equivalent radiated power (äquivalente Strahlungsleistung)
GSM	Global System for Mobile Communication. Mobilfunksystem der 2. Generation
IGW	Immissionsgrenzwert
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung
OKA	Ort für den kurzfristigen Aufenthalt
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung
Polycom	Schweizerisches Sicherheitsfunknetz (im Aufbau), basierend auf der Tetrapol-Technologie
TETRA	Digitales, zellulares Bündelfunksystem für private und öffentliche Betriebsfunkanwendungen, entwickelt durch das <i>European Telecommunications Standards Institute</i>
Tetrapol	Digitales, zellulares Bündelfunksystem für private und öffentliche Betriebsfunkanwendungen, entwickelt von <i>Matra Communication</i> , Frankreich
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System. Mobilfunksystem der 3. Generation
WLL	Wireless Local Loop (drahtloser Teilnehmeranschluss)