



14. Juni 2021, inkl. Ergänzungen vom 31. August 2021

Häufig gestellte Fragen zur Vollzugshilfe für adaptive Antennen

Hintergrund

Am 23. Februar 2021 hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) einen Nachtrag zur Vollzugshilfe zur Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) für adaptive Antennen veröffentlicht. Seitdem sind seitens der kantonalen NIS-Fachstellen und der Betreiber Fragen gestellt worden. Das vorliegende Dokument liefert Antworten auf allgemeine Fragen zur Vollzugshilfe und informiert über Korrekturen im Zusammenhang mit der Übersetzung. Es ist vorgesehen, dieses Dokument zur Beantwortung weiterer Fragen künftig zu aktualisieren.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Fragen zur Vollzugshilfe.....	1
Bemerkungen zur Übersetzung ins Französische.....	4
Fragen zur Anwendung der Vollzugshilfe (Ergänzungen vom 31.8.21)	5
Weiterführende Informationen	6

Allgemeine Fragen zur Vollzugshilfe

Gemäss Medienmitteilung vom 23. Februar 2021 zur Vollzugshilfe für adaptive Antennen bleibt das heutige Schutzniveau erhalten und im Vergleich zu konventionellen Antennen gibt es keine Lockerung der Grenzwerte. Gleichzeitig führt die Vollzugshilfe aber einen Korrekturfaktor ein, der zur Folge hat, dass adaptive Antennen kurzzeitig stärker strahlen dürfen. Wie wird das bestehende Schutzniveau beibehalten und damit das Vorsorgeprinzip gewahrt?

Der Korrekturfaktor sorgt dafür, dass adaptive Antennen nicht strenger beurteilt werden als konventionelle Antennen. Ohne Anwendung des Korrekturfaktors würde ausgeblendet, dass adaptive Antennen nur für jeweils kurze Zeit gezielt in Richtung der Nutzerinnen und Nutzer und nicht permanent breit strahlen. Der Korrekturfaktor beruht auf wissenschaftlichen statistischen Studien sowie auf der Berücksichtigung von Expertenmeinungen. An Orten, an denen Mobilfunkdaten heruntergeladen werden, können aufgrund des Korrekturfaktors kurzzeitig höhere Immissionen entstehen. Gemäss den statistischen Studien kommt dies aber nur selten und kurzzeitig vor. Da die Strahlung aber im Vergleich zu konventionellen Antennen in andere Richtungen reduziert wird, wird die Strahlenbelastung in der Funkzelle insgesamt, d. h. über die Fläche und die Zeit betrachtet, bei gleicher Datenmenge nicht höher sein als bei konventionellen Antennen. Auf diese Weise werden das bestehende Schutzniveau und der Grundsatz der Vorsorge beibehalten.

Weshalb braucht es überhaupt einen Korrekturfaktor?

Adaptive Antennen können im Gegensatz zu konventionellen Antennen die Richtung der Strahlung kurzzeitig variieren und auf die Nutzenden ausrichten. Dabei wird die für eine Antenne verfügbare Sendeleistung aufgeteilt, wenn Signale in verschiedene Richtungen abgestrahlt werden. Die Sendeleistung ausserhalb dieser Richtungen geht während dieser Zeit zurück. Um adaptive Antennen gegenüber konventionellen Antennen weder zu privilegieren noch zu benachteiligen, verlangt die NISV deshalb, dass bei der Beurteilung einer adaptiven Antenne die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt werden müssen (Anhang 1 Ziffer 63 NISV). Letztere sind technische Eigenschaften der Antennen. Die Vollzugshilfe für adaptive Antennen beschreibt, wie die Strahlung berechnet werden kann. Für die Berechnung werden zuerst alle theoretisch möglichen Strahlungscharakteristiken einer Antenne (Antennendiagramme) – sowohl horizontal als auch vertikal – herangezogen und daraus ein umhüllendes Antennendiagramm erzeugt, welches alle theoretisch möglichen Antennendiagramme einschliesst. Da diese Antennendiagramme in der Realität aber nie alle zur selben Zeit abgestrahlt werden, überschätzen die Berechnungen basierend auf dem umhüllenden Antennendiagramm die reale Strahlung in der Umgebung der Anlage. Diese Überschätzung wird mit einem Faktor korrigiert, der auf die maximale Sendeleistung angewendet wird.

Weitere Informationen zu den umhüllenden Antennendiagrammen finden sich unter Kapitel 5.3 der [Erläuterungen zu adaptiven Antennen und deren Beurteilung gemäss der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung \(NISV\)](#).

Ist die Vollzugshilfe der angemessene Ort, um einen solchen Korrekturfaktor einzuführen? Hätte nicht die Verordnung angepasst werden müssen?

Mobilfunkanlagen müssen den Anlagegrenzwert der NISV im sogenannten massgebenden Betriebszustand einhalten. Anhang 1 Ziffer 63 der NISV legt fest, wie dieser zu bestimmen ist. Grundsätzlich wird auf den maximalen Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung abgestellt. Der Bundesrat hat diese Vorgabe am 17. April 2019 ergänzt: Bei adaptiven Antennen wird auch die Variabilität der Senderichtungen und Antennendiagramme bei der Beurteilung berücksichtigt.

Die Vollzugshilfe für adaptive Antennen präzisiert zuhanden der Vollzugsbehörden, wie dies geschehen kann. Sie schafft damit für die Bewilligungsbehörden Klarheit bei der Berechnung der Strahlung von adaptiven Antennen. Mit der Vollzugshilfe werden die geltenden Rechtsgrundlagen in einer sehr technischen Materie stufengerecht präzisiert. Sie werden nicht geändert. Insbesondere gelten weiterhin dieselben Grenzwerte. Würden solche technischen Details auf Verordnungsstufe geregelt, müsste diese Verordnung aufgrund der schnellen Entwicklung der Antennentechnologien häufig angepasst werden.

Berücksichtigen die Vollzugsbehörden die Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Abweichende Lösungen wären zulässig, wenn die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme adaptiver Antennen auf andere Weise sachgerecht berücksichtigt wird. Weitere Informationen:

[Interpellation 21.3097 | Adaptive Antennen. Gehört der Korrekturfaktor nicht in die Verordnung?](#)

Im Gegensatz zu konventionellen Antennen kann die elektrische Feldstärke von Anlagen mit adaptiven Antennen kurzfristig höher sein als der Anlagegrenzwert. Steht das nicht im Widerspruch zu den Vorgaben der NISV?

Mobilfunkanlagen müssen den Anlagegrenzwert gemäss Anhang 1 Ziffer 65 NISV im massgebenden Betriebszustand einhalten. Der Anlagegrenzwert ist ein Vorsorgewert und schafft eine zusätzliche Sicherheitsmarge. Als massgebender Betriebszustand bei adaptiven Antennen gilt nach Anhang 1 Ziffer 63 NISV, wie bei konventionellen Antennen, der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung; bei adaptiven Antennen wird aber die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt. Damit soll insbesondere dem Umstand Rechnung getragen werden, dass adaptive Antennen die maximale Sendeleistung nicht gleichzeitig in alle Richtungen senden und dass sie in Richtungen, in denen keine Daten gesendet werden, die Exposition reduzieren. Deshalb wird auf die maximale Sendeleistung ein Korrekturfaktor angewendet. Der Korrekturfaktor beruht auf statistischen wissenschaftlichen Studien.

Für die Festlegung des massgebenden Betriebszustands wird für adaptive Antennen also die Sendeleistung korrigiert. Mit dieser korrigierten Sendeleistung muss der Anlagegrenzwert jederzeit eingehalten sein, wie von der NISV verlangt.

Die Studien zur Variabilität der adaptiven Antennen zeigen auch, dass in wenigen Fällen die Sendeleistung für kurze Zeit über dem korrigierten Zustand liegen kann und folglich auch die elektrische Feldstärke für kurze Zeit einen Wert über dem Anlagegrenzwert annehmen kann. Um sicherzustellen, dass dies wirklich nur während einer kurzen Zeit möglich ist, müssen adaptive Antennen mit einer automatischen Leistungsbegrenzung ausgestattet werden. Diese sorgt dafür, dass die für die Berechnung verwendete Sendeleistung gemittelt über eine Zeitspanne von 6 Minuten niemals überschritten wird. Die 6-Minuten Mittelung kommt also erst bei der automatischen Leistungsbegrenzung ins Spiel. Diese technische Massnahme ist die Voraussetzung für die Anwendung des Korrekturfaktors und bietet eine zusätzliche Sicherheit.

Wie ist die Mittelung über 6 Minuten zu Stande gekommen?

Eine Mittelung über 6 Minuten wird international und auch in der Schweiz bereits bei den Grenzwerten angewendet, die für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung zentral sind (Immissionsgrenzwerte). Diese Grenzwerte bezeichnen die Schwelle, unterhalb der nach anerkanntem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Menschen nicht gefährdet oder in ihrem Wohlbefinden erheblich gestört werden. Gemäss Anhang 2 Ziffer 11 NISV gilt der Immissionsgrenzwert für den über eine Dauer von 6 Minuten gemittelten Effektivwert der elektrischen Feldstärke. Er muss überall, wo sich Menschen aufhalten können, eingehalten werden.

Die Anwendung des 6-Minuten-Mittels bei der automatischen Leistungsbegrenzung zur Einhaltung der Vorsorgewerte hat damit auch den Vorteil, dass der rechnerische Nachweis der Einhaltung des Immissionsgrenzwertes an einem Ort für den kurzfristigen Aufenthalt wie bis anhin mit der Sendeleistung erfolgen kann, wie sie im Zusatzblatt 2 des Standortdatenblatts deklariert wird.

Wer überprüft das Funktionieren der automatischen Leistungsbegrenzung bei adaptiven Antennen und deren Integration in die Qualitätssicherungssysteme?

Der Bund validiert unter Federführung des BAKOM die automatische Leistungsbegrenzung und die Qualitätssicherungssysteme (QS-Systeme) der Mobilfunkbetreiber für adaptive Antennen. Die Resultate werden voraussichtlich im Sommer 2021 publiziert.

Das BAFU hat 2006 die Einführung von QS-Systemen empfohlen. Die kantonalen Vollzugsbehörden kontrollieren diese. Sie erhalten Fehlerprotokolle und haben eine uneingeschränkte Einsicht in die QS-Systeme der Netzbetreiber. Ausserdem müssen die QS-Systeme von einer unabhängigen externen Prüfstelle periodisch zertifiziert werden, und es finden jährlich Überwachungsaudits statt. Das ordnungsgemässe Funktionieren der QS-Systeme unterliegt grundsätzlich der Aufsicht des BAFU. Im Auftrag des BAFU und in Zusammenarbeit mit den Kantonen wird mittels Stichprobenkontrollen überprüft, ob die Mobilfunkanbieter ihre Sendeanlagen bewilligungskonform betreiben und ob sie das vom BAFU empfohlene QS-System in der Praxis konsequent anwenden.

Nachtrag vom 31. August 2021:

Das BAKOM hat am 19. August 2021 die Validierungsberichte zu den automatischen Leistungsbegrenzungen und die Validierungszertifikate für die angepassten QS-Systeme veröffentlicht:

[Voraussetzungen zum Betrieb adaptiver Antennen sind erfüllt \(admin.ch\)](#)

Mit der erfolgten Prüfung der Anforderungen der Vollzugshilfe sind alle Voraussetzungen erfüllt, damit die Kantone den Einsatz neuer adaptiver Antennen in den Mobilfunknetzen bewilligen können. Die Bewilligung von Mobilfunkantennen liegt in der Kompetenz der Kantone. Aufgrund der verfassungsmässigen Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen sind die Kantone frei, in welchem Verfahren sie das Bundesrecht und damit auch die Vollzugshilfe anwenden (vgl. [21.7394 | Ausbau der Mobilkommunikation](#)).

Wie ist die Vollzugshilfe mit den neusten Erkenntnissen des BERENIS-Newsletters von Januar 2021 zu oxidativem Stress zu vereinbaren?

In der Sonderausgabe des BERENIS-Newsletters von Januar 2021 zu oxidativem Stress halten die Autorin und der Autor fest, dass die Mehrzahl der Zell- und Tierstudien Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress bei Exposition mit nichtionisierender Strahlung liefert, dies selbst bei niedrigen Intensitäten. Ob damit auch langfristige oder gesundheitliche Auswirkungen für den Menschen verbunden sind, lässt sich aus den Studien nicht ableiten. Um diese Beobachtungen besser zu verstehen und zu bestätigen, sind gemäss BERENIS weitere Untersuchungen erforderlich.

Solche Hinweise und Wissenslücken sind für das BAFU Grund, sich weiterhin für eine konsequente Umsetzung des Vorsorgeprinzips einzusetzen. Die vorsorgliche Begrenzung der Emissionen nach dem Umweltschutzgesetz (USG) und speziell nach der NISV soll die Exposition der Bevölkerung tief halten und so auch das Risiko für allfällige, heute noch nicht klar erkennbare Gesundheitsfolgen verringern. Dies deckt sich mit der Haltung von BERENIS. In einer Sonderausgabe von Juli 2020 zu den neuen Richtlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung ICNIRP hat sich BERENIS zum aktuellen Wissenstand – inkl. den Hinweisen auf oxidativen Stress – und den geltenden Grenzwerten wie folgt geäussert ([Newsletter BERENIS, Sonderausgabe Juli 2020](#)):

«Grundsätzlich hat sich mit den neuen [ICNIRP-]Richtwerten das Schutzniveau der Bevölkerung nicht verändert. [...] Auch wenn gemäss ICNIRP unterhalb der HF-EMF [hochfrequente elektromagnetische Felder] Immissionsgrenzwerte keine gesundheitlichen Wirkungen nachgewiesen werden konnten, gibt es diesbezüglich noch einige Unsicherheiten. Es gibt ausreichend Evidenz, dass HF-EMF Exposition des Gehirns im Bereich von 1-2 W/kg messbare Einflüsse auf die elektrische Aktivität des Gehirns hat. In Zell- und Tierstudien finden sich auch unterhalb der Grenzwerte relativ konsistente Einflüsse auf oxidativen Stress und auf zelluläre Signalwege, wobei unklar ist, ob damit langfristige gesundheitliche Folgen verbunden sind. [...] Aufgrund dieser Unsicherheiten empfiehlt BERENIS weiterhin die konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips. In der Schweiz ist das Vorsorgeprinzip für Immissionen von fest installierten Sendeanlagen (z.B. Mobilfunkbasisstationen und Rundfunksender) mit dem Anlagegrenzwert der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) konkretisiert.»

Die Anlagegrenzwerte der NISV sind vorsorgliche Emissionsbegrenzungen nach Artikel 11 Absatz 2 USG. Sie stützen sich nicht auf medizinische oder biologische Erkenntnisse, sondern sind – wie vom USG vorgegeben – anhand technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Kriterien festgelegt worden. Dabei hat der Verordnungsgeber auch dem Schutz vor allfälligen noch unbekannten Gesundheitsgefährdungen Rechnung getragen, indem eine Sicherheitsmarge gegenüber dem Immissionsgrenzwert berücksichtigt wurde. Aufgrund der Art und Weise, wie die Höhe der Anlagegrenzwerte festgelegt worden ist, handelt es sich nicht um Unbedenklichkeitswerte, und ihre Einhaltung garantiert auch nicht, dass sich jede gesundheitliche Auswirkung ausschliessen lässt. Umgekehrt bedeutet es aber auch nicht, dass negative Auswirkungen auftreten, falls die Anlagegrenzwerte überschritten sind.

Bemerkungen zur Übersetzung ins Französische

Bei der Übersetzung der Vollzugshilfe ins Französische gab es die nachfolgenden kleinen Ungenauigkeiten. Diese sind in der französischen Version der Vollzugshilfe korrigiert, die seit dem 1. Juni 2021 auf der Website des BAFU verfügbar ist.

Chapitre 2 – But et champ d'application

Le renvoi est en fait à « l'annexe 1, ch. 62, al. 6, ORNI » et non pas à « l'annexe 1, ch. 62, al. 2, ORNI ».

Chapitre 2 – Règlementation transitoire

Il est noté « Déjà avant la publication du présent complément, des antennes adaptatives ont été autorisées sur la base du scénario du pire. L'adaptation de l'exploitation des antennes au présent complément n'est pas considérée comme une modification ».

Il faut comprendre « L'adaptation de l'exploitation de ces antennes au présent complément ... ».

Chapitre 3.1 – Définition des antennes adaptatives

Il est noté « Le terme « antennes adaptatives » désigne ci-dessous toujours les antennes qui fonctionnent de manière adaptative au sens de l'ORNI ».

Il faut comprendre « les antennes qui sont exploitées de manière adaptative au sens de l'ORNI ».

Fragen zur Anwendung der Vollzugshilfe (Ergänzungen vom 31.8.21)

Wie werden adaptive Antennen im Zusatzblatt 2 des Standortdatenblattes deklariert?

In der Praxis sind Verständnisfragen zum Ausfüllen des Feldes «Adaptiver Betrieb» im Zusatzblatt 2 des Standortdatenblattes aufgetaucht. Das Feld ist wie folgt zu interpretieren: «Adaptiver Betrieb mit $K_{AA} < 1$ ». Eine entsprechende Ergänzung im Zusatzblatt 2 sorgt für Klarheit.

Antennen werden in Zusatzblatt 2 somit folgendermassen deklariert:

- Unterhalb der «Typenbezeichnung der Antenne» wird ein neues Feld «Adaptiver Betrieb mit $K_{AA} < 1$ » eingefügt, das ausgefüllt wird mit:
 - «ja» für adaptiv betriebene Antennen, auf deren Sendeleistung ein Korrekturfaktor K_{AA} angewendet wird, der gemäss Tabelle 1 der Vollzugshilfe kleiner als 1 ist, oder mit
 - «nein» für alle anderen Antennen.
- Wird das Feld «Adaptiver Betrieb mit $K_{AA} < 1$ » mit «ja» bezeichnet, ist in einem weiteren Feld zudem die Anzahl Sub-Arrays anzugeben. Sub-Arrays mit mehreren Polarisationen – z. B. mit kreuzpolarierten Dipolen – werden nur einmal gezählt.

Sind adaptiv betriebene Antennen mit Korrekturfaktor $K_{AA} < 1$ zusammen mit anderen Antennen im selben Antennengehäuse (sog. Radom) verbaut, sind diese im Standortdatenblatt in einer separaten Spalte aufzuführen und zu berechnen; die Bildung einer Summenleistung ist nicht zulässig, da deren Beurteilung nicht der gleiche massgebende Betriebszustand zugrunde liegt. Als Unterkante gilt diejenige des gesamten Gehäuses, auch bei solchen Modellen, bei denen zwei Gehäuse miteinander fest verschraubt sind.

Kann der Duty Cycle für TDD-Betrieb zur Festlegung der massgebenden Sendeleistung auch bei konventionellen Antennen berücksichtigt werden?

Gemäss Anhang 1 Ziffer 64 NISV gilt der Anlagegrenzwert für den Effektivwert der elektrischen Feldstärke. Folglich kann der TDD-Betrieb für die Festlegung der massgebenden Sendeleistung auch bei nicht-adaptiven resp. konventionellen Antennen berücksichtigt werden.

Weiterführende Informationen

Links

Medienmitteilung: [Mobilfunk: Die Vollzugshilfe für den Umgang mit adaptiven Antennen ist bereit \(admin.ch\)](#)

Publikationen

Vollzugshilfe: [Adaptive Antennen. Nachtrag vom 23. Februar 2021 zur Vollzugsempfehlung zur Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung \(NISV\) für Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, BUWAL 2002 \(admin.ch\)](#)

Erläuterungen: [Erläuterungen zu adaptiven Antennen und deren Beurteilung gemäss der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung \(NISV\) \(admin.ch\)](#)

Validierungsberichte BAKOM: [Voraussetzungen zum Betrieb adaptiver Antennen sind erfüllt \(admin.ch\)](#)

Vollzugsempfehlung

[Mobilfunk: Vollzugshilfen zur NISV \(admin.ch\)](#)

Zusammenhängende Vorstösse

[21.3097 | Adaptive Antennen. Gehört der Korrekturfaktor nicht in die Verordnung?](#)

[21.3117 | Adaptive Antennen. Wer ist beim Qualitätssicherungssystem wirklich für die Einhaltung der Grenzwerte verantwortlich?](#)

[21.3118 | Adaptive Antennen. Kann der Bundesrat die Einhaltung des Vorsorgeprinzips gewährleisten?](#)

[21.3204 | 5G-Antennen. Rechtsverweigerung bei der Bearbeitung von Baugesuchen?](#)

[21.1020 | Transparente Informationen zu Mobilfunkanlagen \(2G–5G\)](#)

[21.3270 | Transparenz bei der Senderdatenbank des BAKOM](#)

[21.7394 | Ausbau der Mobilkommunikation](#)