

Gleichmässige Befeldung einer Mobilfunkzelle durch eine konventionelle Antenne (links) im Vergleich zum bedarfsgesteuerten Beamforming durch eine adaptive Antenne (rechts).
Quelle: N. Vogel

Neue Rechts- und Vollzugsgrundlagen im Bereich Mobilfunk

Die Einführung adaptiver Antennen in der Schweiz hat zu grosser Verunsicherung in der Bevölkerung geführt. Inzwischen wurden notwendige Rechts- und Vollzugsgrundlagen nachgeführt, so dass Mobilfunkanlagen mit adaptiven Antennen in einem sicheren Rechtsrahmen beurteilt und bewilligt werden können.

Nadia Vogel, Sektionsleiterin Strahlung AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abteilung Luft, Klima und Strahlung
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 3053
nadia.vogel@bd.zh.ch
www.zh.ch/strahlung – Mobilfunk

Adaptive Antennen können autonom und bedarfsgesteuert Signale zu einem oder mehreren Mobilfunkgeräten hin fokussieren (Beamforming, Abbildung oben rechts). Zu Zeiten oder in Richtungen, in denen kein Bedarf besteht, strahlt die adaptive Antenne damit viel weniger als eine konventionelle Antenne mit gleicher Leistung. Letztere befeldet nämlich immer die gesamte zu versorgende Zelle – unabhängig vom tatsächlichen Bedarf (Abbildung oben links). Adaptive Antennen können nicht gleichzeitig mit ihrer gesamten Leistung in jede mögliche Richtung strahlen, sondern teilen ihre Leistung auf räumlich unterschiedliche Ziele auf.

Was bedeutet «adaptiver Betrieb»?

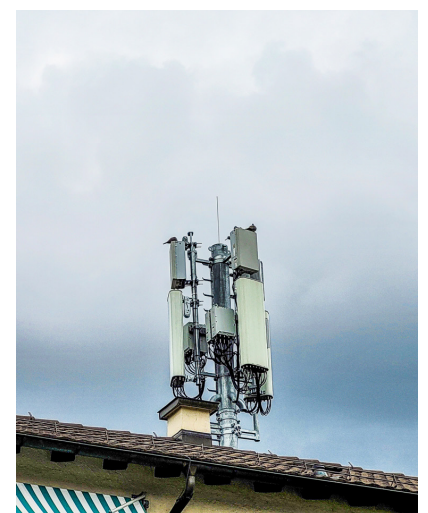
Für adaptive Antennen, die aufgrund ihrer technischen Voraussetzungen eine sehr gute räumliche Aufteilung ihrer Strahlung erreichen (Antennen mit mindestens acht separat ansteuerbaren Antennenelementen), ist es daher sinnvoll und notwendig, die Einhaltung der bewilligten Leistung über eine gewisse Zeitspanne hinweg zu betrachten. Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) legt hierfür ein Intervall von sechs Minuten fest: Innerhalb dieses Intervalls sind kurze bedarfsgesteuerte Leistungsspitzen möglich, diese müssen aber durch nachfolgende Zeitabschnitte mit geringerer Leistung so kompensiert werden, dass im 6-Minuten-Mittel die bewilligte Leistung nicht überschritten wird (Grafik Seite 26).

Dieser Betriebszustand wird «adaptiver Betrieb» genannt und in der Praxis über die Anwendung eines sogenannten «Korrekturfaktors» erreicht. Der adaptive Betrieb mit Korrekturfaktor ist nur erlaubt, wenn die Antenne über eine automatische Leistungsbegrenzung verfügt, die ein Überschreiten der bewilligten Sende-

leistung im 6-Minuten-Mittel durch entsprechende Leistungsrosselung verhindert.

Adaptive Antennen ohne adaptiven Betrieb?

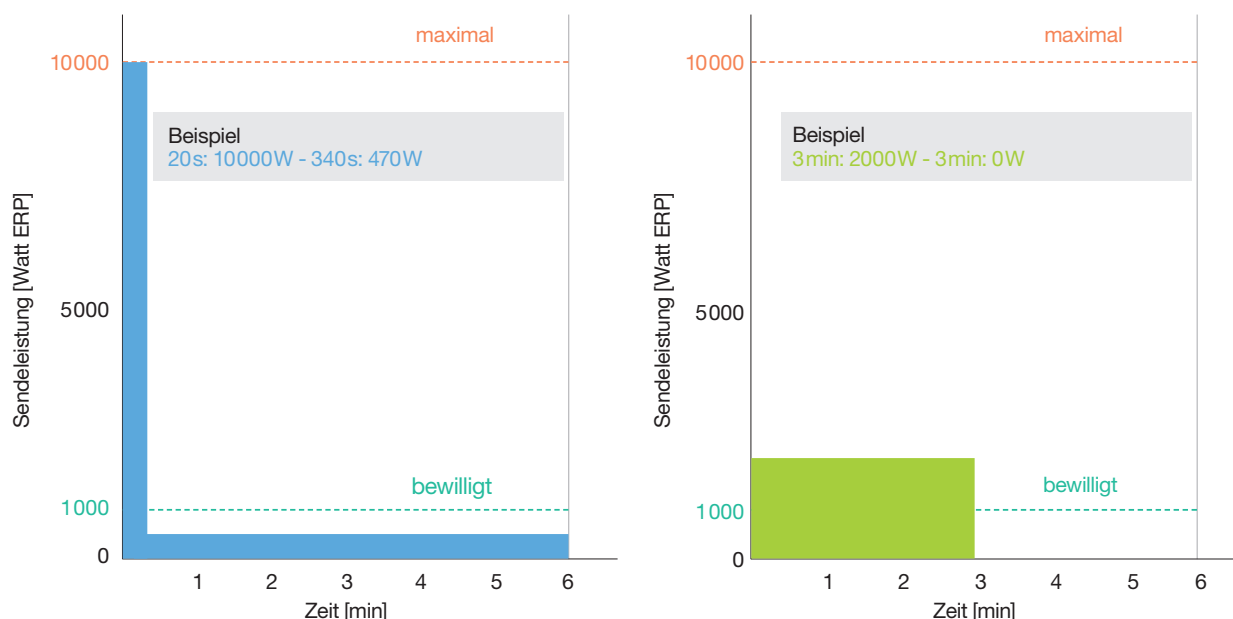
Für adaptive Antennen, deren technische Voraussetzungen keine gute räumliche Trennung mehrerer Teilstrahlen erlaubt (Antennen mit weniger als acht separat ansteuerbaren Antennenelementen), darf kein Korrekturfaktor geltend gemacht werden. Die bewilligte Leistung ist – genauso wie bei einer konventionellen Antenne – zu jedem Zeitpunkt eingehalten. Solche Antennen werden zwar als adaptiv bezeichnet, weil sie ihr Signal autonom zu Mobilfunkgeräten lenken, dürfen aber nicht adaptiv (also mit Korrekturfaktor) betrieben werden.



Mobilfunkanlage mit zwei Antennenebenen: Unten konventionelle Multibandantennen, oben adaptive Antennen, die mit einem Korrekturfaktor betrieben werden können.

Quelle: N. Vogel

Adaptive Antennenstrahlung im Verlauf des 6-Minuten-Intervalls



Adaptiver Betrieb mit Korrekturfaktor 0.1, 6-Minuten-Mittelung.
 Lesebeispiel: Nach einer 20-sekündigen Leistungsspitze von 10 000 Watt (bewilligte Leistung 1 000 Watt/Korrekturfaktor 0.1) wird die Leistung für die verbleibende Zeit des 6-Minuten-Intervalls auf maximal 340 Watt gedrosselt (blaue Balken). Nach einer 3-minütigen Leistungsspitze von 2 000 Watt wird die Leistung für die verbleibenden 3 Minuten auf 0 Watt gedrosselt (grüner Balken). Watt ERP = Effective Radiated Power (effektiv abgestrahlte Leistung).
 Quelle: N. Vogel

Anpassung der Rechtsgrundlagen

Die Anwendung von Korrekturfaktoren und die 6-Minuten-Mittelung wurden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) zunächst nur in der «Vollzugshilfe adaptive Antennen» beschrieben, die im Februar 2021 publiziert wurde. Auch wurde in der Vollzugshilfe die Anwendung eines Korrekturfaktors auf bestehenden adaptiven Antennen nicht als Änderung im Sinne der NISV qualifiziert. Der Korrekturfaktor wurde damit indirekt dem Bewilligungsverfahren entzogen.

Es zeigte sich in der Praxis, dass für einen effizienten Ausbau der Mobilfunkanlagen mit adaptiven Antennen die Rechtssicherheit einer Vollzugshilfe nicht ausreichend war. Darum wurden die zentralen Elemente der «Vollzugshilfe adaptive Antennen» in die NISV überführt, welche in revidierter Fassung am 1. Januar 2022 in Kraft trat.

Anpassung der BPUK-Mobilfunkempfehlungen

Die Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz BPUK hatte 2013 mit Ihren Mobilfunkempfehlungen die Möglichkeit geschaffen, bestimmte grundsätzlich bewilligungspflichtige Anpassungen an Mobilfunkanlagen ohne ordentliches Bewilli-

gungsverfahren zu realisieren – wenn die Änderung keine nennenswerte Erhöhung der Mobilfunkstrahlung in der Umgebung einer Anlage verursachte.

Wegen der oben erwähnten Rechtsunsicherheiten, besonders in Bezug auf die Anwendung des Korrekturfaktors, mussten die Mobilfunkempfehlungen im September 2021 vollständig sistiert werden. Erst nachdem die revidierte NISV in Kraft getreten war, konnten die Mobilfunkempfehlungen angepasst werden und stehen den Behörden seit April 2022 wieder zur Verfügung.

Keine Grenzwertverletzung durch die Anwendung eines Korrekturfaktors

Das Schutzsystem der NISV mit zwei abgestuften Grenzwerten bleibt auch mit Einführung von adaptiven Antennen und Korrekturfaktoren unangetastet: Der Gesundheitsschutz aller Menschen, besonders auch von Kindern, Betagten, Kranken oder Schwangeren, wird durch den Immissionsgrenzwert (IGW) sichergestellt. Dieser liegt etwa zehnmals höher als der Anlagegrenzwert (AGW), der vorsorglich überall dort eingehalten werden soll, wo Menschen sich langfristig aufhalten. Bei der Anwendung eines Korrekturfak-

tors auf eine adaptive Antenne können an den umliegenden Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) kurzfristig Feldstärken oberhalb der jeweils berechneten Werte, also auch über denjenigen des Anlagegrenzwerts auftreten. Durch die zeitliche Mittelung stellen diese kurzen Erhöhungen der Feldstärken aber keine Grenzwertverletzungen dar, da der Anlagegrenzwert – analog zur bewilligten Leistung im grafischen Beispiel oben – im 6-Minuten-Mittel immer eingehalten wird.

... und was ist mit 5G?

Die Begriffe «5G» und «adaptive Antennen» sind zwar eng miteinander verknüpft, haben aber unterschiedliche Bedeutungen. 5G (oder «New Radio») ist der Name für die neueste der heute verfügbaren Übertragungstechnologien nach 2G, 3G und 4G. Mit 5G erhöht sich die Datenübertragungskapazität gegenüber den älteren Übertragungstechnologien deutlich.

5G kann sowohl auf konventionellen als auch auf adaptiven Antennen eingesetzt werden. Adaptive Antennen werden aber praktisch immer mit der Übertragungstechnologie 5G betrieben.