

5G – wer macht was?

Heiko Loretan | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

Fast jeder besitzt und benutzt ein Smartphone. Doch kaum jemand möchte eine Mobilfunkantenne in seiner unmittelbaren Nachbarschaft. Deshalb ist auch die Mobilfunktechnologie der 5. Generation (5G) in aller Munde. Medien berichten darüber, die Gegner formieren sich, demonstrieren und sammeln Unterschriften, Politiker reichen parlamentarische Vorstösse ein, am Stammtisch wird kontrovers diskutiert – die Verunsicherung ist gross. Doch wer ist eigentlich für was zuständig beim Thema 5G?

Im Folgenden soll ein Überblick verschafft werden über die verschiedenen Zuständigkeiten und Aufgaben rund um die 5G-Technologie – Stand Dezember 2019.

Wer macht was?

Eine erste Übersicht

Das Bundesamt für Kommunikation BAKOM wacht darüber, dass das Fernmelderecht und die Konzessionen eingehalten werden. Das BAKOM überwacht ebenfalls die Frequenzen und erarbeitet den Nationalen Frequenzzuweisungsplan (NaFZ).

Die von den Verwaltungsbehörden unabhängige Eidgenössische Kommunikationskommission (ComCom) erteilt die Konzessionen für jene Frequenzen, die vom Bundesrat im NaFZ für die Nutzung mit Mobilfunk freigegeben werden. Dabei legt sie auch Mindestvorgaben bezüglich der Versorgung der Bevölkerung fest.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist zuständig für Fragen bezüglich der Strahlung von Mobilfunkantennen und Auswirkungen auf die Gesundheit. In der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) sind die Ausführungsbestimmungen festgelegt. Die in der NISV enthaltenen Grenzwerte sind in der ganzen Schweiz verbindlich.

Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) ist zuständig für die Auswirkungen der Strahlung auf den Menschen, die von mobilen Geräten (Smartphones, Tablets, Bluetooth-Geräte) ausgeht.

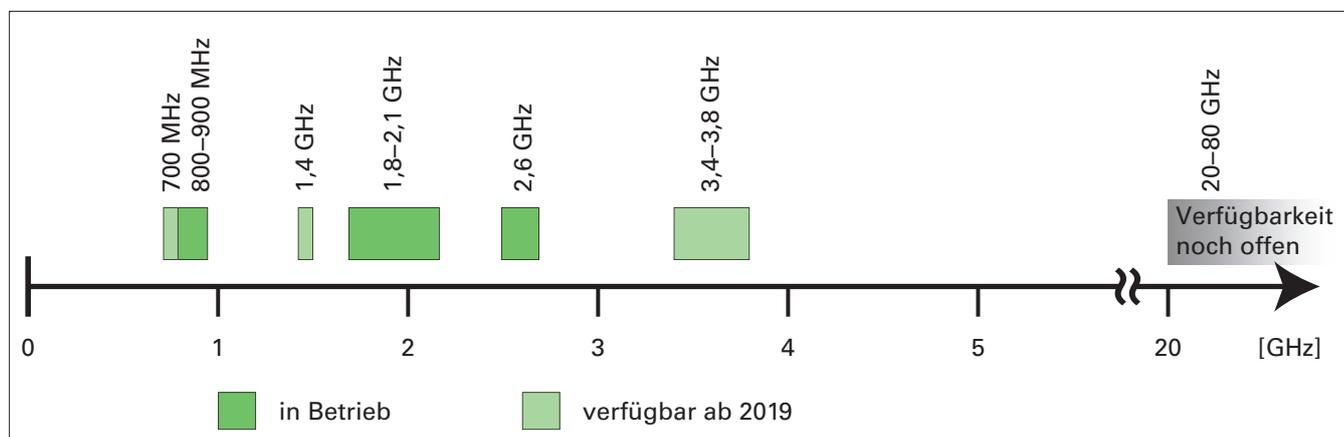
Mit Art. 17 NISV wird der Vollzug der Verordnung an die Kantone delegiert. Gemäss Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern (EG UWR) ist im Kanton Aargau die Abteilung für Umwelt (AfU) im Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU) für den Vollzug NISV zuständig. Zu den kanto-

nen Hauptaufgaben im Vollzug der NISV gehören insbesondere das Überwachen und Durchsetzen der Emissionsbeschränkungen von Mobilfunkantennen zum Schutz der Bevölkerung vor übermässiger Strahlung.

Die Gemeinden sind im Kanton Aargau die abschliessende Baubewilligungsbehörde für Mobilfunkantennen.

Was macht der Bund?

■ **Versteigerung der 5G-Frequenzen:**
Am 8. Februar 2019 hat die Eidgenössische Kommunikationskommission (ComCom) die neuen Mobilfunkfrequenzen (700, 1400 und 3500 Megahertz) erfolgreich versteigert. Den Zuschlag erhielten die Firmen Salt für 94'500'625 Franken, Sunrise für 89'238'101 Franken und Swisscom für 195'554'002 Franken. Mit der Vergabe flossen also total rund 380 Millionen Franken in die Bundeskasse. Bei den aktuell für den Mobilfunk zur Verfügung stehenden Frequenzen handelt es sich nicht um die oft schon kritisch hinterfragten Millimeterwellen. Von Millimeterwellen spricht man bei Frequenzen ab 20 Gigahertz. Das höchste für den Mobilfunk in der Schweiz verfügbare Frequenzband liegt bei 3,4 bis 3,8 Gigahertz. Die Wellenlängen liegen hier bei 8 bis 9 Zentimetern.



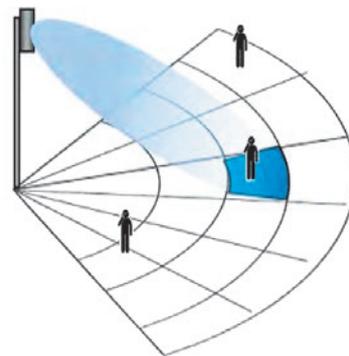
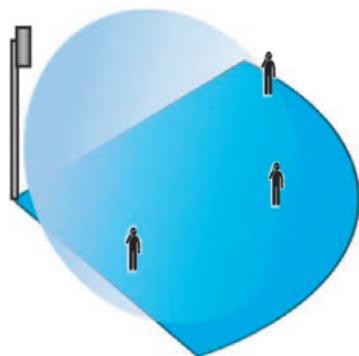
Diese Frequenzbänder stehen in der Schweiz für den Mobilfunk zur Verfügung. (MHz: Megahertz; GHz: Gigahertz)

■ Adaptive Antennen – Anpassung NISV:

Mit der Einführung von 5G kommt eine neue Antennentechnologie zum Einsatz. Diese neuartigen Antennen können die Signale in die Richtung des Nutzers bzw. des Mobilfunkgerätes fokussieren. Solche Antennen werden adaptive Antennen, Beamforming-Antennen oder Massive MIMO (Multiple Input, Multiple Output) genannt. Der neuartigen Abstrahlcharakteristik adaptiver Antennen Rechnung tragend, musste der Bundesrat die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) anpassen. Er tat dies am 17. April 2019, indem er Ziffer 63 in Anhang 1 NISV, die den massgeblichen Betriebszustand einer Mobilfunkantenne definiert, um einen Halbsatz für adaptive Antennen ergänzte: «Als massgebender Betriebszustand gilt der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung; bei adaptiven Antennen wird die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt.» (Anhang 1 Ziffer 63 NISV, Ergänzung vom 17. April 2019 kursiv)

Noch keine Vollzugshilfe des Bundes

Grundsätzlich gilt also bei Mobilfunkanlagen als massgebender Betriebszustand der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung – wobei bei adaptiven Antennen die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt werden sollte. Die grosse Frage, die sich die kantonalen Vollzugsbehörden seit dem 17. April 2019 täglich stellen, ist: Wie ist diese in Ziffer 63 NISV festgehaltene Variabilität konkret im Vollzug zu berücksichtigen? Die Antwort auf diese Frage könnte der Bund liefern. Das BAFU hat mit der Revision der NISV die Publikation einer Vollzugshilfe in Aussicht gestellt, die es den Behörden ermöglichen soll, ihren NIS-Vollzug für adaptive Antennen zu gestalten. Leider wurde der Publikationstermin immer wieder verschoben – aktuell soll das Papier erst Mitte 2020 vorliegen. Gleiches gilt übrigens auch für die Emp-



Funktionsweise von Mobilfunkantennen: Bei der konventionellen Antenne (links) wird die Strahlung homogen in den Raumsektor verteilt. Bei der adaptiven (beamforming) Antenne (rechts) wird nur der Nutzer bestrahlt.

Quelle: Ericsson

fehlung zur Durchführung von Messungen bei adaptiven Antennen (Messempfehlung).

Was unternimmt der Bund also konkret, um die Kantone im Vollzug der NISV zu unterstützen? Der Bund (insbesondere BAFU und BAKOM) hat seit der Revision der NISV im April 2019 einige gute allgemeine Informationen zu 5G und zum Umgang mit adaptiven Antennen auf seiner Homepage publiziert. Das war für die Vollzugsbehörden zweifelsfrei sehr nützlich.

Am 28. November 2019 hat die Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung, die noch von Alt-Bundesrätin Doris Leuthard eingesetzt worden war, ihren Bericht zu Bedürfnissen und Risiken beim Aufbau von 5G-Netzen abgegeben. Die Arbeitsgruppe hat erstmals versucht, die Fakten zu Mobilfunk und Strahlung umfassend zusammenzustellen. Die beteiligten Interessengruppen (zum Beispiel Vertreter der Branche bzw. die Ärzte und Ärztinnen für Umweltschutz) haben insgesamt fünf Optionen für das weitere Vorgehen dargelegt:

- Option 1: Status quo Anforderungen NISV
- Option 2: Keine Änderung Anlagegrenzwert, aber strengere Anforderungen in der NISV an Kleinzellanlagen und adaptive Antennen
- Option 3: Erhöhung Anlagegrenzwert auf einheitliche 6 Volt pro Meter und Mittelwertbeurteilung
- Option 4: Erhöhung Anlagegrenzwert auf 11,5 Volt pro Meter pro Betreiber
- Option 5: Erhöhung Anlagegrenzwert auf einheitliche 20 Volt pro Meter

Eine leistungsfähige flächendeckende Abdeckung der Schweiz mit 5G bei gleichbleibender Gesetzgebung (Option 1, Status quo) dauert gemäss der Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung folglich zirka 25 Jahre, erfordert den Bau von 26'500 neuen Antennen (zirka 2500 für den Kanton Aargau) und kostet fast 8 Milliarden Franken. Strebt der Bundesrat eine Erhöhung der Grenzwerte zugunsten von 5G an, rechnet die Arbeitsgruppe für den Gesetzgebungsprozess mit einer Dauer von 2 Jahren. Die verschiedenen Optionen zeigen einerseits das sehr grosse Interessenspektrum der verschiedenen Stakeholder auf und lassen andererseits einen extrem grossen Interpretationsspielraum zu.

Man darf gespannt sein, wie sich der Bundesrat in Bezug auf das weitere Vorgehen entscheidet.

Was machen die Mobilfunkanbieter?

Wie eingangs erwähnt, haben die drei Schweizer Mobilfunkanbieter für die neuen 5G-Frequenzen insgesamt fast 380 Millionen Franken auf den Tisch gelegt. Mit dem Kauf der Frequenzen haben die Anbieter das Recht und auch die Pflicht (die Konzession beinhaltet eine Versorgungspflicht), ein 5G-Netz in der Schweiz aufzubauen. Darum haben zwei der drei Anbieter schon kurz nach der Versteigerung im Februar ihre Marketingmaschinerie in Gang gesetzt und die Schweiz mit 5G-Werbung geflutet. Gleichzeitig haben die Anbieter auch massiv in die Markteinführung der neuen Technologie investiert und im Kanton Aargau zahlreiche Gesuche für 5G-Anlagen eingereicht.

Optionen zur Entwicklung des Mobilfunks

Option Nr.	Name	Anzahl zusätzliche Mobilfunkanlagen	Änderung (gegenüber heute) der höchsten Exposition an Orten mit empfindlicher Nutzung durch Mobilfunkanlagen	Änderung (gegenüber heute) der Exposition durch das Mobiltelefon	Finanzielle Mittel Investition	Finanzielle Mittel Betrieb (über 5 Jahre)	Zeitdauer Rechtsänderungen	Zeitbedarf für eine qualitativ gute Versorgung mit 5G
1	Status quo Anforderungen NISV	26'500 + Nachrüstung 5000 bestehende Anlagen	Bleibt etwa gleich	Nimmt leicht ab	7,7 Mia.	2,1 Mia.	0 Jahre	20–30 Jahre
2	Keine Änderung AGW, aber strengere Anforderungen in der NISV an Kleinzellenanlagen und adaptive Antennen	46'500	Bleibt gleich	Nimmt leicht ab	13 Mia.	3,5 Mia.	5 Jahre	>30 Jahre
3	Erhöhung AGW auf einheitliche 6 V/m und Mittelwert-Beurteilung	7500 + Nachrüstung aller bestehenden Anlagen	Nimmt zu	Nimmt leicht ab	3,2 Mia.	0,8 Mia.	2 Jahre	10–20 Jahre
4	Erhöhung AGW auf 11,5 V/m pro Betreiber	Nachrüstung 3000 bestehenden Anlagen; Mitbenutzung 3500 bestehende Anlagen	Nimmt stark zu	Bleibt gleich	0,9 Mia.	0,3 Mia.	2 Jahre	0–10 Jahre
5	Erhöhung AGW auf einheitliche 20 V/m	0 zusätzliche Makrozellen, Nachrüstung 8500 bestehende Anlagen, 2000 Kleinzellen-Verdichtungen (bei 50% der heutigen Mikrozellen)	Nimmt stark zu	Bleibt gleich	1,0 Mia.	0,3 Mia.	2 Jahre	0–10 Jahre

Übersicht über die fünf Optionen mit Informationen zu Anzahl zusätzlicher Mobilfunkanlagen, Änderung der Exposition, Kosten und Realisierungsdauer, bis eine qualitativ gute 5G-Versorgung in der Schweiz flächendeckend realisiert ist. (AGW: Anlagengrenzwert; V/m: Volt pro Meter)

Quelle: Bericht Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung, 18. November 2019

Was macht die Bevölkerung?

Aufgrund der fehlenden Ausführungsbestimmungen herrschen in weiten Teilen der Bevölkerung ein grosses Informationsdefizit und eine allgemeine Unsicherheit. Dieses Vakuum wird durch Wissen, Halbwissen, Spekulationen, Interpretationen, gesellschaftskritische Überlegungen, Theorien und Verschwörungstheorien ausgefüllt. Die Skepsis wird zusätzlich durch Aussagen zu Millimeterwellen und dem «Internet der Dinge» – beide eigentlich nicht Gegenstand der aktuellen 5G-Diskussionen – befeuert. Dies führte sehr rasch zu einer weitverbreiteten Skepsis und auch zu Angst gegenüber der neuen Mobilfunktechnologie in der Bevölkerung. Schon sehr früh hat sich ein organisierter Widerstand gegen die Einführung von 5G formiert. Die 5G-Gegner sind hervorragend untereinander vernetzt und unterstützen Betroffene und Private bei der Formulierung ihrer Einwendungen gegen

Bau- und Umbaugesuche von Mobilfunkanlagen. Der Verein «5G Moratorium» bzw. «Schutz vor Strahlung» hat beispielsweise eine Aarauer Anwaltskanzlei damit beauftragt, ein in der Schweiz viel beachtetes Rechtsgutachten zur Einführung von 5G zu verfassen (2. Juli 2019, Rechtsgutachten zur 5. Generation des Mobilfunks (5G); Änderung der NISV vom 17. April 2019).

Was macht die Abteilung für Umwelt?

Reicht ein Mobilfunkbetreiber ein Gesuch für eine 5G-Anlage ein, hat die AfU dieses Gesuch von Amtes wegen zu prüfen. Sie tut dies in Ermangelung der Bundes-Vollzugshilfen auf der Grundlage des geltenden Rechts. Nach § 26 EG UWR haben die Mobilfunkbetreiber gemeinsam mit den Standort-Gemeinden den am besten geeigneten Standort für eine Mobilfunkantenne zu suchen. Die Standort-Evaluation wird in einem Bericht darge-

stellt und den Baugesuchsunterlagen beigelegt. Baugesuche ohne Standort-evaluation werden von der AfU zurückgewiesen.

Bis die Vollzugshilfe des Bundes ausgearbeitet ist, beurteilt die AfU adaptive Antennen mit einem Worst-case-Szenario. Die Strahlung wird wie bei konventionellen Antennen nach der maximalen Leistung beurteilt. Bei den von den Betreibern eingereichten Standortdatenblättern wird das Beamforming mit der maximal zulässigen Sendeleistung und dem maximalen Antennengewinn pro Senderichtung in einem sogenannten umhüllenden Antennendiagramm dargestellt. Dadurch gewährleisten die Betreiber, dass die massgeblichen Grenzwerte unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Sendeleistung einer adaptiven Antenne in eine bestimmte Richtung zu jedem Zeitpunkt eingehalten werden.

EG UWR §26 Antennenstandorte

Der am besten geeignete Standort von Antennen, die den bundesrechtlichen Vorschriften über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung unterstehen, ist gestützt auf eine Abwägung der Interessen der Betreiberinnen beziehungsweise der Betreiber und der Standortgemeinde sowie gegebenenfalls betroffener Nachbargemeinden zu wählen. Die Interessenabwägung berücksichtigt insbesondere Aspekte des Landschafts- und des Ortsbildschutzes sowie der Siedlungsentwicklung.

EG UWR: Einführungsgesetz zur Bundesgesetzgebung über den Schutz von Umwelt und Gewässern

Sind alle umweltrechtlichen Anforderungen eingehalten, erteilt die AfU ihre Zustimmung mit Auflagen. Nach Inbetriebnahme der Antenne hat der Betreiber durch ein zertifiziertes Büro eine Abnahmemessung nach dem Stand der Technik durchzuführen. Änderungen im Sinne der NISV von Mobilfunkanlagen führen nicht in jedem Fall zu einer nennenswerten Erhöhung der elektrischen Feldstärke. Um unverhältnismässigen administrativen Aufwand zu vermeiden, hat die Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) 2013 (Aktualisierung 2019) Kriterien definiert, bei deren Einhaltung auf ein (ordentliches) Baubewilligungsverfahren verzichtet werden kann (Bagatelländerungsverfahren). Bei einer bestehenden Antenne können Sendeleistungen innerhalb der einzelnen Frequenzbänder umverteilt werden, wenn folgende Kriterien eingehalten werden:

- An Orten mit empfindlicher Nutzung, an denen der Anlagegrenzwert vor der Änderung im massgebenden Betriebszustand bereits zu mehr als 50 Prozent ausgeschöpft war, nehmen die berechneten elektrischen Feldstärken nicht zu.

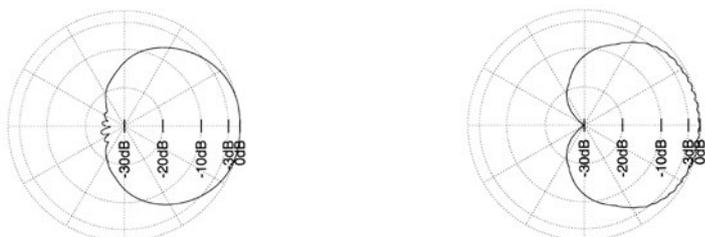
- An den übrigen Orten mit empfindlicher Nutzung liegen die berechneten elektrischen Feldstärken im massgebenden Zustand mindestens 50 Prozent unter dem Anlagegrenzwert und nehmen im Vergleich zur vorherigen Situation um weniger als 0,5 Volt pro Meter zu.

Die AfU prüft die Gesuche. Sind die Bagatelländerungskriterien eingehalten, stimmt sie der Leistungsumverteilung zu. Die Betreiber und die Standortgemeinde werden per E-Mail informiert.

Was machen die Gemeinden?

Die Gemeinden sind im Kanton Aargau die abschliessenden Baubewilligungsbehörden. Sie begleiten zudem die Mobilfunkanbieter in der Evaluation neuer Mobilfunkstandorte (Standortevaluation nach §26 EG UWR).

Sind Bauvorhaben für neue Mobilfunkanlagen zonenkonform, sämtliche umweltschutzrechtlichen Anforderungen und Grenzwerte eingehalten, liegen keine besseren Standorte vor und stehen dem Vorhaben auch sonst keine überwiegenden Interessen entgegen, hat die Gesuchstellerin Anspruch auf die Erteilung der Baubewilligung.



Antennendiagramme: Dargestellt wird die horizontale Abstrahlung. Die höchste Strahlenbelastung wird mit der durchgehenden Linie markiert (0 dB). Links das Antennendiagramm einer konventionellen Antenne bei 700 Megahertz, rechts das Antennendiagramm einer adaptiven Antenne bei 3500 Megahertz. Die Ausfransungen rechts stellen die einzelnen Beams mit der höchsten Leistung in diese Richtung dar. *Quelle: Swisscom*

Wie geht es weiter?

Der Bericht der Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung ist zwar sehr informativ, für den täglichen Vollzug der NISV enthält er allerdings keine neuen Informationen. Nach wie vor fehlen praxistaugliche 5G-Ausführungsbestimmungen des Bundes.

Angesichts der grossen Verunsicherung in der Bevölkerung würde es die AfU begrüssen, wenn das BAFU die Ausführungsbestimmungen erst dann publiziert, wenn ein klug durchdachtes und auf den Vollzug der Kantone abgestimmtes Gesamtpaket vorliegt. Sollte der Bund dereinst weitere Frequenzbänder versteigern wollen, empfiehlt es sich, mit der Vergabe der Frequenzen so lang zu warten, bis sämtliche Grundlagendokumente (Verordnung, Vollzugs- und Messempfehlung) bereitstehen.

Bis die Ausführungsbestimmungen des Bundes vorliegen, beurteilt die AfU Gesuche für 5G-Mobilfunkanlagen auf der Grundlage der aktuellen NISV – das heisst: Adaptive Antennen werden in einem Worst-case-Szenario als konventionelle betrachtet.

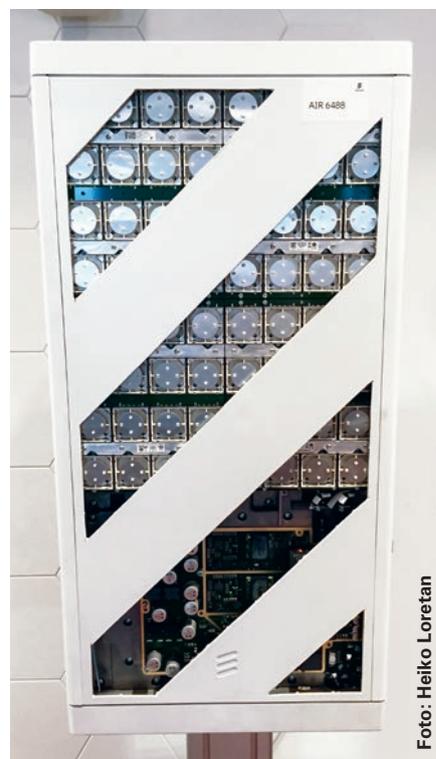


Foto: Heiko Loretan

Nahaufnahme einer adaptiven Antenne, bestehend aus einem Antennenfeld von 8 mal 8 Einzelantennen. Die Abdeckung der Antenne ist teilweise entfernt.