



G.-Nr. R3.2021.00173  
BRGE III Nr. 0038/2022

**Entscheid vom 16. März 2022**

Mitwirkende      Abteilungspräsident Felix Müller, Baurichterin Marlen Patt, Baurichter Martin Farner, Gerichtsschreiber Paul Wegmann

in Sachen        **Rekurrenten**  
                    1. RL, [...]  
                    2. HS, [...]  
                    beide vertreten durch [...]

gegen             **Rekursgegnerschaft**  
                    1. Baubehörde X, [...]  
                    2. Y AG, [...]  
                    Nr. 2 vertreten durch [...]

betreffend        Beschluss der Baubehörde X vom 7. September 2021; Baubewilligung für  
                    Neubau Mobilfunkantennenanlage, [...]

---

## **hat sich ergeben:**

### **A.**

Mit Beschluss vom 7. September 2021 erteilte die Baubehörde X der Y AG die Bewilligung für den Neubau einer Mobilfunk-Antennenanlage auf dem Gebäude Vers.-Nr. 1 auf dem Grundstück Kat.-Nr. 1 an der R.-Strasse 4 in X.

### **B.**

Mit gemeinsamer Eingabe vom 6. Oktober 2021 erhoben RL und HS fristgerecht Rekurs an das Baurekursgericht des Kantons Zürich und beantragten unter Kosten- und Entschädigungsfolgen zulasten der Rekursgegnerschaft, der angefochtene Beschluss sei aufzuheben, eventualiter sei er mit folgender Auflage zu ergänzen: "Die adaptive Antennen im Sinne von Anhang 1 Ziffer 62 Abs. 6 NISV dürfen nicht mit einem Korrekturfaktor betrieben werden." Weiter stellten die Rekurrenten die Verfahrensanhträge, die Rekursgegnerin sei zu verpflichten, Belege für ein funktionierendes Qualitätssicherungssystem, insbesondere in Bezug auf adaptive Antennen, einzureichen (Antrag Ziff. 4) und es sei ein Amtsbericht oder ein unabhängiges Gutachten einzuholen zu den Fragen, ob bei adaptiven Antennen bereits Abnahmemessungen durchgeführt werden können und ob bereits erfolgte Abnahmemessungen von in Betrieb genommenen Anlagen den im Standortdatenblatt prognostizierten Werten entsprechen (Antrag Ziff. 5).

### **C.**

Mit Präsidialverfügung vom 8. Oktober 2021 wurde vom Rekurseingang Vormerk genommen und das Vernehmlassungsverfahren eröffnet.

### **D.**

Mit Vernehmlassung vom 2. November 2021 beantragte die Vorinstanz, der Rekurs sei abzuweisen. Die private Rekursgegnerin beantragte mit Eingabe vom 11. November 2021 ebenfalls die Abweisung des Rekurses, unter Kosten- und Entschädigungsfolge zulasten der Rekurrenten. Zudem beantragte

sie, der Eventualantrag, die Verfahrensanträge sowie sämtliche weiteren Anträge seien abzuweisen, soweit darauf einzutreten sei.

**E.**

Mit Replik vom 6. Dezember 2021 und Duplik vom 10. Januar 2022 hielten die Rekurrenten und die private Rekursgegnerin an ihren Anträgen fest. Die Vorinstanz verzichtete stillschweigend auf Einreichung einer Duplik.

**F.**

Auf die Vorbringen der Parteien wird, soweit zur Entscheidbegründung erforderlich, in den nachfolgenden Erwägungen Bezug genommen.

**Es kommt in Betracht:**

**1.**

Die Rekurrenten sind Eigentümer von Liegenschaften (Kat.-Nrn. 2 und 3), die sich im Einspracheperimeter der streitbetroffenen Mobilfunk-Antennenanlage befinden (vgl. act. 9.8 S. 5). Sie sind daher gemäss § 338a des Planungs- und Baugesetzes (PBG) zur Rekuserhebung legitimiert. Da auch die übrigen Prozessvoraussetzungen erfüllt sind, ist auf den Rekurs einzutreten.

**2.**

Das Baugrundstück liegt in der Gewerbezone G3b gemäss BZO der Gemeinde X. Geplant ist, auf dem Dach des auf der Bauparzelle befindlichen Gebäudes eine Mobilfunk-Antennenanlage zu erstellen. Die einzelnen Antennenmodule sollen auf den Frequenzbändern 700-900, 1'800-2'600 und 3'600 MHz und in den Azimuten (Abweichungen in Grad von Nord) von 125°, 235° und 345° senden.

### 3.1

Die Rekurrenten rügen diverse Verstösse gegen immissionsrechtliche Vorschriften. Bevor im Einzelnen auf die Rügen eingegangen wird, ist zunächst grundlegend Folgendes festzuhalten:

Der Schutz der Umwelt vor nichtionisierender elektromagnetischer Strahlung wird im Umweltschutzgesetz (USG) sowie in der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) geregelt. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) konkretisierte die NISV mit Vollzugsempfehlungen (Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, Vollzugsempfehlung zur NISV, BUWAL/BAFU, Bern 2002 [Vollzugsempfehlung zur NISV]) und diversen diesbezüglichen Nachträgen (zuletzt mit dem Nachtrag vom 23. Februar 2021 betreffend adaptive Antennen [Bundesamt für Umwelt BAFU, Adaptive Antennen, Nachtrag vom 23. Februar 2021 zur Vollzugsempfehlung zur NISV, im Folgenden: Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV]).

Die NISV regelt die Begrenzung von nieder- und hochfrequenten Strahlenemissionen, welche durch den Betrieb ortsfester Anlagen wie z.B. Mobilfunk-Basisstationen erzeugt werden (Art. 2 Abs. 1 lit. a NISV). Es wurden, wie im genannten Bundesgesetz vorgeschrieben, Immissionsgrenzwerte und in Umsetzung des gesetzlichen Vorsorgeprinzips zudem Anlagegrenzwerte festgelegt. Der NISV liegt das Konzept der technologieunabhängigen Festlegung von Immissions- und Anlagegrenzwerten zugrunde. Es wird nicht nach der Technologie bzw. dem Funkdienst unterschieden, sondern es gelten je nach Sendeleistung der Anlage und Frequenz unterschiedliche Grenzwerte (vgl. Benjamin Wittwer, Bewilligungen von Mobilfunkanlagen, 2. Aufl., Zürich 2008, S. 55). Die entsprechenden Grenzwerte sind damit von allen Mobilfunkanlagen mit einer Gesamtstrahlungsleistung von über  $6 W_{ERP}$  – und vorliegend mithin von sämtlichen geplanten Antennen – zwingend einzuhalten (Anhang 1 Ziffer 61 NISV).

Für die Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte gilt gemäss Anhang 1 Ziffer 63 Abs. 1 NISV als massgebender Betriebszustand der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung. Mit der per 1. Juni 2019 in Kraft getretenen Fassung der NISV wurde diese Bestimmung dahingehend ergänzt, dass bei adaptiven Antennen die Variabilität der Senderrichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt wird, was in der seit 1.

Januar 2022 geltenden Fassung der NISV näher präzisiert wurde (Zulässigkeit der Anwendung eines Korrekturfaktors  $K_{AA}$  bei gleichzeitiger Ausstattung mit einer automatischen Leistungsbegrenzung gemäss Anhang 1 Ziff. 63 Abs. 2 und 3 NISV [vgl. dazu E. 4.2]). Sendeantennen sind in diesem Sinne adaptiv, wenn sie so betrieben werden, dass ihre Senderichtung oder ihr Antennendiagramm automatisch in kurzen zeitlichen Abständen angepasst wird (Anhang 1 Ziffer 62 Abs. 6 NISV).

### 3.2

Die Immissionsgrenzwerte (IGW) gelten an allen Orten, wo sich Menschen normalerweise aufhalten können. Dies jedoch nicht permanent, sondern jeweils nur für kürzere Dauer (OKA; Art. 13 Abs. 1 NISV). Das gilt beispielsweise für Passanten auf Strassen oder bei einem Aufenthalt in Lagerräumen. Die Immissionsgrenzwerte basieren auf den Empfehlungen bzw. Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowie weiterer Fachgremien.

Die Anlagegrenzwerte (AGW) gehen erheblich über den Schutzzumfang der Immissionsgrenzwerte hinaus. Sie verlangen in Konkretisierung der Bestimmung von Art. 4 Abs. 1 NISV über die vorsorgliche Emissionsbegrenzung an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN), welche in Art. 3 Abs. 3 NISV definiert werden, durchschnittlich um den Faktor 10 tiefere elektrische Feldstärken. Als OMEN gelten nach dieser Bestimmung insbesondere Räume in Gebäuden, in denen sich Menschen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (Wohn- und Schlafräume, permanente Arbeitsplätze etc.) oder raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze. Die Anlagegrenzwerte bewegen sich frequenzabhängig im Bereich zwischen 4 und 6 V/m. Für die hier in Frage stehenden Basisstationen, die in den erwähnten Frequenzbereichen 700-900, 1'800-2'600 und 3'600 MHz senden sollen, gilt gemäss Ziffer 64 lit. c Anhang 1 NISV ein maximal zulässiger Anlagegrenzwert von 5 V/m.

### 4.1

Die Rekurrenten machen geltend, mit dem Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV wolle das BAFU eine Privilegierung adaptiver Antennen einführen, indem ein Korrekturfaktor und eine über sechs Minuten gemittelte Sendeleistung zur Anwendung gelangen dürften (vgl. dazu näher E. 4.2). Dies führe zu extremen, kurzzeitigen Leistungsspitzen vom x-fachen des geltenden

AGW, wobei sich im vorliegenden Fall - mit 16 Sub-Arrays pro adaptiver Sendeanenne - die im Standortdatenblatt angegebene Leistung verfünffachen dürfte. Eine derart massive Privilegierung lasse sich mit der spezifischen Sendecharakteristik adaptiver Antennen nicht rechtfertigen. Der vorsorgliche AGW stelle einen zu jeder Zeit einzuhaltenden Maximalwert dar, da für die biologischen Effekte die effektive elektrische Feldstärke relevant sei. Die Idee des Korrekturfaktors und der zeitlichen Mittelung höhle den Gesundheitsschutz weiter aus und verletze das Vorsorgeprinzip zusätzlich, obwohl gestützt auf den Stand der Wissenschaft der AGW im Gegenteil deutlich zu reduzieren wäre. Falsch sei auch die Einführung einer derartigen Privilegierung auf Stufe Vollzugshilfe; vielmehr hätte diese auf Stufe der NISV oder gar im USG selbst erfolgen müssen.

In der Replik wird ergänzend ausgeführt, entgegen der Darstellung der privaten Rekursgegnerin, wonach die maximale Sendeleistung gleichzeitig nur in eine Richtung abgestrahlt werden könne, sei für die entsprechenden technischen Möglichkeiten der Antenne die thermische Belastungsgrenze, d.h. die Ausgangsleistung oder die einzelne Transmitterelement-Leistung, bei deren Überschreitung die Gefahr der Überhitzung bestehe, massgeblich. Da vorliegend die adaptiven Antennen mit  $150 W_{ERP}$  senden sollten, während die maximal mögliche Sendeleistung rund  $30'000 W_{ERP}$  betrage, sei es problemlos möglich bzw. naheliegend, dass diese Antennen in der Hauptsendrichtung mit  $150 W_{ERP}$  senden und gleichzeitig weitere Bereiche rundherum versorgen würden. Entgegen dem Bericht des Bundesamts für Kommunikation (BAKOM) "Testkonzession und Messungen adaptive Antennen" vom 24. September 2020, werde die bewilligte Sendeleistung, bei der es sich um ein rechnerisches Produkt aus Ausgangsleistung und Antennengewinn handle, nicht auf die einzelnen Beams aufgeteilt. Soweit das Antennendiagramm nichts anderes vorgebe und die thermische Belastbarkeitsgrenze nicht erreicht sei, könne und dürfe diese bewilligte Sendeleistung in jede Richtung abgegeben werden. Eine Aufteilung wäre nur dann notwendig, wenn anstelle der Sendeleistung die maximale Ausgangsleistung Teil der Bewilligung wäre, was jedoch nicht der Fall sei. Entsprechend beruhe die Privilegierung adaptiver Antennen auf falschen Prämissen. Weiter bringen die Rekurrenten vor, es sei unzutreffend, dass die "kurzfristigen" Leistungsspitzen, die den Nominalwert des AGW übersteigen dürften, keine relevanten Auswirkungen auf die Exposition bei den OMEN zur Folge hätten. Vielmehr gebe es deutliche Hinweise aus Wissenschaft und Medizin, wonach stark gepulste, modulierte

und variable Strahlung beträchtlich gefährlicher sei als konstante Strahlung, so dass sich bei adaptiven Antennen die bereits bekannten Risiken nochmals deutlich verschärfen würden. Daran ändere auch die automatische Leistungsbegrenzung nichts. Im Übrigen verkenne das BAFU, dass bei den biologischen - im Gegensatz zu den thermischen - Effekten nicht die Durchschnittswerte, sondern die Spitzenwerte ausschlaggebend seien. Falsch sei auch der Hinweis des BAFU, wonach eine Sicherheitsmarge bestehe, da die mit Korrekturfaktor erreichten Feldstärken immer noch deutlich unterhalb des IGW seien; da die IGW nachweislich nicht vor biologischen Effekten schützen würden, handle es sich hierbei um einen Trugschluss. Insgesamt ergebe sich, dass mit der Einführung eines Korrekturfaktors das Schutzniveau deutlich gesenkt werde. Auch würden für die Einführung des Korrekturfaktors nachvollziehbare wissenschaftliche Erläuterungen fehlen; es seien ausschliesslich technische Aspekte in Betracht gezogen worden. Schliesslich machen die Rekurrenten geltend, das BAFU verkenne einmal mehr die Relevanz der von adaptiven Antennen gezielt genutzten Reflexionen. Die im Rahmen der automatischen Leistungsbegrenzung vorgesehene Mittelung beziehe sich auf jedes Antennen-Panel einzeln. Da sich die Senderichtungen der drei Antennen-Panel horizontal überschneiden würden, könnten an einem OMEN die Grenzwerte auch im 6-Minuten-Mittel (ständig) überschritten werden.

## 4.2

Wie erwähnt gilt für Mobilfunk-Antennenanlagen gemäss Anhang 1 Ziffer 63 Abs. 1 NISV als massgebender Betriebszustand der maximale Gesprächs- und Datenverkehr bei maximaler Sendeleistung. Bei adaptiven Antennen wird die Variabilität der Senderichtungen und der Antennendiagramme berücksichtigt: Schon vor dem Inkrafttreten der neusten Änderung der NISV per 1. Januar 2022 enthielt der Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, der auf Mobilfunksendeanlagen mit adaptiv betriebenen Antennen, die mit Frequenzen bis 6 GHz senden, anwendbar ist, technische Empfehlungen für die Beurteilung adaptiver Antennen in Bezug auf ihre Konformität mit der NISV. Darin wird insbesondere das Vorgehen für die Berücksichtigung der besagten Variabilität von Senderichtung und Antennendiagramm adaptiver Antennen beschrieben. Hierzu wird im Wesentlichen vorgesehen, dass auf die maximale Sendeleistung  $ERP_{\max, n}$  einer adaptiven Antenne  $(n)$  (die  $ERP_{\max}$  entspricht der totalen Eingangsleistung multipliziert mit dem maximalen Antennengewinn) ein Korrekturfaktor  $K_{AA}$  angewendet werden kann (Nachtrag zur

Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 8). Die massgebende Sendeleistung  $ERP_n$  einer adaptiven Antenne ( $n$ ) wird bei der Anwendung eines Korrekturfaktors definiert als  $ERP_{(n)} = K_{AA} \times ERP_{max, n}$  (Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 10). Voraussetzung für die Anwendung des Korrekturfaktors für adaptive Antennen ist, dass diese mit einer automatischen Leistungsbegrenzung ausgestattet sind, welche sicherstellt, dass die über einen Zeitraum von 6 Minuten gemittelte Sendeleistung die bewilligte Sendeleistung  $ERP_n$  nicht überschreitet (Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 8, 10). Wenn keine automatische Leistungsbegrenzung für die adaptive Antenne vorhanden ist und bei nicht adaptiven Antennen sowie bei adaptiven Antennen mit weniger als 8 separat ansteuerbaren Antenneneinheiten (Sub-Arrays), darf der Korrekturfaktor nicht geltend gemacht werden, d.h. der Korrekturfaktor beträgt in diesem Fall 1 (resp. 0 dB) (Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 9).

Die genannten Vorgaben sind mit der per 1. Januar 2022 in Kraft getretenen Änderung der NISV in deren Anhang 1 Ziff. 63 Abs. 2 und 3 übernommen worden (vgl. auch die Erläuterungen des BAFU vom 17. Dezember 2021 zur Änderung der NISV [im Folgenden: Erläuterungen zur Änderung der NISV]). Danach kann gemäss Abs. 2 bei adaptiven Antennen mit 8 oder mehr separat ansteuerbaren Antenneneinheiten (Sub-Arrays) auf die maximale ERP ein Korrekturfaktor  $K_{AA}$  angewendet werden, wenn die Sendantennen mit einer automatischen Leistungsbegrenzung ausgestattet werden, wobei diese sicherstellen muss, dass im Betrieb die über 6 Minuten gemittelte ERP die korrigierte ERP nicht überschreitet. Abs. 3 listet sodann die nach Anzahl Sub-Arrays differenzierten Korrekturfaktoren auf.

#### **4.3.1**

Mit der Übernahme bestimmter Elemente des Nachtrags zur Vollzugsempfehlung zur NISV in die NISV selbst entfällt zunächst das rekurrentische Argument, wonach die Einführung eines Korrekturfaktors auf der falschen Normstufe erfolgt sei. Dabei erweist sich die Regelung in der NISV ohne Weiteres als sachgerecht und ist insbesondere eine entsprechende Festlegung im übergeordneten USG nicht erforderlich, handelt es sich doch um eine Spezifizierung des massgebenden Betriebszustands, der seinerseits für die Bestimmung der Einhaltung des Anlagegrenzwerts relevant ist. Nachdem schon bisher sowohl die Umschreibung des massgebenden Betriebszustands als auch die konkrete Festlegung der Anlagegrenzwerte in der NISV

(und nicht im USG) erfolgt sind, ist nicht ersichtlich, weshalb Spezifizierungen der genannten Parameter nicht ebenfalls durch den Ordnungsgeber vorgenommen werden könnten. Was im Speziellen die im Rahmen der automatischen Leistungsbegrenzung vorgesehene Möglichkeit einer für die Einhaltung der bewilligten Sendeleistung massgeblichen 6-Minuten-Mittelung anbelangt, so wird wie erwähnt neu auch diese in der NISV selbst statuiert, was ebenfalls stufengerecht ist, nachdem bezüglich der in Anhang 2 der NISV geregelten IGW für bestimmte - und dabei insbesondere auch die vorliegend relevanten - Frequenzbereiche schon bis anhin eine Mittelungsdauer (von ebenfalls 6 Minuten) vorgesehen war. Unbehelflich ist in diesem Zusammenhang auch der rekurrentische Hinweis, wonach sich den vom 23. Februar 2021 datierenden Erläuterungen des BAFU zu adaptiven Antennen und deren Beurteilung gemäss der NISV (nachfolgend: Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV) entnehmen lasse, dass im Zusammenhang mit dem sogenannten TDD-Betrieb eine Mittelung über 1/50 Sekunde gebildet werde. Ganz abgesehen davon, dass sich der entsprechenden Passage der Erläuterungen (vgl. S. 22 ff.) die genannte Dauer nicht entnehmen lässt, handelt es sich bei der Berücksichtigung des Time Division Duplexing (TDD) darum, dass Downlink und Uplink auf der gleichen Frequenz, aber zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen (a.a.O., S. 4), weshalb bei Bestimmung der massgebenden Sendeleistung das Verhältnis der Sendedauer (entsprechend der für den Downlink vorgesehenen Zeitspanne) innerhalb einer Periode zur gesamten Periodendauer berücksichtigt werden darf (vgl. zu diesem sogenannten Duty Cycle a.a.O., S. 24). Da Grund für die damit verbundene Mittelung ein anderer Aspekt ist als der bei Mittelung im Rahmen der automatischen Leistungsbegrenzung bei Anwendung eines Korrekturfaktors, lässt sich aus der Periodendauer im Kontext des TDD-Betriebs nichts bezüglich des zulässigen Zeitintervalls der Mittelung im Rahmen der automatischen Leistungsbegrenzung ableiten, so dass sich daraus schon für die entsprechende Festlegung im Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV und erst recht für die nun erfolgte Festlegung in der NISV selbst keine Einschränkungen ergaben. Im Sinne eines Zwischenergebnisses lässt sich somit festhalten, dass das rekurrentische Vorbringen, wonach die NISV "hinsichtlich der Einführung von adaptiven Antennen" verfassungswidrig sei, da sich die Grundzüge der Privilegierung der Verordnung selbst entnehmen lassen müssten, jedenfalls nach Anpassung der NISV per 1. Januar 2022 unbegründet ist. Dass insoweit das im Zeitpunkt des Rekurrent-

scheids geltende Recht zur Anwendung gelangen muss, ergibt sich namentlich daraus, dass die vorliegend urteilende Instanz zur vollen Sachverhalts- und Rechtskontrolle befugt ist, dass sich bei - hypothetischer - Unzulässigkeit, einen Korrekturfaktor lediglich mittels Vollzugsempfehlung einzuführen, das geänderte Recht für die Bauherrschaft als milder erweisen würde und dass es überdies prozessökonomisch unsinnig erschiene, eine erteilte Bewilligung aufzuheben, wenn zugleich davon ausgegangen würde, nach dem mittlerweile in Kraft stehenden Recht sei deren Erteilung nunmehr möglich (vgl. zu diesen Grundsätzen Marco Donatsch, in: Kommentar VRG, 3. Aufl., Zürich/Basel/Genf 2014, § 20a Rz. 23 ff., insb. Rz. 30 und 32).

#### **4.3.2**

Was sodann das rekurrentische Argument anbelangt, wonach die Einführung eines Korrekturfaktors auf falschen Prämissen beruhe, da nicht zwingend eine Aufteilung der maximalen Sendeleistung erfolge, sondern diese gleichzeitig in mehrere Richtungen abgegeben werden könne, so ist dazu Folgendes festzuhalten:

Gemäss dem Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV soll mit der Einführung eines Korrekturfaktors dem Umstand Rechnung getragen werden, dass adaptive Antennen nicht gleichzeitig in alle Richtungen die maximal mögliche Sendeleistung abstrahlen können - was einem "worst case"-Szenario entsprechen würde -, sondern dass in der Realität die Sendeleistung für Signale, die in verschiedene Richtungen abgestrahlt werden, aufgeteilt wird (Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 8). In den zugehörigen Erläuterungen wird sodann ausgeführt, aufgrund der Tatsache, dass adaptive Antennen das Signal tendenziell in Richtung der Nutzerin oder des Nutzers bzw. des Mobilfunkgerätes fokussieren und es in andere Richtungen reduzieren würden, ergebe sich eine andere Verteilung der elektrischen Feldstärke im Raum als bei konventionellen Antennen (Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 15). Aufgrund verschiedener im Einzelnen referierten Simulationsstudien, theoretischen Betrachtungen und Messstudien sowie gestützt auf Messungen und Simulationen des BAKOM habe sich ergeben, dass die über 6 Minuten gemittelten Sendeleistungen von adaptiven Antennen je nach Szenario in einem Bereich zwischen rund 1 % (0.01 bzw. -20 dB) und 50 % (0.5 bzw. -3 dB) der theoretischen Maximalleistung, bezüglich 8x8-Array-Antennen meist zwischen rund 10 % (0.1 bzw. -10 dB) und 32 % (0.32 bzw. -5 dB) liegen würden. Auch zeige sich

in den Studien, dass der Unterschied zwischen der ermittelten und der theoretisch maximalen Sendeleistung von der Antennengrösse im Sinne der Anzahl unabhängig ansteuerbarer Antenneneinheiten abhängt, woraus ein nach Massgabe der Anzahl Sub-Arrays abgestufter Korrekturfaktor abgeleitet worden sei (a.a.O., S. 15 ff., insb. S. 20). In Übereinstimmung mit diesen Ausführungen halten die Erläuterungen zur - per 1. Januar 2022 in Kraft getretenen - Änderung der NISV fest, dank der Fähigkeit von adaptiven Antennen, die Strahlung gezielt dorthin zu senden, wo sich das verbundene Mobiltelefon befindet (beamforming), liege die Strahlungsexposition in der von der Antenne versorgten Funkzelle im Durchschnitt tiefer als bei konventionellen Antennen. Die der "worst case"-Betrachtung zugrundeliegende Annahme, dass für jede Senderichtung gleichzeitig die maximale Sendeleistung abgestrahlt werde, treffe in der Realität nicht zu; sende eine adaptive Antenne zur selben Zeit Daten in mehrere Richtungen, dann werde die Sendeleistung, die der Antenne zur Verfügung stehe, auf die verschiedenen Senderichtungen aufgeteilt. Der zur Vermeidung einer strengeren Beurteilung adaptiver Antennen anwendbare Korrekturfaktor beruhe auf wissenschaftlichen statistischen Studien und Messungen und stelle sicher, dass die massgebende (korrigierte) Sendeleistung die realistisch auftretenden Maximalleistungen der adaptiven Antenne - über die nur seltene Leistungsspitzen hinausgehen würden - abbilde (vgl. zum Ganzen Erläuterungen zur Änderung der NISV, insb. S. 4 und 8; vgl. im Übrigen auch den Bericht Testkonzession des BAKOM, S. 44, wonach zwar die Herleitung einer statistischen Verteilung beim in naher Zukunft von allen Anlagen verwendeten Reziproken Beamforming - mit fortlaufend neuer Berechnung der Beams - schwierig werde, was aber durch die Power-Lock-Funktion [vgl. zu dieser E. 4.3.3] ausgeglichen werden könne).

Festzuhalten ist damit zunächst, dass für die Einführung und konkrete Ausgestaltung eines Korrekturfaktors verschiedene (wenngleich zum Teil verknüpfte) Aspekte adaptiver Antennen ausschlaggebend waren, namentlich die Fokussierung in Richtung der Nutzer, die Aufteilung der Sendeleistung sowie die regelmässige Unterschreitung der an sich möglichen Maximalleistung (vgl. auch den im Bericht des BAKOM "Testkonzession und Messungen adaptive Antennen" vom 24. September 2020 [im Folgenden: Bericht Testkonzession des BAKOM], S. 1, bezogen auf den 5G-Standard [vgl. zum Verhältnis von 5G und Adaptivität S. 2 der Erläuterungen zum Nachtrag zur Voll-

zugsempfehlung zur NISV] aufgeführten Hinweis, wonach der heutige Beurteilungswert deutlich über der effektiven Feldstärke liege, da eine Aussendung vorliege, die aus sehr kurzen Datenpaketen bestehe, auf welche anschliessend lange Sendepausen folgten [vgl. zur Einschaltdauer der Beams auch Bericht Testkonzession des BAKOM, S. 6]). Die von den Rekurrenten in diesem Zusammenhang spezifisch gerügte Annahme einer Aufteilung der Sendeleistung auf mehrere gleichzeitig versorgte Senderichtungen wird sodann insbesondere im genannten Bericht des BAKOM zunächst theoretisch begründet: So heisst es im genannten Bericht, die "Beamforming-Antennen" bestünden aus einer Anordnung von einzelnen Transmitterelementen, die jeweils mit einer maximalen Element-Sendeleistung, welche durch die thermische Belastbarkeit vorgegeben werde, abstrahlen könnten. Würden alle Transmitterelemente so angesteuert, dass nur ein Beam entstehe, ergebe die Summe aller Element-Sendeleistungen die maximale Sendeleistung (und diese multipliziert mit dem Antennengewinn die ERP). Bei Aussendung mehrerer Beams würden diese jeweils über eine bestimmte Anzahl Transmitterelemente ausgesendet, womit eine Beam-Sendeleistung aus der Summe der Sendeleistung der jeweils involvierten Anzahl Transmitterelemente gebildet werde. Da bei den allermeisten Anlagen die Sendeleistung der Antenne durch die Bewilligung auf einen bestimmten Wert limitiert sei, werde die bewilligte Sendeleistung auf die Transmitterelemente und damit auch auf die einzelnen Beams aufgeteilt (Bericht Testkonzession des BAKOM, S. 5 f.). Diese Einschätzung hat sich sodann im Rahmen der Überprüfung durch entsprechende Messungen bestätigt (vgl. a.a.O., S. 23 und 43, wonach die durchgeführten Messungen zeigen würden, dass die gesamte Sendeleistung auf die aktuell vorhandenen Beams aufgeteilt werde, so dass bei mehreren gleichzeitigen Beams diese weniger Sendeleistung zur Verfügung hätten; vgl. hierzu auch Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 17 ff.). Die referierte Herleitung des BAKOM ist nachvollziehbar und erweist sich, namentlich auch mit Blick auf die Bestätigung mittels entsprechender Messungen, als überzeugend. Das rekurrentische Vorbringen ist nicht geeignet, die entsprechenden Nachweise in Frage zu stellen, zumal die dafür verwendete Differenzierung, wonach eine Aufteilung nur bei - in der Bewilligung enthaltener - Beschränkung der "Ausgangsleistung" erforderlich wäre, in der NISV, welche in Art. 3 Abs. 9 die äquivalente Strahlungsleistung (ERP) als "die einer Antenne zugeführte Sendeleistung, multipliziert mit dem Antennengewinn in Hauptstrahlrichtung, bezogen auf den Halbwellendipol" umschreibt, keine Stütze findet, da mit dieser Definition die Eingangsleistung

(vgl. zur Terminologie S. 8 des Nachtrags zur Vollzugsempfehlung zur NISV) von dem mittels Bewilligung festgelegten Parameter (mithin der ERP) indirekt miterfasst wird.

### 4.3.3

Wie erwähnt erachten die Rekurrenten die Anwendung eines Korrekturfaktors auch unter dem Titel des Vorsorgeprinzips (vgl. zu diesem im Allgemeinen E. 8) als unzulässig, wobei daran auch die automatische Leistungsbegrenzung nichts zu ändern vermöge.

Zu letztgenanntem Mechanismus lässt sich den Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugshilfe zur NISV Folgendes entnehmen: Aufgrund der Festlegung des massgeblichen Betriebszustands unter Verwendung eines Korrekturfaktors kann es im tatsächlichen Betrieb vorkommen, dass die massgebende Sendeleistung  $ERP_n$  kurzzeitig überschritten wird (im Maximum bis zur maximal möglichen Sendeleistung  $ERP_{max, n}$ ). Daher setzt die Geltendmachung eines Korrekturfaktors voraus, dass die adaptive Antenne mit einer automatischen Leistungsbegrenzung versehen ist. Hierbei handelt es sich um eine Softwareapplikation auf der Antenne, welche dauernd die in einen Funksektor abgestrahlte Gesamtleistung der adaptiven Antenne detektiert und beim Auftreten kurzzeitiger Leistungsspitzen über der im Standortdatenblatt deklarierten Sendeleistung  $ERP_n$  die Leistung (und damit die zur Verfügung gestellte Kapazität) soweit drosselt, dass die - laufend berechnete - über einen Zeitraum von 6 Minuten gemittelte Sendeleistung die deklarierte Sendeleistung nicht überschreitet (Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugshilfe zur NISV, S. 22). Das Funktionieren dieses auch als Power-Lock-Funktion bezeichneten Mechanismus wurde durch entsprechende Messungen des BAKOM bestätigt (vgl. den Bericht-Nachtrag des BAKOM "Testkonzession und Messungen adaptive Antennen" vom 8. Februar 2021 [im Folgenden: Bericht-Nachtrag Testkonzession des BAKOM], S. 9 f. und 17; vgl. bereits Bericht Testkonzession des BAKOM, S. 26 und 43; vgl. auch den Validierungsbericht zur automatischen Leistungsbegrenzung bei Y vom 8. Juli 2021 [act. 17.4]). Was sodann das maximale Ausmass der möglichen Leistungsspitzen anbelangt, so entspricht der fragliche Wert  $ERP_{max, n}$  der bewilligten Sendeleistung  $ERP_n$  multipliziert mit dem Reziproken des Korrekturfaktors, so dass ausgehend von den in Anhang 1 Ziff. 63 Abs. 3 NISV genannten Korrekturfaktoren (minimal 0,1) höchstens eine Verzehnfachung der Sendeleistung, im vorliegenden Fall (16 Sub-Arrays gemäss Zusatzblatt 2

des Standortdatenblatts [act. 9.8]; Korrekturfaktor von mindestens 0,2) maximal eine Verfünffachung der Sendeleistung möglich ist. Aufgrund des Umstands, dass sich die Leistung proportional zum Quadrat der Spannung bzw. der Feldstärke verhält (vgl. dazu - in anderem Zusammenhang - Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 22 und 24), resultiert maximal eine (kurzfristige) Erhöhung der für die adaptive Antenne berechneten Feldstärke um den Faktor 3,2 bzw. vorliegend um den Faktor 2,2. Da sodann eine Mobilfunk-Antennenanlage regelmässig - und so auch vorliegend - neben adaptiven auch konventionelle Antennen umfasst, erhöht sich die Feldstärke der gesamten Anlage kurzfristig um einen kleineren Faktor (vgl. zum Ganzen Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugshilfe zur NISV, S. 22). Entsprechend halten die Erläuterungen zur Änderung der NISV fest, auch wenn die adaptive Antenne mit Anwendung des Korrekturfaktors in eine einzelne Senderichtung für kurze Zeiträume mehr Leistung abstrahlen könne als mit der erteilten Bewilligung, werde die Langzeitbelastung in der Funkzelle insgesamt nach wie vor tief gehalten und eine Sicherheitsmarge gegenüber den wissenschaftlich konsistent nachgewiesenen Gesundheitsauswirkungen bestehe in vergleichbarem Umfang wie bei konventionellen Antennen (Erläuterungen zur Änderung der NISV, S. 4 f., vgl. auch S. 8).

Was nun die konkreten Vorbringen der Rekurrenten anbelangt, so ist vorab Folgendes festzuhalten: Soweit sich die Rekurrenten generell darauf beziehen, dass bei adaptiven Antennen, deren Abstrahlungsmuster im Gegensatz zu konventionellen Antennen unterschiedliche räumliche Ausprägungen annehmen kann (vgl. dazu Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugshilfe zur NISV, S. 10), der von ihnen als "gepulste, modulierte und variable Strahlung" bezeichnete Effekt auftritt, handelt es sich zunächst um ein mit der Adaptivität als solcher verknüpftes und unabhängig von der Anwendung eines Korrekturfaktors auftretendes Phänomen. Gemäss ständiger Rechtsprechung steht dieses allerdings der Bewilligungsfähigkeit adaptiver Antennen nicht entgegen und erheischt derzeit insbesondere auch keine Verschärfung der in der NISV festgelegten Grenzwerte (vgl. zur Zulässigkeit adaptiver Antennen unter dem Aspekt des Vorsorgeprinzips VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 8). So hat insbesondere auch die durch das BAFU einberufene Beratende Expertengruppe nicht-ionisierende Strahlung (BERENIS, vgl. dazu E. 8.3) im Rahmen ihrer Tätigkeit keine Studie sichten können, aufgrund welcher sie im Hinblick auf die Pulsation der Signale eine Grenzwertanpassung

hätte empfehlen können und müssen. Auch wird in einer neuen Empfehlung der International Commission On Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP) festgehalten, dass keine Belege dafür bestünden, dass kontinuierliche (z.B. sinusförmig) und diskontinuierliche (z.B. gepulste) EMF zu unterschiedlichen biologischen Wirkungen führten (ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields [100 kHz to 300 GHz], publiziert in Health Phys 118[5]: 483-524, 2020, S. 487; <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfg-dl2020.pdf>, zuletzt besucht am 2. März 2022). Soweit die Rekurrenten demgegenüber spezifisch die mit der Anwendung eines Korrekturfaktors einhergehende Möglichkeit einer teilweisen - und innerhalb des 6-minütigen Mittelungsintervalls auszugleichenden - Überschreitung der bewilligten Sendeleistung und damit der korrespondierenden Feldstärken ansprechen, ist vorab darauf hinzuweisen, dass damit die grundlegende Konzeption einer Unterscheidung von AGW und IGW (vgl. E. 3.2) nicht in Frage gestellt wird, da auch die denkbaren maximalen Feldstärken (vgl. zur Quantifizierung vorstehend) um ein Vielfaches tiefer als die im Anhang 2 der NISV festgelegten IGW sind, wobei die entsprechende Beschränkung gerade durch die konkrete Vorgabe eines Korrekturfaktors bestimmter Grösse sichergestellt wird. Entsprechend besteht selbst mit Blick auf die denkbaren Maximalwerte grundsätzlich nach wie vor eine Sicherheitsmarge, mit welcher in Umsetzung des Vorsorgeprinzips der Möglichkeit wissenschaftlich ungesicherter gesundheitlicher Effekte der Mobilfunk-Strahlung Rechnung getragen wird. Entgegen den Rekurrenten liegt diesbezüglich auch kein Trugschluss vor, geht es doch entgegen dem von ihnen zitierten Entscheid No. 20-1025 des United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit in Sachen Environmental Health Trust, et al. v. Federal Communications Commission and United States of America vom 13. August 2021 (abrufbar unter <https://www.fcc.gov/document/dc-circuit-decision-environment-al-health-trust-v-fcc>, zuletzt besucht am 2. März 2022) nicht um eine den IGW inhärente und daher eine allfällige Überschreitung derselben als unproblematisch erscheinen lassende Sicherheitsmarge (vgl. in diesem Sinn a.a.O., S. 19 f.), sondern darum, dass durch die Beibehaltung strengerer AGW selbst mit Blick auf die bei Anwendung eines Korrekturfaktors denkbaren - die AGW überschreitenden - Maximalwerte eine Sicherheitsmarge gegenüber dem Schutzniveau der IGW geschaffen wird. Eine andere Frage ist selbstverständlich, ob aufgrund der konkret gewählten Grössen der Korrekturfaktoren und der damit resultierenden maximal denkbaren Feldstärken eine wirkungsvolle Sicherheitsmarge von vornherein verunmöglicht wird.

Entsprechende Hinweise müssten sich aber entweder darauf beziehen, dass bezüglich allfälliger gesundheitlicher Auswirkungen nicht der gemittelte, sondern der Maximalwert ausschlaggebend ist und zugleich die aufgrund der Korrekturfaktoren ermöglichten Maximalwerte zu hoch sind oder aber dass jedenfalls das gewählte Verhältnis von Maximal- zu Durchschnittswert in Kombination mit der konkret statuierten Mittelungsdauer problematisch erscheint. Wie sogleich im Einzelnen darzulegen ist, lassen sich den seitens der Rekurrenten zitierten Studien keine entsprechenden Hinweise entnehmen. Dass sodann die Festlegung der Korrekturwerte ausschliesslich nach Massgabe bestimmter technischer Gegebenheiten erfolgt wäre, lässt sich entgegen den Rekurrenten nicht sagen, bilden Grundlage der fraglichen Privilegierung adaptiver Antennen doch wie in E. 4.3.2 dargelegt die gerade auch bezüglich gesundheitlicher Auswirkungen relevanten Überlegungen und Messungen zur - bei gleicher bewilligter Sendeleistung - veränderten Verteilung der Feldstärken sowie zum Grad der Ausschöpfung der theoretischen Maximalleistung. Wie vorstehend aufgezeigt, sind denn auch insbesondere in den Erläuterungen zur Änderung der NISV Fragen des Schutzniveaus thematisiert worden. Dass im Übrigen technische und wirtschaftliche Aspekte ebenfalls Berücksichtigung finden, ist im Lichte der Umschreibung des Vorsorgeprinzips in Art. 11 Abs. 2 USG nicht zu beanstanden.

Im Einzelnen sind zu den von den Rekurrenten angeführten Studien die folgenden Hinweise anzubringen: Als hochgradig unspezifisch ("possible impact on health and safety") und insofern wenig aussagekräftig erweist sich zunächst die zitierte Passage der Analyse zuhanden des Europäischen Parlaments "5G Deployment" von April 2019 (act. 17.2). Die angeführte Stelle aus Martin L. Pall, 5G als ernste globale Herausforderung (act. 17.6 S. 21 f.), beschränkt sich auf die Feststellung, wonach gepulste elektromagnetische Felder in den meisten Fällen biologisch aktiver als nicht gepulste Felder seien, ohne selbst Angaben zur Art der Wirkungen bzw. zu deren Gefährlichkeit zu machen. Der Bericht "An Assessment of Illness in U.S. Government Employees and Their Families at Overseas Embassies" der National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2020 (abrufbar unter <https://doi.org/10.17226/25889>, zuletzt besucht am 2. März 2022) fokussiert im einschlägigen Abschnitt (S. 17-20) primär auf eine Beschreibung möglicher Wirkungen von Hochfrequenz-Emissionen und schliesst - ausgehend von der Feststellung, dass zur Quantifizierung biologischer Wirkungen spe-

zifische Experimente erforderlich wären - mit dem stark relativierenden Hinweis: "In the absence of such data, it is difficult to align specific biophysical effects within the potential RF exposure regime that could explain specific medical symptoms reported by DOS personnel and the variability in specific experiences and timelines of individuals" (a.a.O., S. 20). Der im Auftrag des BAFU erstellte Bericht "Beurteilung der Evidenz für biologische Effekte schwacher Hochfrequenzstrahlung von Kerstin Hug et al. (Juni 2014) - der im Übrigen Eingang in den von der Arbeitsgruppe "Mobilfunk und Strahlung" herausgegebenen Bericht Mobilfunk und Strahlung vom 18. November 2019 (vgl. zur in diesem vertretenen Einschätzung E. 8.3) fand - weist im Anschluss an die in der Replik zitierte Passage betreffend modulationsspezifische Effekte ausdrücklich darauf hin, es brauche insoweit ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden biophysikalischen und biologischen Mechanismen, wobei erst dieses Wissen die bestehenden Unsicherheiten der hochfrequenten EMF-Belastung bezüglich möglicher Auswirkungen auf die Gesundheit reduzieren werde (a.a.O., S. 41). Entsprechend wird denn auch in der weiteren Passage, welche die Rekurrenten als Beleg dafür anführen, dass bei den biologischen Effekten die Spitzenwerte ausschlaggebend seien, lediglich festgehalten, bei pulsmodulierten Feldern könnte nur die Spitzenintensität die Schwelle für biologische Reaktionen überschreiten, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen wird, es handle sich hierbei um eine derzeit getestete Hypothese (a.a.O., S. 35), so dass gerade keine klare Aussage im Sinne der Rekurrenten erkennbar ist. Was sodann die zitierte Studie von Dimitris J. Panagopoulos et al., Real versus Simulated Mobile Phone Exposures in Experimental Studies (2015; act. 17.9) anbelangt, so befasst sich diese nicht mit den vorliegend strittigen Fragen, sondern mit den bei Nutzung von Mobiltelefonen für die jeweiligen Nutzer auftretenden Auswirkungen. Im Übrigen ist die Stossrichtung der Studie primär methodologischer Natur, indem sie im Hinblick auf die Durchführung zukünftiger Experimente die Verwendung realer Mobiltelefone bzw. der entsprechenden EMF anstelle simulierter EMF propagiert, womit zwar etwas über die zu berücksichtigenden Parameter, jedoch noch nichts über die resultierenden Effekte auf die menschliche Gesundheit ausgesagt wird. Der weitere zitierte Aufsatz von Panagopoulos, Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields, (2019; act. 5.10) ist jedenfalls soweit die eigene Forschungsarbeit des Autors referiert wird auf Tierexperimente (*Drosophila melanogaster*) bezogen, womit sich von vornherein die Frage der Übertragbarkeit entsprechender Forschungsergebnisse stellt. Soweit

es sich sodann um eine Review anderer Studien handelt und als Ergebnis die verstärkte Berücksichtigung der Variabilität bzw. der Maximal- und Minimalwerte angemahnt wird, ist im Sinne des vorstehend in allgemeiner Weise Festgehaltenen zu bemerken, dass mit dem strittigen Korrekturfaktor gerade ein bestimmtes Verhältnis von maximaler Leistung - und damit maximal möglicher Feldstärke - und Durchschnittswert bestimmt wird, so dass der Aspekt als solcher in die Betrachtung einfliesst, weshalb eine Studie, die lediglich die Relevanz dieses Aspekts hervorhebt, nicht die rekurrentische Argumentation stützt, wonach die konkrete Ausgestaltung der vorgesehenen Korrekturfaktoren problematisch sei. In mit den beiden vorstehend referierten Studien vergleichbarer Weise ist sodann zum Aufsatz von Ronald N. Kostoff et al., Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions (2020, act. 17.10) festzuhalten, dass auch dieser - mit der Betonung der Bedeutung von "real life conditions" - primär eine methodologische Fragestellung aufweist, wobei überdies der Einbezug weiterer Umwelteinflüsse gefordert wird. Im Übrigen ist die Argumentation des Aufsatzes relativ allgemein gehalten und entsprechend eine Anwendung auf konkrete Grenzwerte und spezifische Festlegungen von Korrekturfaktoren kaum möglich. Nichts Weiterführendes ergibt sich sodann aus den Hinweisen auf einen älteren Aufsatz von A.H. Frey, Differential biologic effects of pulsed and continuous electromagnetic fields and mechanisms of effect (1974) und auf eine offenkundig relativ einseitige Stellungnahme von Cindy Sage et al. zuhanden der US-amerikanischen Federal Communications Commission. Was schliesslich den bereits in der Rekurschrift erfolgten Verweis auf die Studie von Esra Neufeld und Niels Kuster, Systematic derivation of safety limits for time-varying 5G radiofrequency exposure based on analytical models and thermal dose (2018, act. 5.12) anbelangt, so lässt sich konstatieren, dass diese sich mit der Bedeutung des Verhältnisses von Spitzenwert und Durchschnittswert befasst und die insoweit seitens der ICNIRP verwendeten Masszahlen als problematisch erachtet, woraus sich allerdings nicht ableiten lässt, dass Gleiches auch für die davon abweichenden Verhältniszahlen gilt, wie sie sich aufgrund der Korrekturfaktoren bei gleichzeitiger 6-Minuten-Mittelung gemäss NISV ergeben. Nicht ersichtlich ist sodann, was die Rekurrenten aus der weiteren zitierten Studie von Sven Kuehn et al., Modelling of Total Exposure in Hypothetical 5G Mobile Networks for Varied Topologies and User Scenarios (2019, act. 5.13) ableiten wollen, befasst sich diese - gemäss dem in den Akten liegenden Auszug - doch primär mit der bezüglich Strahlenbelastung zu konstatierenden Massgeblichkeit der Nutzung eines

Mobiltelefons, unter Hinweis auf die aufgrund von 5G zu erwartende Reduktion.

Zusammengefasst lässt sich somit festhalten, dass sich auch den von den Rekurrenten im Einzelnen referierten wissenschaftlichen Studien keine Hinweise entnehmen lassen, welche die in der NISV umgesetzte Ausgestaltung eines Korrekturfaktors als mit dem Vorsorgeprinzip unvereinbar erscheinen lassen würden. Weder ist aufgrund der angeführten wissenschaftlichen Literatur ersichtlich, dass der Ansatz einer Einhaltung der bisherigen AGW durch den laufend über einen Zeitraum von 6 Minuten gebildeten Mittelwert per se untauglich wäre, indem ausschliesslich oder zumindest überwiegend die Spitzenwerte von Bedeutung wären, noch lässt sich erkennen, dass aufgrund der konkret gewählten Höhe der jeweiligen Korrekturfaktoren zwischenzeitlich Maximalwerte der Sendeleistung und davon abgeleitet der Feldstärken resultieren würden, aufgrund derer die seit 1. Januar 2022 in Kraft stehende Fassung der NISV als nicht mehr mit dem im USG statuierten Vorsorgeprinzip kompatibel zu qualifizieren wäre.

#### **4.3.4**

Wie erwähnt berufen sich die Rekurrenten schliesslich auch darauf, das BAFU habe die Relevanz der von adaptiven Antennen genutzten Reflexionen verkannt. Zu diesem Vorbringen, welches an sich wiederum eine die Adaptivität als solche und nicht spezifisch eine den Korrekturfaktor betreffende Frage beschlägt, ist Folgendes anzuführen: Bereits in den Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV finden sowohl der Aspekt der Aufteilung des Datenstroms auf mehrere Beams (mit der Möglichkeit, ein Endgerät gleichzeitig über verschiedene Beams anzusteuern) als auch die Verwendung von Verbindungswegen über Reflexionen Berücksichtigung (Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 7 und 11). In materieller Hinsicht ist sodann zu beachten, dass im Falle von (Mehrweg-)Verbindungen über Reflexionen sämtliche denkbaren Ausbreitungswege länger ausfallen als der zur Berechnung der elektrischen Feldstärken herangezogene direkte Abstand zwischen Mobilfunkanlage und OMEN bzw. OKA, wobei eine Verlängerung des Wegs zu einer zusätzlichen Dämpfung des Signals führt. Zudem wird nur ein Teil der Wellen an Materie reflektiert, wobei überdies die Reflexion im Sinne einer Streuung in unterschiedliche Richtungen erfolgt, was beides ebenfalls eine Abschwächung des Signals bewirkt. Entsprechend haben denn auch Testmessungen des

BAKOM u.a. ergeben, dass der Hauptanteil der elektrischen Feldstärke an einem Punkt in der Funkzelle bei adaptiven Antennen jeweils klar vom spezifischen Beam, der in diese Richtung ausgestrahlt wird, verursacht wird, während von den Beams in andere Richtungen nur sehr kleine Anteile beigetragen werden (Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 18; vgl. auch Bericht Testkonzession des BAKOM, insb. S. 23). Ist aus den genannten Gründen bezogen auf ein einzelnes Antennenpanel nicht davon auszugehen, dass sich die Möglichkeit von Reflexionen dahingehend auswirken könnte, dass an einem bestimmten Ort höhere Feldstärken als die aufgrund der direkten Sichtverbindung ermittelten resultieren würden, so kann auch der vorliegend geltend gemachten Auswirkung allfälliger Reflexionen der von einem anderen - und an sich gerade einen anderen räumlichen Bereich abdeckenden - Antennenpanel ausgehenden Strahlung nicht die behauptete Bedeutung zukommen. Die geltend gemachte Überschreitung der Grenzwerte im 6-Minuten-Mittel erscheint daher nicht als realistisches Szenario. Dies umso weniger, als sich der von den Rekurrenten behauptete Effekt wie bereits angetönt letztlich - unabhängig von der Anwendung eines Korrekturfaktors - generell auf die Befeldung durch eine über mehrere Panel verfügende adaptive Antenne auswirken müsste, entsprechende Antennen aber gemäss ständiger Rechtsprechung als bewilligungsfähig erachtet werden (vgl. nur VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021).

#### **4.3.5**

Zusammengefasst ergibt sich somit, dass die gegen die Zulässigkeit der Anwendung eines Korrekturfaktors gerichteten Vorbringen der Rekurrenten nicht zu verfangen vermögen. Entsprechend ist auch dem Eventualantrag, mit dem der Betrieb unter Anwendung eines Korrekturfaktors untersagt werden soll, von vornherein nicht stattzugeben.

#### **5.1**

Die Rekurrenten rügen weiter die Mangelhaftigkeit des Qualitätssicherungssystems (QS-System). Ein QS-System, das adaptive Antennen kontrollieren könne, müsse bereits heute zwingend die Änderung der Senderichtungen erfassen können. Eine Antenne werde manuell oder automatisch auf einen erforderlichen Betriebsmodus eingestellt. Mit derselben Antenne könne durch unterschiedliche Zusammenschaltung der Transmittereinheiten ein

unterschiedlicher Öffnungswinkel der Beams erzeugt werden. Das Antennendiagramm widerspiegeln diese Einstellung, wobei es möglich sei, dass der Betriebsmodus im laufenden Betrieb ändere, wodurch sich auch das Antennendiagramm ändere. Bei maximal technisch möglicher Sendeleistung entstehe ein bestimmtes Antennendiagramm, das dem im Standortdatenblatt abgebildeten entspreche. Wenn aber die Antenne nicht an ihrer Belastungsgrenze laufe, könne praktisch für jede einzelne Senderichtung eine eigene maximale Senderichtung programmiert werden, womit Antennendiagramme entstünden, die vollkommen anders als das im Standortdatenblatt enthaltene aussehen würden. Die von der privaten Rekursgegnerin verwendeten Antennendiagramme seien daher falsch, weil sie nicht sämtliche Möglichkeiten umfassen würden. Alle diese Möglichkeiten würden sich sodann einer Kontrolle durch das QS-System entziehen. Das bestehende QS-System habe keine effektive, echtzeitbasierte Überwachungsfähigkeit und könne daher den Schutz der Bevölkerung nicht gewährleisten. Die bisherigen QS-Systeme seien untauglich und nicht auf adaptive Antennen ausgerichtet. Grosser Handlungsbedarf bestehe auch bezüglich der Frage, wie die Daten vom operativen System ins QS-System gelangen würden.

## 5.2

Unbehelflich ist zunächst das Vorbringen, wonach die im Standortdatenblatt verwendeten Antennendiagramme unzutreffend seien. Für adaptive Antennen werden dem Standortdatenblatt Antennendiagramme beigelegt, die für jede Senderichtung den maximal möglichen Antennengewinn berücksichtigen resp. alle Einzeldiagramme für die vorgesehenen Senderichtungen umhüllen (sogenannte "umhüllende Antennendiagramme"). Diese müssen alle Szenarien und Konstellationen enthalten, für die die adaptive Antenne vorgesehen ist. Soll später die adaptive Antenne in einer Konstellation eingesetzt werden, die nicht vom umhüllenden Antennendiagramm abgedeckt wird, z.B. durch den Einsatz neuer Software, ist der Behörde ein aktualisiertes Standortdatenblatt mit dem entsprechend angepassten umhüllenden Antennendiagramm einzureichen (Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 11; vgl. auch Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 10 ff.). Bemerkungsweise ist sodann darauf hinzuweisen, dass sich am Vorgehen einer auf umhüllende Antennendiagramme gestützten Prognose der Strahlung adaptiver Antennen durch die Anwendung eines Korrekturfaktors nichts ändert (was die Rekurrenten denn auch nicht geltend machen); im Gegenteil dient der Korrekturfaktor gerade dazu, den Umstand

auszugleichen, dass mit den umhüllenden Antennendiagrammen die in der Realität auftretende Strahlung deutlich überschätzt wird, weil die unterschiedlichen, dem umhüllenden Diagramm zugrundeliegenden Antennendiagramme nicht alle gleichzeitig auftreten können (Erläuterungen zum Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 12). Während somit bezüglich der als massgeblich erachteten Sendeleistung eine rechnerische Korrektur vorgenommen wird (vgl. dazu E. 4.2), erfolgt - ausgehend von dieser Sendeleistung - die Prognose der Strahlung an den jeweiligen OKA und OMEN weiterhin gestützt auf die umhüllenden Antennendiagramme, die insbesondere für die Ermittlung der Richtungsabschwächung von Bedeutung sind. Die seitens der Rekurrenten vorgebrachten Rügen sind daher unabhängig von der Anwendung oder Nichtanwendung eines Korrekturfaktors und beziehen sich - wovon auch die Rekurrenten ausgehen - auf sämtliche adaptiven Antennen. Insoweit wird jedoch die Verwendung umhüllender Antennendiagramme gemäss ständiger Rechtsprechung als zulässig und ausreichend erachtet. Fehl geht dabei insbesondere der rekurrentische Hinweis, wonach die umhüllenden Antennendiagramme nicht sämtliche technisch möglichen Diagramme der fraglichen Antenne umfassen würden. Dies ist wie gesehen durchaus denkbar; entscheidend ist jedoch, dass lediglich die Verwendung von Diagrammen, die sich innerhalb des - Teil der Bewilligung bildenden - umhüllenden Antennendiagramms befinden, zulässig ist, so dass die Rekurrenten aus dem Hinweis, wonach technisch auch andere Diagramme möglich wären - die aber gerade nicht Teil der Bewilligung bilden und deren Verwendung daher gestützt auf die fragliche Bewilligung nicht zulässig ist - nichts zur Stützung ihres Standpunkts ableiten können.

Dass sodann auch hinsichtlich adaptiver Antennen funktionierende QS-Systeme bestehen, entspricht ebenfalls ständiger Rechtsprechung (vgl. nur VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 7.1). Wenn dabei jeweils darauf hingewiesen wird, dass gemäss dem Schreiben des BAFU vom 31. Januar 2020 an die kantonalen und städtischen NIS-Fachstellen ("Informationen zu adaptiven Antennen und 5G [Bewilligung und Messung]") der Betrieb adaptiver Antennen in den bestehenden QS-Systemen der Mobilfunkbetreiberinnen und der Datenbank des BAKOM korrekt dargestellt wird, wenn diese gleich behandelt werden wie konventionelle Antennen (vgl. S. 2), so behält diese auf eine reine "worst case-Betrachtung" bezogene Aussage insofern auch vorliegend ihre Gültigkeit, als sich bezüglich des von den Rekurrenten ge-

rügten Elements der Verwendung umhüllender Antennendiagramme wie vorstehend aufgezeigt auch bei Anwendung eines Korrekturfaktors nichts ändert. Die seitens der Rekurrenten sinngemäss aufgeworfene Frage, ob mittels des bestehenden QS-Systems sichergestellt werden kann, dass die im Betrieb verwendeten Antennendiagramme sich auf die vom umhüllenden Diagramm abgedeckten beschränken, ist daher - ungeachtet der damit in keinem Zusammenhang stehenden Anwendung eines Korrekturfaktors - in gleicher Weise zu beantworten, mithin entgegen den Rekurrenten zu bejahen. Dass sodann die aufgrund der Anwendung eines Korrekturfaktors und damit auch der automatischen Leistungsbegrenzung neu Teil des QS-Systems bildenden Parameter (vgl. dazu Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV, S. 13) vorliegend - oder auch generell - nicht erfasst würden bzw. erfassbar wären, machen die Rekurrenten nicht geltend (vgl. denn auch das entsprechende, der privaten Rekursgegnerin durch das BAKOM ausgestellte Validierungszertifikat vom 8. Juli 2021, [...]). Entsprechend ist davon auszugehen, dass auch die streitbetroffenen adaptiven Antennen vom bestehenden QS-System der privaten Rekursgegnerin und der Datenbank des BAKOM korrekt erfasst werden können. Die auf das Ungenügen des QS-Systems abzielenden rekurrentischen Vorbringen sind somit ebenfalls unbegründet. Nicht stattzugeben ist damit auch dem prozessualen Antrag, wonach die Rekursgegnerin zu verpflichten sei, Belege für ein funktionierendes QS-System einzureichen.

## **6.1**

Die Rekurrenten machen geltend, die Vorinstanz gehe zu Unrecht davon aus, dass Abnahmemessungen bei adaptiven Antennen bereits möglich seien. Es bestehe noch keine Messempfehlung des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS), sondern lediglich ein technischer Bericht. Für die Hochrechnung vom gemessenen Wert auf den massgebenden Betriebszustand ermittle der Messtechniker einen bestimmten Faktor mittels der Antennendiagramme, die ihrerseits von den Mobilfunkbetreibern zur Verfügung gestellt würden, womit diese die Abnahmemessung beeinflussen könnten.

## **6.2**

Gemäss Art. 12 Abs. 2 NISV führt die Behörde Messungen oder Berechnungen zur Kontrolle der Einhaltung des Anlagegrenzwertes nach Anhang 1 durch, lässt solche durchführen oder stützt sich auf die Ermittlungen Dritter.

Das BAFU empfiehlt geeignete Mess- und Berechnungsmethoden. Der Technische Bericht des METAS "Messmethode für 5G-NR-Basisstationen im Frequenzbereich bis zu 6 GHz", Version 2.1 vom 20. April 2020 (im Folgenden: Technischer Bericht Messmethode des METAS; vgl. auch den Nachtrag vom 15. Juni 2020 zum Technischen Bericht), auf welchen der Nachtrag zur Vollzugsempfehlung zur NISV ausdrücklich verweist, erläutert, wie die Strahlung adaptiver Antennen gemessen und auf den Beurteilungswert hochgerechnet wird. Dabei schlägt das METAS zwei Messmethoden (die codeselektive und die frequenzselektive) vor. Damit ist festzuhalten, dass von der Fachbehörde des Bundes empfohlene Messverfahren und Berechnungsmethoden für die Überprüfung der Strahlenbelastung von 5G-Basisstationen und adaptiven Antennen existieren (vgl. auch VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 7.2.3). Entsprechend ist auch die auf die Abnahmemessung abzielende Rüge unbehelflich, wobei auch dem prozessualen Antrag, wonach zu bestimmten die Abnahmemessungen betreffenden Fragen ein Amtsbericht oder ein unabhängiges Gutachten einzuholen sei, nicht stattzugeben ist.

## 7.

Die Rekurrenten monieren sodann verschiedene Grenzwertüberschreitungen:

### 7.1

So soll beim OMEN 3 im 3. Obergeschoss des Standortgebäudes zu Unrecht eine Gebäudedämpfung von 15 dB bzw. 31.6 als Faktor ausgewiesen worden sein, da die Gebäudehülle nicht aus Eisenbeton sei, sondern durch ein Holzdach gebildet werde. Im Rahmen der Vernehmlassung entgegnet die private Rekursgegnerin, es handle sich um eine Betondecke, weshalb die darunterliegende Holzdecke an der Dämpfung nichts zu ändern vermöge. In der Replik entgegnet die Rekurrenten, es möge sich vielleicht um eine Betondecke handeln, womit aber nicht gesagt sei, dass es sich um abschirmenden Eisenbeton handle.

Bereits die von den Rekurrenten selbst eingereichte Fotografie (act. 5.2) bestätigt, dass ihre ursprüngliche Behauptung, wonach lediglich ein Holzdach bestehe, unzutreffend ist. Beim in der Replik nachgeschobenen Argument,

wonach vielleicht Beton, aber jedenfalls kein Eisenbeton vorhanden sei, handelt es sich um bloße Spekulation, für die keine auch nur annähernd substantiierten Hinweise vorgetragen werden, so dass die rekurrentischen Ausführungen nicht geeignet sind, Zweifel an der Korrektheit der im Standortdatenblatt gemachten Angaben zu wecken.

## 7.2

Weiter argumentieren die Rekurrenten, die Rekursgegnerin habe aus nicht nachvollziehbaren Gründen beim - benachbarten - Gebäude Nr. 2 auf dem Grundstück Kat.-Nr. 2 an der R.-Strasse 3 keine Immissionsprognose vorgenommen. Im Mansardenzimmer im 2. Obergeschoss betrage die berechnete elektrische Feldstärke jedoch 4,11 V/m, womit zumindest eine Abnahmemessung hätte angeordnet werden müssen. Die effektiv auftretende elektrische Feldstärke bei Anwendung eines Korrekturfaktors würde sogar 5,35 V/m betragen, womit eine Grenzwertüberschreitung vorläge. Sollten im Extremfall sogar alle Sendeleistungen pro Senderichtung allein auf den adaptiven Antennen zusammengefasst werden, würde sogar während bis zu 4 Stunden und 48 Minuten am Tag eine elektrische Feldstärke von 8,87 V/m resultieren. Die private Rekursgegnerin entgegnet, beim fraglichen Ort, für den sie ihrerseits eine nachträgliche Berechnung einreicht (act. 12, neuer OMEN 61), bestehe lediglich eine Feldstärke von 2,19 V/m. Selbst wenn man zu Unrecht die Dämpfung durch die dortige, aus Backstein bestehende Hausmauer nicht berücksichtigen würde, ergäbe sich lediglich eine Feldstärke von 3,9 V/m. Dem halten die Rekurrenten in der Replik entgegen, eine Gebäudedämpfung dürfe nicht geltend gemacht werden, da die fragliche Backsteinmauer nicht bis zum Giebel hochgezogen, sondern das Dachteil nur mit Holzlatten hinterlegt sei. Zudem gehe die Rekursgegnerin fälschlich von einer Distanz zwischen OMEN und Antenne von 39,4 m anstatt lediglich 36 m aus.

Von vornherein nicht zu verfangen vermögen die rekurrentischen Hinweise auf die Feldstärken, die sich bei Anwendung eines Korrekturfaktors bzw. bei Zusammenfassung aller Sendeleistungen auf den adaptiven Antennen ergeben würden. Mit ersterem wird lediglich die bei Anwendung eines Korrekturfaktors als massgeblich geltende Sendeleistung in Frage gestellt (vgl. act. 5.5 im Vergleich mit act. 5.4), was letztlich mit der in E. 4 behandelten Rüge der Unzulässigkeit des Korrekturfaktors zusammenfällt. Die Umverteilung der Sendeleistungen ist sodann rein hypothetisch und entspricht nicht dem

vorliegend allein zu beurteilenden Zustand gemäss bewilligtem Standortdatenblatt. Damit verbleibt die Kritik, wonach beim genannten OMEN aufgrund einer Feldstärke von 4,11 V/m die zukünftige Durchführung einer Abnahmemessung anzuordnen gewesen wäre. Dieses Vorbringen ist jedoch unbegründet. Zwar lässt sich bezüglich der strittigen Distanz zwischen OMEN und Antenne nicht ausschliessen, dass die seitens der Rekurrenten behaupteten 36 m zutreffend sind. Selbst unter Zugrundelegung der von den Rekurrenten verwendeten Zahlen (vgl. act. 5.4) resultiert jedoch bei Annahme der seitens der privaten Rekursgegnerin behaupteten Dämpfung eine Feldstärke von lediglich 2,31 V/m. Entscheidend ist mithin, ob von der genannten Dämpfung ausgegangen werden kann. Dies ist aus folgenden Gründen der Fall: Wie sich den Aufnahmen des fraglichen Gebäudes in Google Street View entnehmen lässt, weist der fragliche, fast senkrecht aufsteigende Teil des Daches (vgl. zur Bezeichnung der massgeblichen Stelle auch die Fotografie in act. 11 Rz. 29) nicht annähernd die Konstruktionsstärke der aus Backstein bestehenden Hausmauer auf, während zugleich für den untersten Bereich der genannten Dachfläche ersichtlich ist, dass die Mauer nicht am unteren Ende des Daches endet, sondern sich hinter demselben nach oben fortsetzt. Auch wenn dies nun lediglich im untersten Bereich erkennbar ist, kann ohne Weiteres davon ausgegangen werden, dass sich die Mauer in der Vertikalen weiter fortsetzt, zumal dies bautechnisch - namentlich aus Gründen der Statik - wesentlich naheliegender als die von den Rekurrenten behauptete Holzkonstruktion ist und im Übrigen der Gestaltung der weiteren Fassaden entspricht, bei denen jeweils entweder durchgehend Mauerwerk (aus Backsteinen) oder aber - alternierend - über die gesamte Vertikale Fenster und vorgelagerte Elemente, bei denen es sich teilweise um Holzkonstruktionen handelt, bestehen. Kann damit für den konkret in Frage stehenden zusätzlichen OMEN von einer Dämpfung mit Backstein ausgegangen werden, so ist nach dem Gesagten die Anordnung einer zukünftigen Abnahmemessung zulässigerweise unterblieben.

### 7.3

Die Rekurrenten machen sodann geltend, das Antennendiagramm der adaptiven Antennen sei - bezüglich der vertikalen Senderichtung - nicht wie von der Vollzugsempfehlung empfohlen auf 0° ausgerichtet. Da diese Antenne aber vertikal ohne mechanischen Neigungswinkel montiert sei, liefere die private Rekursgegnerin gleich selber den Beweis, dass sie die adaptive Antenne auch elektrisch gegen unten neigen könne.

Die Rüge ist unzutreffend: Dass für die genannten vertikalen Antennendiagramme der drei im Frequenzbereich von 3'600 MHz betriebenen Antennen die ausgewiesene Hauptstrahlrichtung leicht von einer Ausrichtung auf 0° abweicht, mag zwar nicht vollumfänglich der Darstellungskonvention entsprechen, bei der es sich aber, wie die Rekurrenten selbst festhalten, lediglich um eine Empfehlung handelt. Rückschlüsse auf das angebliche Bestehen eines elektrischen Neigungswinkels, der sowohl im Zusatzblatt 2 des Standortdatenblattes als auch auf den Blättern mit den genannten Antennendiagrammen ausdrücklich ausgeschlossen wird, lassen sich daraus nicht ziehen.

#### 7.4

Gemäss den Rekurrenten wurde schliesslich das Antennendiagramm für die Antenne mit der niedrigsten Frequenz u.a. für die Frequenz von 738 MHz gebildet, obwohl diese im nationalen Frequenzzuweisungsplan explizit für den Uplink vergeben sei. Die Rekurrenten verlangen in diesem Zusammenhang die Herausgabe der digitalen MSI-Pattern-Files für die Antenne 6313 von Ericsson, um selber die Antennendiagramme nachmodellieren zu können.

Die Rekurrenten legen nicht dar, inwiefern ihnen aus dem Umstand, dass in der Tat in den Blättern mit den Antennendiagrammen für den Frequenzbereich von 700-900 MHz die Angabe "Frequency 738 791 921" aufgeführt ist, ein Nachteil erwachsen soll. Dies ist denn auch nicht ersichtlich, nachdem sich die Berechnung der Einhaltung der Grenzwerte auf die dem Standortdatenblatt beigefügten Antennendiagramme stützt, diese allein von der angefochtenen Bewilligung erfasst werden und entsprechend für die private Rekursgegnerin die fraglichen Diagramme - unabhängig davon, wie sie modelliert wurden - verbindlich sind. Entsprechend ist auch dem genannten prozessualen Antrag der Rekurrenten nicht zu entsprechen.

Zusammenfassend ist somit festzuhalten, dass auch sämtliche Rügen, die sich auf angebliche Grenzwertüberschreitungen beziehen, unbegründet sind.

## 8.1

Schliesslich machen die Rekurrenten eine Verletzung des Vorsorgeprinzips geltend. Unbestritten sei, dass es biologische Wirkungen gebe. Unzählige Studien belegten ein beträchtliches Gesundheitsrisiko, wobei insbesondere auf zwei neuere Tierstudien (NTP-Studie und Ramazzini-Studie) zu verweisen sei. Im Weiteren verweisen die Rekurrenten auf die bereits in E. 4.3.3 erwähnten Artikel von Kostoff et al. (2020), Panagopoulos (2019), Neufeld/Kuster (2018) und Kuehn et al. (2019) sowie das ebenfalls bereits angeführte Urteil des United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit. Auch einem neuen Übersichtsartikel von Yoon-Jung Choi et al., Cellular Phone Use and Risk of Tumors: Systematic Review and Meta-Analysis (2020, act. 5.11) lasse sich entnehmen, dass je nachdem, ob es sich um von der Mobilfunkindustrie unabhängige Studien handle oder nicht, statistisch signifikante Unterschiede in den Befunden zum Zusammenhang zwischen Handynutzung und Tumorrisiko bestehen würden. Die Rekurrenten halten dafür, das bisherige Grenzwertmodell habe aus diesen Gründen jegliche Legitimation verloren. Weiter verweisen sie auf die BERENIS-Newsletter (vgl. dazu E. 8.3) von November 2018 und Januar 2021 sowie die Übersichtsstudie von David Schürmann und Meike Mevissen, Vom Menschen erzeugte elektromagnetische Felder und oxidativer Stress - Biologische Effekte und Folgen für die Gesundheit (2021, act. 5.15), wobei insbesondere gestützt auf letztere nun wissenschaftlich bewiesen sei, dass elektromagnetische Felder bereits im Bereich der AGW die Zellen durch oxidativen Zellstress schädigten. Damit bestehe die mit der Festlegung von AGW bezweckte Sicherheitsmarge nicht mehr. Die Rekurrenten gehen davon aus, insbesondere die letztgenannte Studie werde zur Empfehlung an den Bundesrat führen, in Anwendung des Vorsorgeprinzips die Grenzwerte zu verschärfen und dem Korrekturfaktor für adaptive Antennen die Anwendung zu versagen. Die AGW gemäss NISV seien nicht (mehr) gesetzes- und verfassungsmässig.

## 8.2

Hinzuweisen ist zunächst auf die eingangs bereits angesprochene konzeptionelle Ausgestaltung des Schutzes vor nichtionisierender Strahlung: Der Verordnungsgeber hat in der NISV zwei Grenzwerte festgelegt, um sowohl den wissenschaftlich nachgewiesenen Gesundheitsauswirkungen (Erwärmung des Körpers/thermische Wirkungen) als auch möglichen anderen (noch unklaren) Effekten (nicht-thermische bzw. biologische Effekte) Rechnung zu tragen. Es handelt sich dabei um die eingangs dieses Entscheids

erwähnten Immissionsgrenzwerte einerseits und die Anlagegrenzwerte andererseits. Letztere wurden in Umsetzung des gesetzlichen Vorsorgeprinzips festgelegt. Das Bundesgericht hat in BGE 126 II 399 (= Pra 2001 Nr. 44) zu dieser Problematik zudem ausgeführt, dass der Verordnungsgeber erkannt habe, dass mit der blossen Übernahme der ICNIRP-Grenzwerte mit Blick auf mögliche nicht-thermische Wirkungen der Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung lückenhaft wäre. Er habe daher zusätzlich vorsorgliche Emissionsbegrenzungen angeordnet (Art. 4 NISV), die das Risiko schädlicher Wirkungen, die zum Teil erst vermutet würden und noch nicht absehbar seien, möglichst gering halten sollen. Für verschiedene Kategorien von Anlagen bestimme sich die vorsorgliche Emissionsbegrenzung auf Grund besonderer Anlagegrenzwerte (Art. 4 Abs. 1 NISV), bei den übrigen Anlagen seien die Emissionen so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sei (Art. 4 Abs. 2 NISV). Mit diesen zusätzlichen Emissionsbegrenzungen trage die neue Verordnung dem Vorsorgeprinzip Rechnung (Art. 1 Abs. 2 und Art. 11 Abs. 2 USG) und konkretisiere die im Sinne der Vorsorge erforderlichen Massnahmen. Die geltenden Grenzwerte wurden mithin nicht eins zu eins von den "Vorgaben" der ICNIRP übernommen, sondern gerade im Hinblick auf (noch unklare) nicht-thermische Effekte verschärft. Festzuhalten ist an dieser Stelle zudem, dass die NISV keine besonderen Grenzwerte für Kinder, Jugendliche, andere besonders empfindliche sowie ältere oder kranke Personen festlegt. Es wird davon ausgegangen, dass die festgelegten Grenzwerte auch diese Personengruppen ausreichend schützen.

Das Bundesgericht hat die dargelegte Konzeption bzw. die Immissions- und Anlagegrenzwerte der NISV im grundlegenden Entscheid BGE 126 II 399 als gesetzes- und verfassungskonform beurteilt (E. 4) und festgehalten, dass die NISV die vorsorgliche Emissionsbegrenzung abschliessend regle und die rechtsanwendenden Behörden im Einzelfall keine weitergehende Begrenzung verlangen könnten (E. 3c). Diese Rechtsprechung wurde vom Bundesgericht in den letzten Jahren mehrfach bestätigt (statt vieler: BGE 138 II 173, E. 5.1; BGr 1C\_576/2016 vom 27. Oktober 2017, E. 3.5.2; BGr 1C\_340/2013 vom 4. April 2014, E. 3.3). Sodann hat das Bundesgericht festgehalten, dass es in erster Linie Sache der zuständigen Fachbehörden sei, die internationale Forschung sowie die technische Entwicklung zu verfolgen und gegebenenfalls eine Anpassung der Grenzwerte der NISV beim Bundesrat zu beantragen (BGr 1C\_118/2010 vom 20. Oktober 2010, E. 4.2;

BGr 1C\_340/2013 vom 4. April 2014, E. 3.3; vgl. nun auch VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 8.3)

### **8.3**

Das BAFU als Umweltfachstelle des Bundes hat mithin die Aufgabe, die Forschung über gesundheitliche Auswirkungen nichtionisierender Strahlung (NIS) zu verfolgen, die Ergebnisse zu bewerten und die Öffentlichkeit über den Stand der Wissenschaft und der Erfahrung zu informieren. Dieser bildet die Grundlage für die Immissionsgrenzwerte der NISV. Das BAFU würde dem Bundesrat eine Anpassung dieser Grenzwerte empfehlen, wenn neue gesicherte Erkenntnisse aus der Forschung oder aufgrund von Alltagserfahrungen dies erforderten.

Im Jahr 2018 wurde von der damaligen Vorsteherin des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eine Arbeitsgruppe eingesetzt, welche die Bedürfnisse und Risiken für die nähere und weitere Zukunft von Mobilfunk und Strahlenbelastung, insbesondere mit der Einführung von 5G, analysieren soll. In ihrem Bericht "Mobilfunk und Strahlung" vom 18. November 2019 fasste die Arbeitsgruppe den Stand des Wissens über gesundheitliche Folgen zusammen. Sie hält fest, dass es hinsichtlich eventueller gesundheitlicher Auswirkungen der 5G-Funktechnologie bisher nur wenige Studien an Zellen und Tieren zu akuten Effekten gebe. Die Risikoabschätzung der Arbeitsgruppe habe sich deshalb auf Studien abgestützt, die in der Vergangenheit zur 2G-, 3G- und 4G-Technologie durchgeführt worden seien und mit Frequenzen arbeiten würden, die im selben Bereich lägen wie diejenigen Frequenzen, die gegenwärtig für 5G genutzt würden. Gesundheitsauswirkungen unterhalb der Immissionsgrenzwerte der NISV seien bisher nicht konsistent nachgewiesen worden. Aus Wissenschaft und Praxis lägen indes gleichzeitig unterschiedlich gut abgestützte Beobachtungen für Effekte unterhalb der Immissionsgrenzwerte vor. Die Evidenzlage dieser Effekte im Hinblick auf das Vorsorgeprinzip schätzte die Arbeitsgruppe zusammengefasst indes als ungenügend ein (vgl. Bericht "Mobilfunk und Strahlung", S. 8 f.).

Die von den Rekurrenten erwähnte Expertengruppe (BERENIS), welche im Jahr 2014 durch das BAFU einberufen wurde, sichtet die neu publizierten wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema und wählt diejenigen zur detaillierten Bewertung aus, die aus ihrer Sicht für den Schutz des Menschen von

Bedeutung sind oder sein könnten. Die Ergebnisse der Evaluation werden vierteljährlich in Form eines Newsletters auf der Internetseite des BAFU publiziert (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/newsletter.html>, zuletzt besucht am 3. März 2022), womit das BAFU gleichzeitig auch die Bevölkerung informiert und auf dem neusten Stand hält. Auch die BERENIS hat im Rahmen ihrer Tätigkeit keine Studie sichten können, aufgrund welcher sie eine Grenzwertanpassung – insbesondere auch im Hinblick auf die fünfte Mobilfunkgeneration sowie die Pulsation der Signale – hätte empfehlen können und müssen. Dies gilt auch für die im Januar 2021 erschienene Sonderausgabe des Newsletters. Darin wurde zwar festgehalten, dass die Mehrzahl der Tierstudien und mehr als die Hälfte der Zellstudien Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress durch HF-EMF und NF-MF geben würden. Dies beruhe auf Beobachtungen bei einer Vielzahl von Zelltypen, Expositionszeiten und Dosierungen (SAR oder Feldstärken), auch im Bereich der Anlagegrenzwerte. Trotz einigen methodischen Schwächen zeichne sich ein Trend ab, nämlich, dass EMF-Exposition, sogar im niedrigen Dosisbereich, durchaus zu Veränderungen des oxidativen Gleichgewichtes führen könne. Abschliessend hält die BERENIS indes fest, dass weiterführende Untersuchungen unter standardisierten Bedingungen notwendig seien, um diese Phänomene und Beobachtungen besser zu verstehen und zu bestätigen (s. S. 8). Die Erkenntnisse in der von den Rekurrenten als entscheidend erachteten neuen Publikation von Schuermann/Mevissen (act. 5.15) stimmen mit den Ausführungen der BERENIS im Wesentlichen überein (vgl. in diesem Sinn auch VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 8.2.1). Dies kann insofern nicht erstaunen, als es sich bei dieser im International Journal of Molecular Science (2021, 22 [7], S. 3772 veröffentlichten Übersichtsstudie um eine ausführlichere Literaturübersichtsarbeit handelt, die basierend auf der gleichen Grundlage wie der von den gleichen Autoren im Auftrag des BAFU verfasste und im Mai 2021 publizierte Bericht "Gibt es Hinweise auf vermehrten oxidativen Stress durch elektromagnetische Felder?" (abrufbar unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/publikationen-studien/studien.html>, zuletzt besucht am 3. März 2022) erstellt wurde, wobei die zitierte Sonderausgabe des BERENIS-Newsletters vom Januar 2021 wiederum eine Zusammenfassung des genannten Berichts ist.

Entgegen der Auffassung der Rekurrenten kann bei dieser Ausgangslage (trotz des referierten Trends) nicht von einer Gesetzes- oder Verfassungs-

widrigkeit der Immissions- und Anlagegrenzwerte gemäss NISV ausgegangen werden, so dass diesen die Anwendung nicht zu versagen ist. Letztlich ist es nicht an den Gerichten, den weiteren Abklärungen, die die BERENIS nachvollziehbarerweise für notwendig erachtet, vorzugreifen. Es ist daher davon auszugehen, dass das Verordnungsrecht dem gegenwärtigen wissenschaftlichen Kenntnisstand über die von Mobilfunkantennen ausgehende Gesundheitsgefährdung ausreichend Rechnung trägt (VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 8.3).

#### **8.4**

An dieser Einschätzung vermögen schliesslich auch die weiteren rekurrentischen Vorbringen nichts zu ändern. Soweit auf diese bzw. die entsprechenden Studien nicht bereits im Zusammenhang mit der Zulässigkeit des Korrekturfaktors eingegangen wurde - worauf vollumfänglich verwiesen werden kann (vgl. E. 4.3.3) -, ist dazu Folgendes festzuhalten:

Die von den Rekurrenten zitierten Studien des National Toxicology Program (NTP; "NTP-Studie") und des Ramazzini Instituts (Falconi et al. 2018, "Ramazzini-Studie") wurden in der Sonderausgabe des BERENIS-Newsletters vom November 2018 detailliert diskutiert. Es wurden indes keine Grenzwertanpassungen empfohlen. Vielmehr hielt die BERENIS darin fest, dass eine vollständige Risikobewertung unter Berücksichtigung aller verfügbaren Studien (Tierstudien und epidemiologische Studien) notwendig sei, um abzuschätzen, ob die derzeit gültigen Grenzwerte geändert werden sollen (vgl. zur NTP-Studie auch VB.2021.00048 vom 3. Juni 2021, E. 8.2.1). Der von den Rekurrenten ebenfalls angeführte Artikel von Choi et al. (2020) befasst sich nicht mit den vorliegend strittigen Aspekten, sondern mit der Nutzung von Mobiltelefonen.

Soweit schliesslich die Rekurrenten mit ihren Ausführungen zum AGW sinngemäss einen Unbedenklichkeitsnachweis einfordern, ist festzuhalten, dass ein solcher Nachweis nach konstanter bundesgerichtlicher Rechtsprechung gestützt auf die umweltschutzrechtlichen Vorschriften nicht verlangt werden kann. Dies bereits aus prinzipiellen Gründen. Wissenschaftlich gesicherte Aussagen können nur zum Vorhandensein von Effekten gemacht werden, während zur Abwesenheit von Effekten nur Wahrscheinlichkeitsaussagen

möglich sind, basierend auf der Häufigkeit von Studien, in denen kein biologischer Effekt gefunden werden konnte. Eine 100-prozentige Sicherheit ist jedoch nie möglich (BGr 1A.106/2005 vom 17. November 2005, E. 4).

## **9.**

Zusammengefasst ist der Rekurs abzuweisen.

## **10.1**

Ausgangsgemäss sind die Verfahrenskosten je hälftig den solidarisch für den gesamten Betrag haftbaren Rekurrenten aufzuerlegen (§ 13 des Verwaltungsrechtspflegegesetzes [VRG]).

Nach § 338 Abs. 1 PBG bzw. § 2 der Gebührenverordnung des Verwaltungsgerichts (GebV VGr) legt das Baurekursgericht die Gerichtsgebühr nach seinem Zeitaufwand, nach der Schwierigkeit des Falls und nach dem bestimmbaren Streitwert oder dem tatsächlichen Streitinteresse fest. Liegt wie hier ein Verfahren ohne bestimmbaren Streitwert vor, beträgt die Gerichtsgebühr in der Regel Fr. 500.-- bis Fr. 50'000.-- (§ 338 Abs. 2 PBG; § 3 Abs. 2 GebV VGr). Bei der Bemessung der Gebührenhöhe steht der Rekursinstanz ein grosser Ermessensspielraum zu (Kaspar Plüss, in: Kommentar VRG, 3. Aufl., Zürich/Basel/Genf 2014, § 13 Rz. 25 ff.).

Demnach ist die Gerichtsgebühr vorliegend auf Fr. 6'000.-- festzusetzen.

## **10.2**

Den Rekurrenten steht aufgrund des Verfahrensausgangs von vornherein keine Umtriebsentschädigung zu.

Die private Rekursgegnerin beantragt ebenfalls die Zusprechung einer Umtriebsentschädigung.

Gemäss § 17 Abs. 2 lit. a VRG kann im Rekursverfahren und im Verfahren vor dem Verwaltungsgericht die unterliegende Partei oder Amtsstelle zu einer angemessenen Entschädigung für die Umtriebe der Gegenpartei verpflichtet werden, wenn die rechtsgenügende Darlegung komplizierter Sachverhalte und schwieriger Rechtsfragen besonderen Aufwand erforderte oder

den Beizug eines Rechtsbeistandes rechtfertigte. Die Bemessung der Umtriebsentschädigung richtet sich nach § 8 GebV VGr.

Die private Rekursgegnerin ist anwaltlich vertreten. Bei ihrem Vertreter handelt es sich aber um einen Angestellten. Der privaten Rekursgegnerin entstanden damit keine Rechtsverfolgungskosten, die zu entschädigen wären (Kaspar Plüss, in: Kommentar VRG, 3. Aufl., Zürich/Basel/Genf 2014, § 17 Rz. 40). Es ist ihr mithin keine Umtriebsentschädigung zuzusprechen.