

Die Swiss Engineering: Was Sie über 5G wissen müssen

Einführung

Neue Technologien sind Quellen des Fortschritts und des Fortschritts für die Menschheit. Die Unternehmen, die Staaten und auch die Ingenieure, die sie einsetzen, sind angesichts der positiven und negativen Auswirkungen in der Gegenwart und in der Zukunft in der Pflicht und verpflichtet.

Wenn im Hinblick auf die Gesellschaft und die öffentliche Meinung das Vorsorgeprinzip angemessen ist, muss auch die Verhältnismäßigkeit gewahrt bleiben. Wie André Comte-Sponville so treffend sagte¹: *"Indem wir alle Risiken vermeiden wollen, entmutigen wir Erfindung, Innovation und Forschung. Die Klugheit mag die notwendigste aller Tugenden sein, aber sie reicht niemals aus, ... und sie macht auch den Mut nicht überflüssig!"*²

Position von Swiss Engineering

In Anbetracht der Tatsache, dass die Frequenzen für 5G derzeit diejenigen sind, die von 4G genutzt werden, dass die in der Verordnung (ORNI 3) vorgesehenen Immissionsgrenzwerte nicht geändert wurden und dass keine Konzessionen für Millimeterwellen erteilt wurden, spricht sich Swiss Engineering für eine Einführung von 5G aus. Hingegen kann Swiss Engineering den Schlussfolgerungen des Berichts der Arbeitsgruppe "Mobilfunk und Strahlenbericht" des UVEK vom 18.11.2019 zustimmen⁴. Swiss Engineering ist zudem der Meinung, dass die Auswirkungen der Nutzung von Millimeterwellen auf die Gesundheit und die Umwelt weiter untersucht werden müssen.

Schliesslich schliesst sich Swiss Engineering der Stellungnahme des Bundes (BAFU) vom 23. Februar 2021 an, in der es heisst: *"Den Ausbau des 5G-Netzes mittels adaptiver Antennen unter Einhaltung der für Mobilfunkanlagen geltenden Grenzwerte zu ermöglichen: Das ist der Zweck der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegebenen und für die Kantone und Gemeinden ergänzten Vollzugshilfe, welche die Berechnung der Strahlung von adaptiven Antennen präzisiert. Die Umsetzungshilfe berücksichtigt sowohl den Schutz der Bevölkerung vor Strahlung als auch das Interesse der Nutzer an einem gut ausgebauten Mobilfunknetz"*⁵.

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Comte-Sponville : André Comte-Sponville, geboren am 12. März 1952 in Paris, ist ein französischer Philosoph.

² <https://www.infoimmo.ch/articles/du-risque-de-vivre-au-courage-dagir/> : Chronik - Der Geist der Zeit Frühjahr 2021 | Nr. 134.

³ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/38/fr> NIRB: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.

⁴ https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/mobilfunk_und_strahlung.html

⁵ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electrosmog/communiqués.msg-id-82401.html> : Mobiltelefonie: Implementierungshilfe für adaptive Antennen veröffentlicht

Referenzen

Dieses Dokument enthält viele Formulierungen aus dem UVEK-Bericht "Mobilfunk- und Strahlenbericht" vom 18.11.20196, insbesondere aus der Management Summary auf den Seiten 7 bis 13 des UVEK-Berichts.

Was hat es mit 5G auf sich? (Teil 1)

Wie nähern wir uns 5G?

5G ist ein weites Feld, das einerseits einen systemischen Ansatz und andererseits ein gewisses Maß an Popularisierung erfordert, um das technologische Thema besser zugänglich und verdaulich zu machen. Jenseits von Überzeugungen und Spekulationen geht es darum, die Fakten über 5G zu kennen und die Probleme zu verstehen, die Ins und Outs.

5G kann unter den folgenden Gesichtspunkten betrachtet werden: **technologisch / wirtschaftlich / rechtlich / politisch / gesellschaftlich / Gesundheit / Sicherheit / Nutzen / ökologisch / ...** um nur einige zu nennen. Die Wechselwirkung dieser Dimensionen mit- oder gegeneinander erfordert einen systemischen Ansatz und eine Analyse. Es geht darum, einen Ausgangspunkt in einer Dimension zu wählen und durch alle genannten Dimensionen zu "reisen", wobei man je nach Bedarf zu der einen oder anderen Dimension zurückkehren kann.

Mit dieser methodischen Klarstellung im Hinterkopf wird der Leser eingeladen, sich auf eine **"multidimensionale Reise in den 5G-Raum"** zu begeben, beginnend mit...

Warum 5G? Technologische Dimension

Neben höheren Übertragungsraten und kürzeren Reaktionszeiten ermöglicht 5G auch einen Anstieg der Zahl der angeschlossenen Geräte und eine höhere Energieeffizienz pro übertragener Dateneinheit.

Im Vergleich zu 4G bietet 5G also viele Vorteile. Dazu gehören: Erhöhung der Kapazität durch Hinzufügen neuer Frequenzen, um der explosionsartigen Zunahme mobiler Daten gerecht zu werden; extrem hohe Geschwindigkeit, bis zu zehnmal schneller als 4G; niedrige Latenzzeiten, die dichtere Verbindungen für mit dem Internet der Dinge (IoT) verbundene Objekte ermöglichen; Anpassung des Signals an die Nutzer; Verringerung der Downloadzeit; Netzvirtualisierung (Network Slicing); Einführung neuer Videoformate: 4K, 8K, HDR, 360o; die Einführung von virtueller und erweiterter Realität und Industrie 4.0, die Einführung von hypervernetzten/autonomen Fahrzeugen und die Erhöhung der Reaktionsfähigkeit und Sicherheit zur Verbesserung des Verkehrsflusses, um nur einige Anwendungen zu nennen.

Die von 5G verwendete Funktechnologie ermöglicht flexiblere und effizientere Netze als 4G. Die derzeit für 5G verfügbaren Frequenzen sind mit denen von 4G und WLAN vergleichbar. Die maximalen Übertragungsraten für 5G liegen derzeit zwischen 2 und 3 Gigabit pro Sekunde, und mit der Einführung von Millimeterwellen könnten die Raten 20 Gigabit pro Sekunde übersteigen. 5G sendet fünfmal weniger Kontrollsignale als 4G, was die Belastung bei geringem Datenverkehr verringert.

⁶ https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/mobilfunk_und_strahlung.html

Mit adaptiven 5G-Antennen kann das Signal stärker auf das Mobiltelefon des Nutzers ausgerichtet werden. Beamforming reduziert nicht nur die Interferenzen in der Zelle, sondern auch die durchschnittliche Belastung in der Zelle. Personen, die sich im Strahlungsfeld einer Antenne aufhalten, sind jedoch kurzfristig stärker belastet. 5G wird hauptsächlich im 3,5-GHz-Frequenzband implementiert werden, was die Übertragung größerer Datenmengen ermöglicht, jedoch mit einer geringeren Ausbreitungskapazität als die derzeit verwendeten Frequenzbereiche.

Für 5G werden neben dem 3,5-GHz-Band auch Frequenzen zwischen 700 MHz und 2,6 GHz genutzt, die bereits im Einsatz sind. Die Nutzung von Frequenzen über 24 GHz (sogenannte Millimeterwellen) könnte die maximalen Datenraten von 5G auf über 20 Gigabit pro Sekunde erhöhen. Millimeterwellen für die Mobiltelefonie sind noch nicht zugewiesen. Millimeterwellen werden stattdessen für kleine Bereiche eingesetzt.

Seit der Einführung des Smartphones im Jahr 2007 hat sich das Volumen des Datenverkehrs in der Schweiz alle 12 bis 18 Monate verdoppelt. Der größte Teil des mobilen Datenverkehrs entfällt auf Videoanwendungen, und die Tendenz ist steigend. Bis 2024 wird das Gesamtvolumen des mobilen Datenverkehrs in Westeuropa und damit auch in der Schweiz voraussichtlich um mehr als 500% zunehmen. Ein Viertel des Gesamtvolumens wird über 5G übertragen werden, was etwa dem 1,5-fachen der heute übertragenen Gesamtdatenmenge entspricht. Für das Internet der Dinge (IoT) wird erwartet, dass die Zahl der Datenübertragungsverbindungen in den nächsten fünf Jahren um etwa 400 % steigen wird.

Wirtschaftliche und gesellschaftliche Dimensionen

In der Schweiz hat der Rollout von 5G begonnen. Der Bericht des UVEK liefert **technische Fakten**, erörtert den **Betrieb der Schweizer Mobilfunknetze** und die Regulierung. Sie schätzt die **Exposition der Bevölkerung gegenüber** nichtionisierender Strahlung (NIS) und fasst die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse über die möglichen **gesundheitlichen Auswirkungen** dieser Exposition zusammen.

Die erklärte Absicht der Betreiber, in der Schweiz rasch ein 5G-Netz aufzubauen, hat die laufende Debatte über die künftige Gestaltung der Mobilfunkabdeckung und die Gesundheitsrisiken von NIS verschärft.

Politische und rechtliche Dimensionen

Damit die Schweiz die Chancen der Digitalisierung nutzen kann, hat der **Bundesrat** 2016 die Strategie "Digitale Schweiz" lanciert. Ein zentrales Element dieser Strategie ist die Schaffung offener und effizienter Übertragungsnetze für eine wettbewerbsfähige Informationsgesellschaft.

Das **UVEK** fördert deshalb die Digitalisierung von Gesellschaft und Wirtschaft und erachtet leistungsfähige Mobilfunknetze wie 5G dafür als unabdingbar. Andererseits ⁷.

Die **vom UVEK eingesetzte Arbeitsgruppe (AG)** hatte den Auftrag zu prüfen, ob die heutigen Vorsorgewerte AGW (Anlagengrenzwerte) für Mobilfunkantennen im Falle einer Weiterentwicklung noch den Kriterien des Vorsorgeprinzips entsprechen oder ob Anpassungen notwendig sind.

⁷ https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1984/1122_1122_1122/fr : LPE, Bundesgesetz zum Schutz der Umwelt

Es war jedoch nicht die Aufgabe der Arbeitsgruppe, eine Stellungnahme zur Einführung von 5G in der Schweiz abzugeben oder Studien über die Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die Gesundheit durchzuführen.

Mit dem **Telekommunikationsgesetz**⁸ soll sichergestellt werden, dass Privatpersonen und Unternehmen Zugang zu einem breiten Spektrum an kostengünstigen, qualitativ hochwertigen Telekommunikationsdiensten haben, die auf nationaler und internationaler Ebene wettbewerbsfähig sind.

Ziel des **Umweltschutzgesetzes** (USG) ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensgemeinschaften und Biotope vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu schützen und die natürlichen Lebensgrundlagen nachhaltig zu erhalten... Emissionen sind so weit zu begrenzen, wie es der Stand der Technik und die Betriebsverhältnisse zulassen und soweit dies wirtschaftlich vertretbar ist.

Um **die Bevölkerung** vor nichtionisierender Strahlung (NIS) von Mobilfunkmasten zu **schützen**, hat der Bundesrat in der **Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS-Verordnung)** zwei Arten von Grenzwerten festgelegt: Immissionsgrenzwerte (IGW) und Anlagengrenzwerte (AGW).

Die Grenzwerte schützen die Bevölkerung vor wissenschaftlich nachgewiesenen **gesundheitlichen Auswirkungen** (Erwärmung des Körpergewebes) und müssen überall dort eingehalten werden, wo sich Menschen - auch nur für kurze Zeit - aufhalten. Sie entsprechen den in den meisten Nachbarländern geltenden Werten und liegen im Mobilfunkbereich zwischen 36 und 61 Volt pro Meter (V/m).

Der NIRB⁹ legt auch Grenzwerte fest, die das im EPL definierte Vorsorgeprinzip konkretisieren. Diese Werte, die zwischen 4 und 6 V/m liegen, sind zehnmal niedriger als die IGW (Immissionsgrenzwerte, Art. 64). Dank dem AGW ist die NIS von Mobilfunkantennen in der Schweiz viel strenger begrenzt als in den meisten europäischen Ländern.

¹⁰ Am **22. April 2020** hat der Bundesrat die nächsten Schritte für 5G festgelegt. Sie hat zwar berücksichtigt, dass 5G eine entscheidende Rolle bei der Digitalisierung spielen könnte, aber auch beschlossen, dass die Bevölkerung vor Strahlung geschützt werden muss. Sie beschloss daher, dass die im NIRB festgelegten Grenzwerte nicht gelockert werden. Zudem beauftragte sie das BAFU, eine Vollzugshilfe für adaptive Antennen zu erarbeiten.

Der Bundesrat hat zudem beschlossen, die von der Arbeitsgruppe "Mobilfunk und Strahlung" in ihrem Bericht vorgeschlagenen Begleitmassnahmen umzusetzen. Die vorrangigen Massnahmen sind der Ausbau der Expositionsüberwachung und die Einrichtung eines neuen umweltmedizinischen Beratungsdienstes für nichtionisierende Strahlung.

Das Bundesamt für Umwelt BAFU wird am **23. Februar 2021** eine Vollzugshilfe für adaptive Antennen veröffentlichen, damit das 5G-Netz mit diesen adaptiven Antennen unter Einhaltung der geltenden Grenzwerte für Mobilfunkanlagen aufgebaut werden kann. Die Umsetzungshilfe berücksichtigt

⁸ https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1997/2187_2187_2187/fr : Telekommunikationsgesetz

⁹ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/38/fr> NIRB: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.

¹⁰ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electromog/communiqués/msg-id-82401.html>

sowohl den Schutz der Bevölkerung vor Strahlung als auch das Interesse der Nutzer an einem gut ausgebauten Mobilfunknetz.

Dimensionen der Sicherheit ¹¹

Die Einführung von 5G wird zu einem Anstieg der Datenmenge führen, die von künstlicher Intelligenz verarbeitet, gespeichert und bearbeitet wird. In Anbetracht der zunehmenden Anzahl von Netzelementen und angeschlossenen Objekten wird die Rückverfolgbarkeit der Masse zunehmen. Das Risiko des Datendiebstahls, des Identitätsdiebstahls, des Hackens von Maschinen, der Datenverfälschung, der Angriffe auf Netzwerksoftware, Zellen und Geräte wird zunehmen. Um dieses Risiko zu mindern, müssen die IT-Sicherheitsteams verstärkt, die Zugangskontrollen verschärft und eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung des Datenaustauschs gewährleistet werden.

In der Schweiz gibt es ein sehr gutes Niveau an Know-how, Wissen und Fähigkeiten für die Nutzung mobiler Technologien. Der intelligente und kohärente Einsatz mobiler Technologien regt die Unternehmen zu Innovationen an, was das lokale Wirtschaftsnetz stärkt und Exportchancen bietet.

Ausbildungsbedarf: Junge Ingenieure brauchen Perspektiven in ihrer Ausbildung. Die Nutzung eines modernen und effizienten Netzes muss Teil ihres Lehrplans sein. Die Fähigkeiten zur Nutzung eines solchen Netzes wären schwieriger, wenn sich sein Aufbau verzögern würde.

Die Herausforderungen von 5G (Teil 2)

Technologische Dimension: Erinnerung an das Wesentliche

In der Schweiz gibt es nicht weniger als 12.300 Mobilfunkanlagen (70% Makrozellen und 30% Kleinzellen). Um ein flächendeckendes 5G-Mobilfunknetz in den verfügbaren Frequenzen und nur mit den bestehenden Funkzellen aufzubauen, müsste die Sendeleistung der 8500 Makrozellen um den Faktor 12,4 erhöht werden. In dicht besiedelten Gebieten: Die in der NIS festgelegte AGW, die vorsorglich die maximale Sendeleistung einer Mobilfunkanlage begrenzt, ist bereits weitgehend erreicht. Angesichts der derzeitigen Beschränkungen können nur 2 % der Stationen in Städten und Ballungsgebieten mit der erforderlichen 5G-Kapazität ausgestattet werden.

Bevor wir uns der gesundheitlichen Dimension dieses Themas zuwenden, sollten wir uns vergegenwärtigen, was eine Welle ist, insbesondere eine elektromagnetische Welle.

Eine Welle ist durch ihre **Art, Form, Amplitude, Frequenz, Wellenlänge** und **Phase** gekennzeichnet.

Eine Welle kann verschiedener Natur sein: **mechanisch**, wie Schall oder seismische Wellen (Schall kann sich nicht im Vakuum ausbreiten); **magnetisch, elektrisch, gravitativ, elektromagnetisch**. Es ist diese letzte Natur, die **elektromagnetische**, die uns interessiert. Sie kombiniert sowohl eine Welle aus einem elektrischen als auch aus einem magnetischen Feld, daher der Name elektromagnetische Welle. Licht ist eine elektromagnetische Welle im sichtbaren Spektrum des menschlichen Sehens. Elektromagnetische 5G-Wellen breiten sich wie das Licht im Vakuum, in der Luft und mehr oder weniger gut in Festkörpern aus (dies hängt von der Art und Struktur des betreffenden Festkörpers

¹¹ <https://www.pandasecurity.com/fr/mediacenter/mobile-news/risque-5g-sur-donnees-personnelles/>
<https://blog.f-secure.com/fr/la-5g-constitue-t-elle-une-menace-pour-la-cybersecurite/>
<https://blog.f-secure.com/5g-and-iot-how-will-security-change/>

und anderen Eigenschaften der elektromagnetischen Welle ab, die sich in ihm auszubreiten versucht).

Für die **Form** einer Welle, gleich welcher Art, gibt es keine Grenzen. Eine Welle kann sinusförmig, zackenförmig, sägezahnförmig, aus mehreren Oberwellen zusammengesetzt, periodisch oder nichtperiodisch usw. sein.

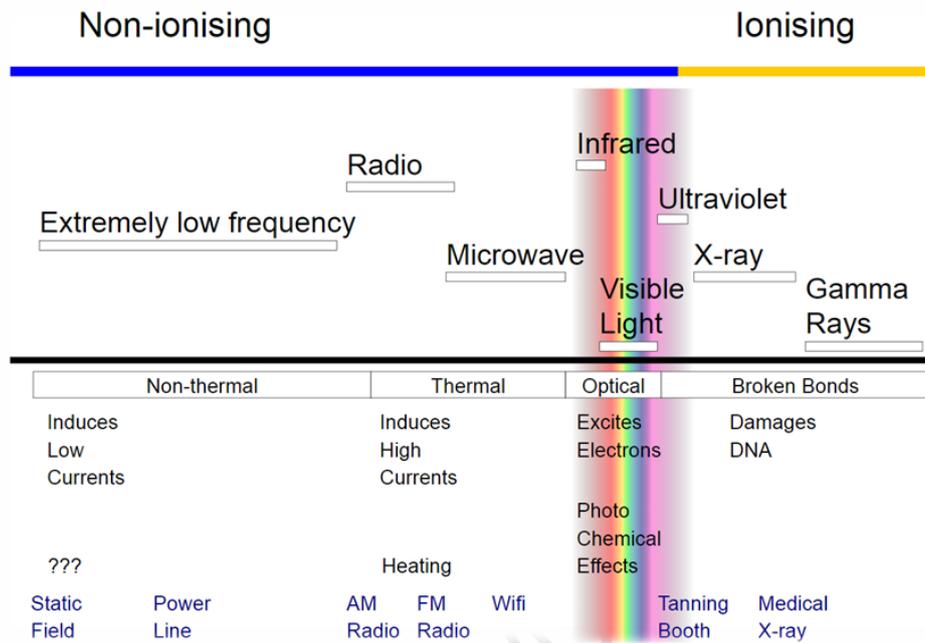
Die Amplitude einer Welle, gleich welcher Art, bestimmt ihre Intensität, sozusagen ihr Energieniveau, je nach Art der Welle. Zur Veranschaulichung: Ein Ton mit geringer Amplitude ist kaum hörbar, während ein Ton mit hoher Amplitude für unsere Ohren schmerzhaft sein oder sogar unser Trommelfell beschädigen kann. Ein weiteres Beispiel: UV ist eine elektromagnetische Welle, die als Strahlung mit mutagener Wirkung eingestuft wird. In kleinen Dosen ermöglichen die UV-Strahlen die Synthese von Vitamin D und sind die Ursache für die Bräunung; in großen Dosen können sie Hautkrebs verursachen.

Die **Frequenz** einer Welle, gleich welcher Art, gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde der betreffenden Welle an. Also eine Welle, die sich einmal pro Sekunde mit einer Frequenz von 1 Hertz wiederholt, zehnmal pro Sekunde => 10 Hertz, 1 Million Mal pro Sekunde => 1 Mega-Hertz, was 1 MHz geschrieben wird.

Die **Wellenlänge einer** elektromagnetischen Welle ist eng mit ihrer Frequenz verbunden. Die Lambda-Wellenlänge wird durch die Formel λ bestimmt, die der Lichtgeschwindigkeit geteilt durch die Frequenz der Welle entspricht: $\lambda = c / f = [\text{m/s}] / [1/\text{s}] = [\text{m}]$. Millimeterwellen sind also Wellen, deren Wellenlänge in der Größenordnung eines Millimeters liegt, d.h. deren Frequenz zwischen 1 und 100 GHz (Giga-Hertz) beträgt.

Die **Phase einer Welle**, gleich welcher Art, charakterisiert die Verschiebung der Welle in Bezug auf einen bestimmten Bezugsrahmen oder in Bezug auf eine andere Welle. Zwei Wellen können gleichphasig sein und sich somit addieren oder gegenphasig sein und sich gegenseitig auslöschen.

Die elektromagnetischen Wellen von 5G liegen zwischen dem Radiofrequenzspektrum und dem Mikrowellenspektrum. Die Auswirkungen der elektromagnetischen 5G-Wellen auf unsere Gesundheit hängen also von der Amplitude des 5G-Signals (den sogenannten Immissionswerten), den verwendeten Frequenzen und der Dauer der Exposition ab.



12

Gesundheitliche Dimension

Zur bisherigen NIS-Belastung in der Schweiz: Der durchschnittliche Belastungswert liegt bei 0,2 V/m und ist zwischen 2008 und 2015 stabil geblieben. Je höher die Exposition, desto stärker ist das Gebiet verstädtert. Die höchste durchschnittliche Exposition wird in öffentlichen Verkehrsmitteln gemessen, wo viele Menschen Mobiltelefone benutzen (0,55 V/m). Der größte Teil des NIS, dem ein durchschnittlicher Nutzer ausgesetzt ist, stammt daher von körpernahen Geräten (ca. 90 %).

Lektion 1: Die durchschnittliche Exposition ist gering (~0,2 V/m). **Lektion Nr.2:** Die Hauptquelle der Exposition ist die persönliche Ausrüstung und nicht die Infrastruktur.

Heute sind die 5G-Frequenzen ähnlich wie 4G, die Sendeleistung ist durch die Gesetzgebung begrenzt, die 5G-Signalfrequenz ist ähnlich wie 4G (oder WLAN), **Fazit:** Was aus der bisherigen Gesundheitsforschung bekannt ist, gilt auch für 5G.

Die Arbeitsgruppe des UVEK stellt fest, dass unterhalb der im NIS festgelegten AGW für die derzeit verwendeten Mobilfunkfrequenzen keine gesundheitlichen Auswirkungen nachgewiesen werden konnten. Epidemiologische Studien über die Nutzung von Mobiltelefonen und die Entwicklung von Hirntumoren sind noch nicht einheitlich. Insgesamt wird die Beweislage daher weiterhin als begrenzt angesehen. In einer 2014 veröffentlichten Studie konnte kein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber einer Radio- oder Fernsehstation und den zwischen 1985 und 2008 in der Schweiz diagnostizierten Krebsfällen bei Kindern festgestellt werden.

Eine Reihe von Humanstudien kam zu dem Schluss, dass die Exposition des Kopfes gegenüber Handystrahlung die Gehirnwellen in Ruhe und während des Schlafs beeinflusst. Da die Qualität des

¹² Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Rayonnement_non_ionisant

Schlafs nicht beeinträchtigt wurde, ist die Bedeutung dieser gesundheitlichen Auswirkungen unklar. Inwieweit die Signalcharakteristik eine Rolle spielt, ist jedoch noch nicht ausreichend untersucht worden.

Der Anteil der Personen mit überdurchschnittlicher Exposition ist sehr gering. Die Studien sind daher nicht hinreichend aussagekräftig, um die Auswirkungen bei Expositionsniveaus zu bewerten, die mit dem AGW vergleichbar oder höher sind (unzureichende Belege).

Elektromagnetische Überempfindlichkeit: Aufgrund der methodischen Schwierigkeiten bei der Untersuchung der elektromagnetischen Überempfindlichkeit sind weitere Forschungen in diesem Bereich erforderlich.

Es gibt bereits Zell- und Tierstudien über die Exposition gegenüber dem Frequenzbereich 30-65 GHz (Millimeterwellen). Die Ergebnisse sind jedoch nicht aussagekräftig genug, um die Beweise zu bewerten.

Wirtschaftliche Dimension: Optionen für die 5G-Einführung

Die verschiedenen Szenarien für die Einführung von 5G in der Schweiz sind im Bericht des UVEK: "Mobilfunk- und Strahlenbericht" vom 18.11.2019 aufgeführt¹³.

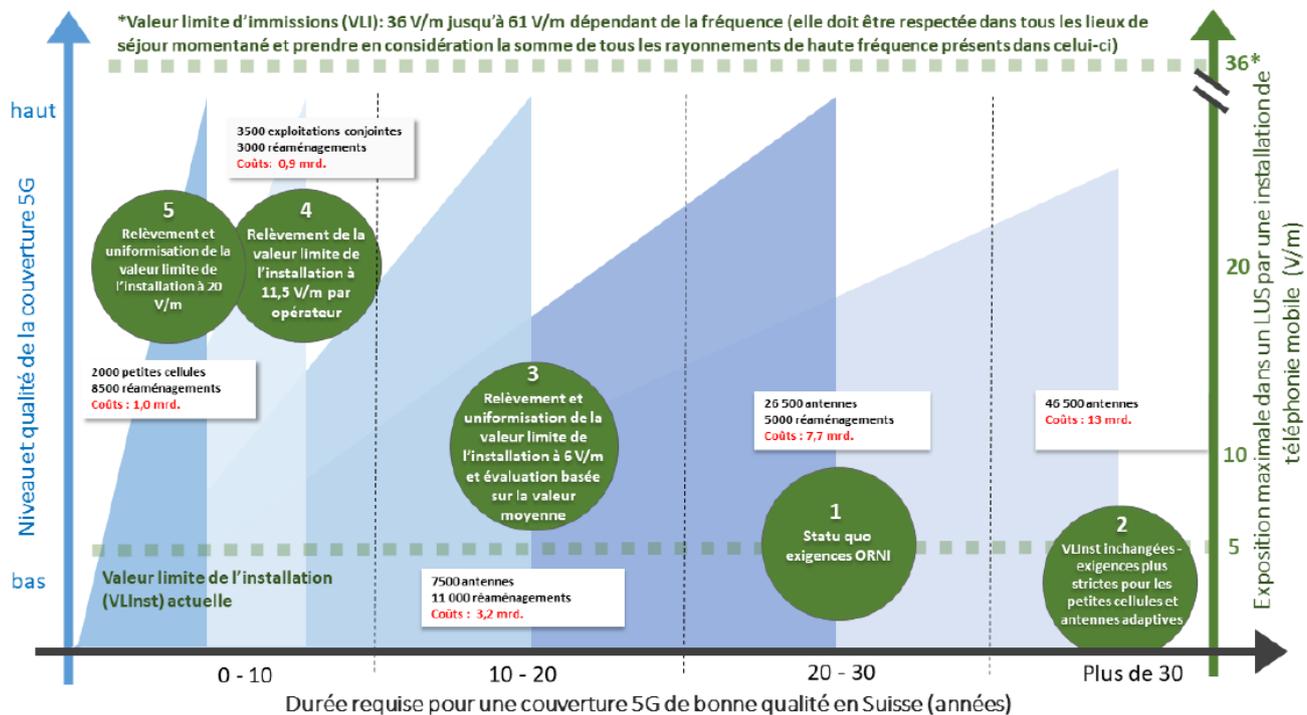
Option 1 ist der Status quo, d. h. mit unveränderten AGW-Niveaus, was bedeuten würde, dass für ein erfolgreiches 5G-Netz ~26.000 zusätzliche Funkstationen benötigt würden. Dies würde Kapitalkosten von ca. 7,9 Milliarden, Betriebskosten von 2,1 Milliarden und eine Errichtungszeit von 20-30 Jahren bedeuten.

Option 2 besteht darin, die AGW unverändert zu lassen, aber in den NRB strengere Anforderungen für kleine Zellen und adaptive Antennen festzulegen. Dies würde bedeuten, dass für ein hochleistungsfähiges 5G-Netz ca. 46.000 zusätzliche Funkstationen erforderlich wären. Dies würde Kapitalkosten von ca. 13 Milliarden, Betriebskosten von 3,5 Milliarden und eine Errichtungszeit von 30 Jahren bedeuten.

Die **Optionen 3,4,5** entsprechen einer Erhöhung der AGW, was eine Anpassung des ORNI voraussetzt. Dies hätte den Vorteil, dass ein leistungsfähiges 5G-Netz innerhalb weniger Jahre gewährleistet wäre. Dies würde Investitionskosten in Höhe von 1 bis 3,2 Milliarden und Betriebskosten von 800 Millionen bedeuten. Die maximale Exposition wäre das 2- bis 5-fache der derzeitigen Exposition. Die Exposition durch Endgeräte würde gleich bleiben.

¹³ https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/mobilfunk_und_strahlung.html

Die grafische Darstellung aus dem UVEK-Bericht "Mobilfunk und Strahlenbericht" vom 18.11.2019¹⁴ veranschaulicht die verschiedenen Optionen.



Die Arbeitsgruppe des UVEK formuliert folgende flankierende Massnahmen: Vereinfachung und Harmonisierung des Vollzugs; Überwachung der Exposition und der gesundheitlichen Auswirkungen; Information und Sensibilisierung der Bevölkerung; Förderung der Forschung über die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen des Mobilfunks; umweltmedizinischer Beratungsdienst zur NIS; Schaffung der Austauschplattform "Mobilfunk der Zukunft". Der Bundesrat betraut das BAFU (Bundesamt für Umwelt) mit der Umsetzung dieser Massnahmen.

Ökologische Dimension

Die Einführung von 5G hat, wie alle Veränderungen, auch ökologische Auswirkungen. Es ist also möglich, in qualitativer Hinsicht einige Auswirkungen von 5G auf das Ökosystem zu nennen. Für die gleiche Menge an übertragenen Daten verbraucht 5G weniger Energie als 4G. Wenn unsere Gesellschaft jedoch mehr Daten verbraucht, wird dieser erste Effekt zunichte gemacht, man spricht von einem Rebound-Effekt. Der größte Teil des Datenverkehrs wird für Videostreaming verwendet. 5G-Mobiltelefone verbrauchen knappe Ressourcen, ihre Herstellung erzeugt CO₂, und die Arbeitsbedingungen für die Gewinnung der für ihre Herstellung erforderlichen Ressourcen haben ökologische und soziale Auswirkungen. Die Erneuerung des Fuhrparks wird daher Auswirkungen auf die Umwelt haben. Schließlich wird die Errichtung zusätzlicher Antennen Auswirkungen auf das Stadt- und Landschaftsbild haben.

¹⁴ https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/mobilfunk_und_strahlung.html

Abschluss: Erinnerung an die Position von Swiss Engineering

Es geht nicht darum, für oder gegen 5G zu sein, sondern darum, es in all seinen Dimensionen zu verstehen. Bei ihrem Einsatz muss dieser systemische Ansatz berücksichtigt und die Positionen der Befürworter und Gegner berücksichtigt werden.

Für die Befürworter ist 5G Teil der Digitalstrategie des Bundes, fördert Innovation und wirtschaftliche Entwicklung, stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz und entspricht den Anforderungen von Gesellschaft und Wirtschaft.

Für die Gegner bleiben die Auswirkungen von 5G auf die Gesundheit und die Umwelt unklar, ebenso wie sein Nutzen. Es geht darum, das Vorsorgeprinzip aufrechtzuerhalten und einen überstürzten Konsum zu vermeiden, der nicht mit den Erwartungen der Gesellschaft übereinstimmt.

Swiss Engineering vertritt folgende Position: In Anbetracht der Tatsache, dass die Frequenzen für 5G derzeit die gleichen sind wie für 4G, dass sich die Immissionsgrenzwerte in der Verordnung (NIRB¹⁵) nicht geändert haben und dass die Konzessionen für Millimeterwellen nicht erteilt wurden, **befürwortet** Swiss Engineering die Einführung von 5G. Hingegen kann Swiss Engineering den Schlussfolgerungen des Berichts der Arbeitsgruppe "Mobilfunk und Strahlenbericht" des UVEK vom 18.11.2019 zustimmen¹⁶. Swiss Engineering ist **zudem der** Meinung, dass die Auswirkungen der Nutzung von Millimeterwellen auf die Gesundheit und die Umwelt weiter untersucht werden müssen.

Schliesslich schliesst sich Swiss Engineering der Position des Bundes (BAFU) vom 23. Februar 2021 an, der festhält: *"Den Ausbau des 5G-Netzes mit adaptiven Antennen ermöglichen und dabei die geltenden Grenzwerte für Mobilfunkanlagen einhalten: Das ist das Ziel der ergänzten Vollzugshilfe des Bundesamts für Umwelt (BAFU) für die Kantone und Gemeinden, welche die Berechnung der Strahlung von adaptiven Antennen präzisiert. Die Umsetzungshilfe berücksichtigt sowohl den Schutz der Bevölkerung vor Strahlung als auch das Interesse der Nutzer an einem gut ausgebauten Mobilfunknetz¹⁷.*

Quellen

Bericht Mobiltelefonie und Strahlung : Herausgegeben von der Arbeitsgruppe Mobiltelefonie und Strahlung im Auftrag des UVEK / 18. November 2019
ETH-Z 5G Konferenz: https://riskcenter.ethz.ch/events/dialogue-event.html Teil I zu 5G: Technologische Risiken. Dr. Gregor Dürrenberger: FSM Schweizerische Forschungsstiftung für Elektrizität und Mobilkommunikation. (Mitglied der Arbeitsgruppe DETEC)
Mobiltelefonie und 5G: Die Verwaltung adaptiver Antennen wurde von der FC geklärt: https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electrosmog/communiqués.msg-id-82401.html
Blog ariase: https://blog.ariase.com/mobile/rubriques/5g
Websites: 5G-Sicherheit : https://www.pandasecurity.com/fr/mediacenter/mobile-news/risque-5g-sur-donnees-personnelles/https://blog.f-secure.com/fr/la-5g-constitue-t-elle-une-menace-pour-la-cybersecurite/https://blog.f-secure.com/5g-and-iot-how-will-security-change/
Wikipedia

September 2022

¹⁵ <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2000/38/fr> NIRB: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung.

¹⁶ https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/elektromagnetische-felder-emf-uv-laser-licht/mobilfunk_und_strahlung.html

¹⁷ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/electrosmog/communiqués.msg-id-82401.html> : Mobiltelefonie: Implementierungshilfe für adaptive Antennen veröffentlicht