

**INFORMATIONSVORLAGE**

Dezernat/Amt	Verantwortlich	Tel.Nr.	Datum
I / DIGIT	Herr Mutter	5500	15.01.2021
V / Garten- und Tiefbauamt	Herr Uekermann	4600	

---

**Betreff:**

**Digitale Infrastruktur in der Stadt Freiburg i. Br.**

**a) Ausbau des Glasfasernetzes in Freiburg**

**b) Ausbau des Mobilfunknetzes 4G/LTE – 5G**

---

Beratungsfolge	Sitzungstermin	Öff.	N.Ö.	Empfehlung	Beschluss
1. HFA	25.01.2021		X		
2. GR	02.02.2021	X			

---

Anhörung Ortschaftsrat (§ 70 Abs. 1 GemO):   nein

Abstimmung mit städtischen Gesellschaften:   nein

---

**Ergebnis:**

**Der Gemeinderat nimmt den Bericht der Verwaltung gemäß Drucksache G-21/031 zum Stand des Ausbaus von Glasfaser und Mobilfunk in Freiburg zur Kenntnis.**

---

Anlagen:

1. Schreiben des Bundesamtes für Strahlenschutz
2. Dokumentation Fazit der Teilnehmenden – Gesprächsrunde zu 5G
3. Stellungnahmen des Aktionsbündnisses Freiburg 5G-frei
4. Umweltbundesamt: Vorbericht Studie „Energie- und Ressourceneffizienz digitaler Infrastrukturen“ (als Hintergrundinformation)

**1. Ausgangslage**

Für eine zukunftsweisende Stadtentwicklung im Interesse von Bürgerschaft, Wirtschaft und Wissenschaft wird eine gute digitale Infrastruktur vorausgesetzt. Dies umfasst die Internetversorgung mit ausreichender Bandbreite für den privaten und den gewerblichen Bereich. In den letzten Jahren ist diese in Freiburg wiederholt thematisiert worden, immer wieder gab es Beschwerden über eine nicht als ausreichend angesehene Versorgung. Dies gilt gleichermaßen für die Versorgung mit Mobilfunk. Diese wird allerdings – wie sich bei der Einwohner\_innenversammlung „Mobilfunk der 5. Generation“ (5G) in Freiburg“ am 13.11.2019 gezeigt hat – von einem Teil der Bürgerschaft auch als problematisch empfunden.

Die derzeitige Infrastruktur für digitale Übertragung in Freiburg führte beim sog. „Smart City-Index“ der BITKOM im Oktober 2020 zur Abwertung im Städteranking. Während Freiburg insgesamt – im Vergleich der 81 Städte über 100.000 Einwohner\_innen – Platz 15 erreichte, ergibt sich für den Bewertungsbereich „Digitale Infrastruktur“ lediglich Platz 35. Dieser im Index abgebildete Rückstand wird auch von Seiten der Telekommunikationsanbieter bestätigt. Aktuell herrscht in der Stadt sehr viel Dynamik in dessen Ausbau. Es gibt sehr umfassende Planungen für den Glasfaser- und Mobilfunkbereich, die im Folgenden dargestellt sind. Das Thema Mobilfunk wird dabei ausführlicher behandelt, um auch den Stand der Gespräche mit dem Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei darzustellen.

**2. Aktuelle Planungen bei dem Ausbau von Breitband (Glasfaser)**

In den vergangenen Jahren hat das Garten- und Tiefbauamt (GuT) in Zusammenarbeit mit Telekommunikationsunternehmen eine Verbesserung der Situation erreichen können. Für den überwiegenden Teil der Privathaushalte wurde eine Bandbreite von etwa 50 Mbit/s verfügbar. Im gewerblichen Bereich gab es deutliche Unterschiede und Abweichungen nach oben und unten.

Bei der Bürger\_innenumfrage von 2018 hat sich gezeigt, welche Bedeutung die Internet-Bandbreite für die Bürgerschaft hat. Die Unzufriedenheit mit der Versorgung war teils sehr deutlich. Sie kann vereinzelt relativiert werden, wo leistungsfähige Tarife der Anbieter nicht in Anspruch genommen wurden, obwohl sie verfügbar waren.

Eine auf die Zukunft ausgerichtete Versorgung mit Glasfaser war in der Vergangenheit großflächig nicht erreichbar. Nach dem Beschluss des Gemeinderates zur Gründung des DIGIT und zur Ausweisung einer planmäßigen Stelle für digitale Infrastruktur haben das – für die bauliche/verkehrsrechtliche Seite weiterhin zuständige – GuT und das DIGIT eine umfassende Bestandsaufnahme durchgeführt

und die Gespräche mit der Anbieterseite nochmals intensiviert. Durch die bundesweiten Ausbauvorgaben und -planungen sind umgekehrt auch die Anbieter vermehrt an die Stadt herangetreten. Die ursprünglich vorgesehene Expertise zu detailliert aufgeschlüsselten Ausbaunotwendigkeiten ist durch nun die sich stark beschleunigenden Entwicklungen auf Anbieterseite überholt und aus Verwaltungssicht nicht mehr erforderlich.

Aktuell zeichnet sich ab, dass großflächig eine Anbindung sehr vieler Haushalte über sog. FTTH (fibre to the home) angeboten werden kann. Mit dieser direkten Glasfaseranbindung bis direkt zu den Endnutzenden in den Wohneinheiten, werden Übertragungsraten von 1000 Mbit/s, sprich superschnelles Internet, möglich. Deshalb wird hier auch von Gigabit-Netzen gesprochen. Der Ausbau wird mit Schwerpunkt 2021/2022 erfolgen und in den Folgejahren fortgeführt. Die nachstehenden Zahlen stehen unter dem Vorbehalt, dass die Freiburger Bevölkerung entsprechende Verbindungen bucht. Sie geben also den Ausbauplanungsstand der Anbieter wieder:

1. Telekom: Stadtteile Rieselfeld und größere Teile der Wiehre. Zusätzliche Bereiche und Stadtteile sind angekündigt worden. Nach neuestem Stand erfolgt eine Erweiterung in der Wiehre. Das bedeutet eine Anschlussmöglichkeit für dann etwa 20.000 Haushalte in den genannten Stadtteilen. Insgesamt beabsichtigt die Telekom in den nächsten Jahren weitere Gebieten und mehrere zehntausend Haushalte zusätzlich anzuschließen. Die Basisinfrastruktur wird von der Telekom unabhängig von den tatsächlichen Buchungen auf jeden Fall vorgenommen. Die maximale Bandbreite liegt bei 1 GBit/s. Die ersten Ausbautrassen sind bereits genehmigt, die Telekom wird mit den Tiefbauarbeiten voraussichtlich im Februar/März 2021 beginnen. Darüber hinaus hat die Telekom bereits in gewerblichen Gebieten in der Unterwiehre und im Gewerbegebiet Hochdorf Verlegearbeiten (weitestgehend) abgeschlossen.
2. Cable4: Cable4 wird in Kooperation mit BadenIT Wohnungsbestand der FSB im Umfang von ca. 9.500 Haushalten anbieten. Darüber hinaus werden weitere Haushalte im Projektgebiet, überwiegend von Wohnungsbaugesellschaften, angeschlossen. Die Planungen sind insgesamt noch nicht hinreichend projektiert. Es lässt sich aber sagen, dass in den nächsten Jahren im Zuge dieser Aktivitäten mehrere zehntausend Haushalte in Freiburg mit Glasfaseranschlüssen versorgt werden.
3. Deutsche Glasfaser: Die Deutsche Glasfaser kooperiert mit Vodafone und verlegt in deren Auftrag bereits im Industriegebiet Nord und im Gewerbegebiet Haid schnelles Internet für den gewerblichen Bereich. Darüber hinaus ist das Telekommunikationsunternehmen Inexio, das bisher die Internetversorgung in den drei Tuniberg-Gemeinden Munzingen, Opfingen und Waltershofen gestellt hat, zwischenzeitlich in der Deutschen Glasfaser aufgegangen. Es sind erste Gespräche geführt worden, ob die Deutsche Glasfaser in weiteren Stadtteilen ebenfalls schnelles Internet verlegen wird.
4. Vodafone: Neben der Kooperation mit der Deutschen Glasfaser sind aktuell noch keine großen Ausbaupläne bekannt. Das Netz wird jedoch stetig ertüchtigt, und es sind erste Gespräche geführt worden, ob Vodafone in weiteren Stadtteilen ebenfalls schnelles Internet verlegen wird.

Teilweise sollen bei den Ausbauarbeiten neue Ansätze bei den Verlegetechniken getestet werden und die Freiburger Planungen pilothaft wirken. Dies kann zu Kostenreduktionen und zu Beschleunigung bei der Umsetzung führen.

Bei vorliegendem Baumbestand bestehen Umsetzungs- und Planungs Herausforderungen, die bisher mit den Telekommunikationsunternehmen und deren Baufirmen gelöst werden konnten.

Allerdings kann es nur dann zu einem zügigen Ausbau kommen, wenn die Stadt eine umfassende koordinierende Funktion wahrnimmt und dadurch Verfahren und Genehmigungsprozesse gebündelt werden. Telekom und Stadt haben dazu eine entsprechende Absichtserklärung unterzeichnet. Mit den anderen Anbieter wird in gleicher Weise verfahren, sobald es konkret ansteht.

Wesentliche Inhalte dieser Absichtserklärungen mit Wirkung für die Stadtverwaltung sind:

- Zentrale Anlaufstellen in der Stadtverwaltung werden bereitgestellt
- Verfahrensbeschleunigung bei allen rechtlich notwendigen Verfahren wird angestrebt
- Eng abgestimmte und konzentrierte Standortsuche für Verteileranlagen
- Prüfung alternativer Verlegeverfahren, insbesondere im Zusammenhang mit dem Baumbestand

Der zügige Glasfaserausbau ist von enormer Wichtigkeit und hat eine entsprechende Priorität. Deshalb wird eine Arbeitsstruktur aufgebaut, die von DIGIT und dem weiterhin für Genehmigungsverfahren zuständigen GuT sichergestellt wird. Im GuT erfolgt eine Bündelung von Aufgaben in einer Stabsstelle direkt bei der Amtsleitung. Im DIGIT ist bereits eine Zuordnung des Bereiches zur Amtsleitung gegeben. Beide jeweils verantwortlichen Projektleitungen werden als Team eng zusammenarbeiten. Die jeweiligen Schwerpunkte ergeben sich aus den bisherigen Amtsverantwortlichkeiten. Der Umfang der geplanten Ausbauten stellt dennoch die beiden Ämter vor große Herausforderungen, insbesondere weil weitere Großprojekte in dieselbe Zeitspanne fallen. Auswirkungen zu Lasten anderer Bereiche sind zu erwarten.

GuT und DIGIT prüfen darüber hinaus, ob die Stadt Freiburg künftig ein eigenes Leerrohrnetz sinnvoll aufbauen kann, um den Breitbandausbau zusätzlich zu beschleunigen, die Anwohnerschaft und das Verkehrsnetz von häufigen Baustellen zu entlasten und gleichzeitig den Baumschutz zu gewährleisten. Mit verlegten Leerrohren müsste in Zukunft nicht bei jeder Ertüchtigung der Gehweg/die Straße auf voller Länge aufgerissen werden. Die Prüfung soll bis Frühjahr/Sommer 2021 abgeschlossen sein.

Erforderlich ist auch eine Ertüchtigung des für die Planungs- und Genehmigungsabwicklung eingesetzten Fachverfahrens „Kommunalregie“. Für dessen Weiterentwicklung werden Ressourcen des DIGIT mit eingebracht. Erforderliche finanzielle Aufwände sind momentan noch nicht abschätzbar, dürften aber in überschaubarem Rahmen bleiben. Ein dadurch optimierter Verfahrensablauf kommt – neben dem Breitbandausbau – auch anderen Bereichen zugute.

### **3. Ausbau der Mobilfunknetze**

Zum Ausbau des Mobilfunknetzes, insbesondere zur Frage des Ausbaus von 5G wurde im Gemeinderat bereits am 04.02.2020 berichtet (Drucksache G-20/050). Dies stand im Zusammenhang mit der Nachbereitung der Einwohner\_innenversammlung vom 13.11.2019.

Die Kontakte der Verwaltung mit den Mobilfunkanbietern wurden im Laufe der letzten eineinhalb Jahre intensiviert. Ebenso gab es weiterhin Kontakt mit dem Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei. Durch Corona-Beschränkungen gab es allerdings auch zeitlich größere Abstände zwischen Gesprächen.

Gemäß der Drucksache G-20/050 war vorgesehen, einen koordinierten und emissionsmindernden Ausbau zu erreichen. Der dabei begrenzte Handlungsspielraum auf kommunaler Ebene wurde ebenfalls in der Drucksache dargestellt.

Ferner wurde ausgeführt, dass die Verwaltung zu einer Gesprächsrunde mit der Anbieterseite, dem Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei und weiteren stadtgesellschaftlichen Akteur\_innen einladen werde.

Schließlich wurde auch dokumentiert, dass weiterhin Kontakt mit dem Bundesamt für Strahlenschutz gesucht werde, um noch Fragen und Vorschläge aus der Einwohner\_innenversammlung zu klären, aber auch um den aktuellen Forschungsstand in Erfahrung zu bringen.

#### **3.1 Bundesamt für Strahlenschutz**

In der Zwischenzeit ist ein Kompetenzzentrum Elektromagnetische Felder in Cottbus gegründet worden. Auf das Schreiben des Bundesamtes vom 21.10.2020 in der Anlage wird verwiesen. Änderungen der bisher vom Bundesamt vertretenen Einschätzungen sind damit nicht gegeben, was die Einschätzung von Risiken oder Gefährdungen betrifft. Forschungen sind im Gange, teilweise liegen erste Ergebnisse vor.

#### **3.2 Ausbauplanungen der Anbieter in den Jahren 2020 und 2021 ff.**

Alle Anbieter weisen darauf hin, dass der berichtete ein aktueller Planungsstand ist und sich noch verändern könne. Im fachlichen Austausch der letzten Monate wurde von ihnen deutlich gemacht, dass mehr Standorte nötig seien, aber eine „Verspargelung“ der Stadt nicht erfolgen werde und man bereit sei, da wo möglich, Masten gemeinsam zu nutzen. Es werde Bereiche geben, in denen man mehr Anlagen benötige, in anderen nicht. Dies hänge ab von der Nachfrage, aber auch von den eingesetzten Frequenzbändern: hohe Frequenzbänder bedeuten kurze Reichweite und geringe Latenz; niedrige Frequenzbänder bedeuten große Reichweite und höhere Latenz.

Im August 2020 hat die Telekom begonnen, 5G in Freiburg zu realisieren. Dies geschah vor allem über sog. Refarming: Dabei werden bestehende Frequenzbereiche mittels „Dynamics Spectrum Sharing“ genutzt, so dass die Bereiche nun für LTE (4G) und 5G angeboten werden können. Die Technik erkennt dabei, welchen Mobilfunkstandard der/die Nutzende benötigt und bedient diesen. Bei diesem

Refarming gibt es keine baurechtliche Änderung der Bestandstechnik (lediglich ein Tausch von Einschubkästen), keine neuen Antennen und keine standortbescheinigungspflichtige Änderung. Alle Kommunen wurden Mitte 2020 zu dieser Umrüstung in einer zentralen E-Mail angeschrieben. Die Rückmeldungen der Kommunen waren laut Telekom überwiegend positiv.

In der Vergangenheit und aktuell betreibt die Telekom im 2,1 Gigaband UMTS (3G). In diesem Frequenzband wird derzeit aber bereits die Hälfte des Frequenzspektrums für 4G/5G genutzt. Bei der anderen Hälfte wird ab Juli 2021 UMTS zurückgefahren, um es für eine Nutzung von 4G/5G freizugeben. Es gibt 63 Standorte im Bestand davon 8 Small Cells (Funkbasisstationen mit geringer Ausgangsleistung). Geplant werden derzeit 29 Neubaustandorte, davon 3 Small Cells. Von den neuen Standorten sollen 12 mit 5G in Betrieb genommen werden. Es wird dabei auch weiterhin in den LTE-Ausbau investiert. Die Planungen können sich ändern, in der Tendenz ist eher mit einem größeren Ausbau zu rechnen.

Telefónica betreibt derzeit 52 Standorte. Sie baut zunächst ihr LTE-Netz fertig. In diesem Rahmen sind noch ca. 20 LTE Modernisierungen geplant. Aktuell werden auch einige neue Standorte gesucht. Das Netz steht unter Belastungsstress, so dass zur Entlastung eine 5G-Zuschaltung geplant wird (zunächst bei ca. 25 Standorten).

Vodafone verfügt über 38 Mobilfunkstandorte, davon 35 x LTE, 1 x 5G (Privatgelände 3,5GHz). Das ist für die Fläche Freiburgs vergleichsweise wenig und dadurch gibt es Engpässe. 8 LTE-Standorte sind modernisiert (Kapazitäts-Upgrade). Bis Mitte 2021 sollen 3 weitere LTE-Standorte modernisiert werden und 11 Standorte 5G-ertüchtigt werden (DSS Upgrade). Die Frequenzen werden bei 700 Mhz bis zu 2600 Mhz liegen.

### **3.3 Gesprächsrunde zum 5G-Ausbau**

Aufgrund der Corona-Situation und aufgrund noch fehlender Planungsgrundlagen bei den Anbietern im ersten Halbjahr konnte die geplante Gesprächsrunde erst am 12.11.2020 durchgeführt werden. Ursprünglich als Präsenzveranstaltung mit einem hohen Standard an Hygiene- und Abstandsregeln gedacht, musste dann schlussendlich doch auf ein 4-stündiges Treffen im Videokonferenzformat gewechselt werden. Diesen Weg sind alle Beteiligten mitgegangen.

Eingeladen wurden neben den Anbietern (Telefónica, Vodafone und Telekom. Drillisch wollte nicht teilnehmen, da sie vor Ort nicht im 5G-Mobilfunkbereich aktiv sind), das Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei und wesentliche Gruppen von Nutzer\_innen. Diese waren vertreten durch die Universität Freiburg, die IHK, den Chaos Computer-Club, Schüler\_innen/Studierenden und die Arbeitsgemeinschaft Freiburger Bürgervereine, deren Vertreter\_innen allerdings kurzfristig verhindert waren. Moderiert wurde durch Dr. Bode, der bereits die Einwohner\_innenversammlung am 13.11.2019 moderiert hatte.

Das Gespräch verlief sachlich und in den Inhalten teils kontrovers. In drei Sequenzen wurden blockweise besprochen: 1.) Stand zum 5G-Ausbau; 2.) die laufenden Planungen der Anbieter und 3.) Punkte, in denen gegenseitige Erwartungen oder Annäherungen liegen.

Nicht vorgesehen war, eine erneute Auflage der Inhalte der Einwohner\_innenversammlung durchzuführen. Einzelne Aspekte wurden aber angesprochen.

### 3.4 Wichtigste Botschaften aus jeweiliger Sicht

Auf die Anlage „Dokumentation Fazit der Teilnehmenden – Gesprächsrunde zu 5G“ wird verwiesen. Die – teils nachgereichten – Stellungnahmen des Aktionsbündnisses sind als Anlagen ebenfalls beigefügt.

Wichtige Botschaften:

#### Aktionsbündnis:

s. Anlage.

Ergänzend dazu: Aus Sicht des Aktionsbündnisses Freiburg 5G-frei werde die biologische Wirkung auf die verschiedenen Lebensformen noch nicht ausreichend wahrgenommen und diskutiert. Bei besonders sensiblen Einrichtungen sollten Kabelverbindungen Vorrang haben und keine Versorgung mit Funk. Man solle ein Pilotprojekt der Versorgung mit Glasfaser bis zum Hausanschluss machen. Außerdem möchte das Aktionsbündnis in den noch zu schaffenden Digitalisierungsbeirat der Stadt aufgenommen werden. Die beiden Leitziele der Digitalisierungsstrategie – Nachhaltigkeit und Gemeinwohlorientierung – sollten laufend überprüft werden. Aus Sicht des Bündnisses wurden insgesamt im Gespräch ihre wichtigsten Fragen nicht beantwortet.

#### Chaos Computer Club:

Die Stadt Freiburg solle sich nicht von den Providern treiben lassen. Der Ausbau von Glasfaser und Funk sei wichtig, aber Glasfaser solle bevorzugt werden, v. a. bei öffentlichen Einrichtungen. Die Upload-Geschwindigkeiten bei Festnetz müssten steigen. Den weiteren Prozess möchte man gerne begleiten, gerne sach- und faktenbasiert. Es wurden Sorgen vor einer vorschnellen Einführung von Frequenzen höher als 10 Ghz geäußert [Hinweis: Diese Frequenzen sind noch nicht von der Bundesnetzagentur versteigert worden] – hier sollten erst hinreichende Fakten zur Bioverträglichkeit vorliegen. Strahlenschutz werde von Behörden ernst genommen. Messgeräte, die von Bürger\_innen verwendet werden, seien nicht geeignet, Mobilfunkstrahlung zu messen. Es sollte geklärt werden, in welchen Fällen eine Prüfung durch die Bundesnetzagentur veranlasst werden könne.

#### Die Anbieter:

(Telekom, Telefónica und Vodafone wegen ähnlichem Tenor zusammengefasst)

Die Gespräche mit der Stadt sollten vertieft, offene Fragen geklärt und der Ausbau beschleunigt werden. Freiburg brauche ein schnelles Mobilfunknetz und die Stimmen für den Ausbau seien klar und positiv. Es gibt den Wunsch nach frühzeitiger kommunaler Beteiligung zur Standortsuche, und es brauche den Dialog zu unterschiedlichen Standortoptionen. Bei Standortsuchverfahren biete die Stadt bisher leider keine Alternativen an, u. a. wegen des Mobilfunkbeschlusses, der im Hinblick auf niedrigere Immissionen kontraproduktiv sein könnte. Die Stadt müsse bei

der Standortsuche deutlich aktiver werden, um einen eigenen Beitrag für eine zeitgemäße Versorgung zu leisten. Infrastruktur solle von allen benutzt werden können. Bei Neubaugebieten solle eine frühzeitige Einbindung aller Betroffenen erfolgen und nachhaltige Lösungssuche für Standorte stattfinden. Ein regelmäßiger Austausch sei wichtig. Wo die Anbieter zusammen arbeiten könnten, solle dies geschehen.

IHK:

(Die IHK vertritt in der Runde neben sich selber auch weitere Wirtschaftsverbände.)

Der Ausbau der Infrastruktur solle unter Einbezug der Wirtschaft – als relevante Anwender – erfolgen und man brauche Technologieoffenheit. 5G sei wichtig für die Wettbewerbsfähigkeit – national und international. Es müsse eine gute Infrastruktur vorhanden sein. Vieles könne mit 4G nicht umgesetzt werden. 5G sei auch mehr als Mobilfunk und stelle die zentrale Steuerungstechnologie für die digitale Zukunft dar: Es gebe zahlreiche Anwendungsszenarien, z. B. vernetztes Fahren, Parkraumbewirtschaftung, industrielle Anwendungen, Datenaustausch zwischen Maschinen. 5G sei ein „Enabler“ („Möglichmacher“). Es habe eine große Bedeutung für Unternehmen, deshalb sei insbesondere in Industriegebieten ein Angebot wichtig, z. B. für Campusnetze. Da viele Betriebe/Mittelständler nicht in Industriegebieten lägen, brauche es auch über diese hinaus einen breiteren Ausbau. Für Privatanwender\_innen habe dies aus Sicht der Wirtschaft nicht die gleiche Bedeutung. Auf die Bereiche mit viel Wirtschaft solle deshalb der Ausbauswerpunkt gelegt werden.

Universität:

Seitens der Wissenschaft und Forschung seien große Bandbreiten notwendig und zwar je mehr desto besser. Insbesondere würden geringe Latenzen (Verzögerungszeiten zwischen Sender/Empfänger) benötigt, die nur mit 5G möglich sind. Anwendungsfälle vor allem im Außenbereich (z. B. Landwirtschaft – Robotic zur Reduzierung von Düngemiteleinsatz, Forst – Baumverhalten unter bestimmten Bedingungen usw.) erforderten 5G. Das werde in absehbarer Zeit ein extrem wichtiger Standortfaktor sein. Ein Campusnetz für die Universität sei geplant: Die technische und biologische Fakultät brauchten mobile Lösungen. Es reiche nicht, bei den Anwendungsszenarien auf die Gegenwart zu schauen, sondern für die Zukunft zu denken. Wer am schnellsten eine gute Infrastruktur habe, könne schnell neue Entwicklungen machen und sich im Wettbewerb positionieren. In Norden Deutschlands gäbe es die 5G-Diskussion wie in Freiburg nicht. Eine gute Infrastruktur fördere eine Entwicklung und Innovationen, die heute noch nicht vorstellbar seien. Auf die Verhältnismäßigkeit des Ausbaus solle geachtet werden und es solle eine gute Informationslage darüber, was geschieht, hergestellt werden.

Schüler\_innen/Studierenden

Die Schüler\_innen/Studierenden betonen die Wichtigkeit einer guten, stabilen und bezahlbaren Internetversorgung für deren alltägliches Leben. Insbesondere solle der Zugang zu digitaler Bildung standortunabhängig gewährleistet werden. Bildungsgerechtigkeit lasse sich nur erreichen, wenn Mobilfunkverträge für alle bezahlbar seien.

Die Strahlenbelastung solle man transparent machen, dabei aber den Nutzen nicht außer Acht lassen. Der Nutzen sei insgesamt höher als die Auswirkungen der Strahlenbelastung, die den meisten Expert\_innen zufolge unbedenklich seien. Wichtig sei regelmäßiger Austausch und Transparenz bezüglich der Entwicklungen und des Ausbaus. Beteiligung von jungen Bürger\_innen sei dabei wichtig. Weiter solle der Ausbau und die Energieversorgung des 5G-Netzes CO<sub>2</sub>-neutral – und auch in dieser Hinsicht transparent – sein. 5G werde von entscheidender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit und die Innovationsfähigkeit der Region sein. Damit sei ein Ausbau des 5G-Netzes wichtiger Faktor für (auch eigene) zukunftsfähige Jobs sowie für den langfristigen Wohlstand der Region.

### 3.5 Fazit

Die am Gespräch vertretenen Institutionen und Personen haben überwiegend Ausbaunotwendigkeiten gesehen. Das Aktionsbündnis lehnt den Ausbau von 5G ab und fordert ein Moratorium, das aus ihrer Sicht kommunal auch zulässig und sinnvoll sei.

Übereinstimmung bestand darin, dass seitens der Stadt gegenüber der Bevölkerung ein hohes Maß an Transparenz über den Ausbau- und Planungsstand herzustellen ist, seitens der Anbieter sowohl gegenüber der Stadt und der Bevölkerung. Dazu werden der Austausch mit den Anbietern fortgeführt und geeignete Wege gesucht.

Frühzeitige Abstimmungen im Sinne einer geordneten Ausbauplanung mit der Schaffung von Standortalternativen sind wichtig, weil dadurch ggf. eine Verringerung von Emissionen oder Anlagen möglich sein könnte. Der bestehende Mobilfunkbeschluss der Stadt reduziert aus Sicht der Anbieter stark die Alternativmöglichkeiten bei der Standortsuche. Aus Sicht der Verwaltung ist diese Einschätzung zutreffend. Vom Aktionsbündnis wird der Mobilfunkbeschluss als Schutz für Elektrosensible und die Menschen generell für unabdingbar gehalten. Der Wunsch, bei Neubaugebieten frühzeitig die Mobilfunkversorgung mitzudenken und mitzuplanen, wird aufgenommen. Die Umweltbelastungen durch den Ausbau bzw. durch Stromversorgung der Anlagen sollten reduziert werden. Bei den Anbieter\_innen gibt es nachhaltigkeitsorientierte Zielsetzungen auf Konzernebene, die von der Verwaltung für die Öffentlichkeit zusammengestellt werden. Wunsch der Verwaltung ist, zumindest in Freiburg für hiesige Anlagen regenerative Energie zu nutzen. Sie wird in diesem Sinne auf die Anbieter\_innen zugehen.

Eine der durchgängigen Forderungen und Wünsche aus dem Gespräch war die Verbesserung der Versorgung mit Glasfaser. Wie in Abschnitt 2 dargestellt wird Freiburg hier bereits kurzfristig einen deutlichen Ausbauschub erfahren. Die Versorgung wird sich – bei entsprechender Inanspruchnahme der angebotenen Tarife – für einen großen Teil der Freiburger Bevölkerung deutlich verbessern.

Bisher sind die hohen Frequenzbänder noch nicht versteigert. Insoweit ist derzeit ein Einsatz in Freiburg nicht absehbar.

Weiterhin gilt, dass die verschiedenen Forderungen des Aktionsbündnisses, insbesondere mit Blick auf ein Moratorium, rechtlich aufgrund der fehlenden kommunalen Handlungsmöglichkeiten nicht umsetzbar sind. Die erhobenen Grundforderungen sind unverändert. Die Bewertungen der Verwaltung, die insbesondere in der Drucksache G-20/050 dargestellt sind, haben unveränderte Gültigkeit. Darauf kann verwiesen werden.

Inzwischen sammelt das Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei erneut Unterschriften, um gemäß § 20 Gemeindeordnung (GemO) über einen entsprechenden Antrag die Behandlung verschiedener Forderungen im Gemeinderat zu erreichen.

Dazu muss ein bestimmtes Quorum erreicht werden und kommunalrechtliche Zulässigkeit festgestellt werden. Sollte dies nach Prüfung der Fall sein, wird die Verwaltung wie bisher auch die nötigen Aufbereitungen vornehmen.

#### **4. Schlussbemerkung**

Aus Sicht der Verwaltung bleibt der Ausbau von Mobilfunk und Glasfaser weiterhin von zentraler Bedeutung. Aufgrund der unterschiedlichen Einsatzfelder stellt sich die Frage eines Entweder-oder nicht. Die Verwaltung sieht den Ausbau beider Technologien als erforderlich an und wird in diesem Sinne weiterhin agieren.

| Verantwortung für Mensch und Umwelt |



Bundesamt für Strahlenschutz

Bundesamt für Strahlenschutz, Postfach 10 01 49, 38201 Salzgitter

Nur per E-Mail

Oberbürgermeister der Stadt Freiburg im Breisgau  
Herrn Martin W. W. Horn  
Rathausplatz 2-4  
79098 Freiburg i. Br.

**Die Präsidentin**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Willy-Brandt-Straße 5  
38226 Salzgitter

Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

Telefon: 030 18333 - 11 01  
Telefax: 030 18333 - 11 05

Datum: 21.10.2020

### Ihr Schreiben vom 15.09.2020 zu 5G - Mobilfunk

Sehr geehrter Herr Oberbürgermeister,

vielen Dank für Ihre Anfrage. Gerne unterstützen wir Sie mit einem aktuellen Überblick zur Forschungslage.

Seit der Gründung des Kompetenzzentrums Elektromagnetische Felder in Cottbus am 05. Februar dieses Jahres verstärken wir unsere Arbeit sowohl in der Forschung als auch in der Kommunikation: <https://www.bfs.de/kompetenzzentrum>.

Das Kompetenzzentrum befindet sich weiter im Aufbau. Wir hoffen, wir können damit zu einer weiteren Versachlichung der Debatte beitragen und allen Akteuren ausreichend Informationen zu Gesundheitsaspekten bei elektromagnetischen Feldern zur Verfügung stellen. Das KEMF bietet auch eine Sprechstunde für Bürgermeister\*innen bzw. Beschäftigte der Kommunen an: <http://www.bfs.de/online-sprechstunde>

Wir haben in der Anlage zu diesem Schreiben den aktuellen Sachstand zu den Fragen aus Ihrer Liste zusammengestellt, soweit sie Strahlenschutzfragen betreffen.

Für weitere Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Inge Paulini

## **Anlage zum Schreiben an den Oberbürgermeister der Stadt Freiburg vom 21.10.2020**

**Sachstand vom 09.10.2020 zu den Fragen 2, 4-9, 11-13 und 15-17 aus der Informationsvorlage an den Gemeinderat (Drucksache G-20/050) vom 24.01.2020**

### **2. Reichweitenmaximierung**

Das Thema Reichweitenmaximierung hat keinen unmittelbar erkennbaren Strahlenschutzbezug. Das BfS hat hierzu keine Forschung initiiert.

### **4. Wann werden die Ergebnisse der vom BfS erwähnten Forschungen zu G5-Risiken vorliegen?**

Aktuell nutzt 5G die Frequenzbereiche 700 Megahertz (MHz), 2 GHz und 3,6 Gigahertz (GHz). In diesen und benachbarten Frequenzbereichen operieren bereits die bekannten Technologien Wireless Local Area Network (WLAN, 2,6 GHz und 5 GHz), Long Term Evolution (LTE, 4G, 1,8 GHz und 2,6 GHz), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS, 1,9 GHz bis 2,1 GHz), Global System for Mobile Communication (GSM, 2G, 1,8 GHz). Der aktuelle Einsatz von 5G findet somit auf der Ebene der Frequenz (und damit der Energie) in bereits vorher benutzten Bereichen statt. Diese Frequenzbereiche wurden unter anderem im Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm eingehend auf gesundheitliche Wirkungen untersucht mit dem Ergebnis, dass unterhalb der Grenzwerte keine negativen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten sind<sup>1 2</sup>. Zukünftig sollen in Deutschland weitere, auf der Weltfunkkonferenz 2019 deklarierte Frequenzbänder bei 26 GHz, 40 GHz und 66 GHz für 5G genutzt werden. Aufgrund der geringeren Reichweite ist eine flächendeckende Versorgung auf diesen Frequenzen unwahrscheinlich. Geplant sind räumlich begrenzte Anwendungen, sogenannte Campusbereiche, etwa auf Grundstücken oder "Hotspots" an belebten Orten. Der wissenschaftlichen Bewertung gesundheitlicher Risiken der Frequenzbänder über 20 GHz liegen deutlich weniger Studien zugrunde, als dies bei den niedrigeren Frequenzbändern der Fall ist. Daher hat das BfS bereits Forschung auf diesem Gebiet initiiert. Erste Ergebnisse liegen bereits vor bzw. sind Ende dieses Jahres zu erwarten. Weitere Projekte sind in Planung.

#### **A) Wirkungen auf Zellen der Körperoberfläche bei Expositionen mit Zenti- und Millimeterwellen (5G Frequenzen):**

- Ziel: Untersuchung der Auswirkungen einer Exposition mit Zenti- und Millimeterwellen (5G-Frequenzen) auf Zellen der Körperoberfläche. Dafür werden humane Hautzellen (Fibroblasten und Keratinozyten) bei zwei unterschiedlichen Leistungsflussdichten und bei zwei unterschiedlichen Frequenzen (27 GHz und 41 GHz) befeuchtet. Zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten (2 Std und 48 Std) werden anschließend die Auswirkungen der Exposition auf die Genexpression und die Deoxyribonukleinsäure (DNA)-Methylierung der Zellen untersucht.
- Forschungsnehmer: Jacobs University Bremen, Focus Area Health
- Laufzeit: Nov. 2019 bis Sept. 2022

#### **B) Bewertende Literaturstudie zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf oxidative Prozesse bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien (inkl. 5G, systematischer Review):**

<sup>1</sup> BfS (2008): Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms. Bewertung der gesundheitlichen Risiken des Mobilfunks. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-201108036032>

<sup>2</sup> SSK (2008): Deutsches Mobilfunk-Forschungsprogramm. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. [https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse\\_PDF/2008/Mobilfunk\\_Forschungsprogramm.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2008/Mobilfunk_Forschungsprogramm.pdf?__blob=publicationFile)

- Ziel: Die Datenlage zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder aller Frequenzbereiche auf den oxidativen Stress wird durch Fachleute systematisch aufgearbeitet und bewertet, Wissenslücken identifiziert und mögliche weitere Forschungsansätze vorgeschlagen.
- Forschungsnehmer: Fraunhofer Institut für Toxikologie und experimentelle Medizin (ITEM), Hannover
- Laufzeit: Sept. 2019 bis Aug. 2020

**C) Internationaler Workshop zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf die belebte Umwelt (inkl. 5G):**

- Ziel: Auf dem internationalen interdisziplinären Workshop wurden unter Beteiligung von Experten aus dem Strahlenschutz, dem Umweltschutz sowie Zoologie, Botanik und Ökologie mögliche Umweltauswirkungen anthropogener elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder aller Frequenzen (Stromleitungen, Elektromobilität und induktives Laden, drahtlose Kommunikation inkl. 5G) auf Tiere, Pflanzen und Ökosysteme zusammengetragen und diskutiert. Ein vollständiger Bericht zum Workshop und dessen Ergebnissen kann auf den Internetseiten des BfS eingesehen werden<sup>3</sup>.
- Organisator: Valentum Kommunikation GmbH
- Laufzeit: Der Workshop fand vom 05.11. bis 07.11.2019 in München statt.
- Ergebnisse zu diesem Workshop sind hier abrufbar: <https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt.html>

**5. Erforschung von biolog. Wirkungen jenseits der Wärme/SAR Werte**

Die Wärmewirkung (thermische Wirkung) ist die einzige wissenschaftlich bestätigte Gesundheitswirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder<sup>4</sup> im Bereich Mobilfunk. Daneben gibt es bekannte, biophysikalisch nachgewiesene nicht-thermische Wirkungen, wie zum Beispiel starke Krafteinwirkungen auf Zellen. Solche Wirkungen treten jedoch erst bei Feldstärken auf, die deutlich oberhalb der geltenden Grenzwerte liegen; sie haben damit keine Relevanz für den Mobilfunk. Nicht-thermische Wirkungen werden bereits seit Jahrzehnten von Wissenschaftler\*innen aus aller Welt sowie vom BfS erforscht<sup>5</sup>. Unterhalb der geltenden Grenzwerte gibt es aber bis heute keine gesicherten wissenschaftlichen Belege für negative gesundheitliche Auswirkungen von Mobilfunkfeldern auf die Gesundheit des Menschen aufgrund nicht-thermischer Effekte.

Das BfS geht Hinweisen auf nicht-thermische Effekte unterhalb der Grenzwerte weiter nach. Um die verbliebenen Unsicherheiten zu klären, wurden mehrere Projekte initiiert, die sich mit nicht-thermischen Effekten der Mobilfunkstrahlung (inklusive 5G) auseinandersetzen:

**Neben den unter 4A) bis 4C) genannten Projekten sind dies noch folgende Forschungsvorhaben:**

**A) Bewertende Literaturstudie zum Einfluss elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Felder auf die Fruchtbarkeit bei Menschen sowie in Tier- und Laborstudien.**

- Ziel: Zusammenfassung und Bewertung der Literatur zum Thema EMF und Fruchtbarkeit. Ermittlung weiteren Forschungsbedarfs.

<sup>3</sup> [https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt\\_node.html](https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt_node.html)

<sup>4</sup> [http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen\\_node.html](http://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-nachgewiesen/hff-nachgewiesen_node.html)

<sup>5</sup> <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>

- Forschungsnehmer: Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin (ITEM), Hannover
- Laufzeit: Mai 2020 - Okt. 2021

**B) Detaillierte vergleichende Analyse der Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des Einflusses hochfrequenter elektromagnetischer Felder von Mobilfunk-Endgeräten auf Gehirnaktivität, Schlaf und kognitive Leistungsfähigkeit**

- Ziel: Ergebnisse der mit einem identischen Studiendesign an jeweils 30 Testpersonen durchgeführten Studien an jungen Männern, älteren Frauen und älteren Männern unter GSM und Terrestrial Trunked Radio (TETRA) Exposition sollen verglichen werden. Es soll gezeigt werden, ob das Alter oder das Geschlecht bei der Reaktion auf EMF eine Rolle spielen.
- Forschungsnehmer: Charité, Berlin
- Laufzeit: Aug. 2019 – Nov. 2020

**6. Summierung von Strahlenmassen**

In der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (26. BImSchV)<sup>6</sup> ist geregelt, dass die Felder einer Mobilfunkanlage unter Berücksichtigung der Immissionen anderer Hochfrequenzanlagen die Grenzwerte insgesamt nicht überschreiten dürfen. Anlagen und ihre Immissionen werden also nicht einzeln, sondern zusammen bewertet. Eine Summation einzelner Beiträge findet also bereits Berücksichtigung bei der Erstellung der Standortbescheinigung durch die BNetzA.

**7. Langzeitwirkungen**

Mögliche Wirkungen einer Langzeitexposition gegenüber elektromagnetischen Feldern wurden bereits in dem vom BfS koordinierten Deutschen Mobilfunkforschungsprogramm (DMF)<sup>7</sup> in mehreren Projekten an Labornagern, darunter eine Mehrgenerationenstudie, untersucht<sup>8,9</sup>. Hinweise auf gesundheitlich relevante negative Effekte der Hochfrequenz-Exposition ergaben sich insgesamt nicht aus den Ergebnissen.

In Beobachtungsstudien am Menschen (epidemiologische Studien) zur Handynutzung bei Erwachsenen wurde bei einer Nutzungsdauer von weniger als 10 Jahren kein erhöhtes Risiko für Hirntumore, Akustikusneurinome (gutartiger Tumor des Hörnervs) oder Augentumore gefunden. Auch die Nutzung von schnurlosen Telefonen oder das Vorhandensein einer DECT Basisstation im Schlafzimmer nahe am Bett war mit keinem erhöhten Hirntumorrisiko verbunden<sup>10</sup>.

Um der Frage nach Auswirkungen einer Langzeitnutzung von Mobiltelefonen und anderen kabellosen Technologien über 15 Jahre nachzugehen, hat sich ein internationales Konsortium aus sechs europäischen Ländern (Dänemark, Finnland, Frankreich, Schweden, Niederlande und Vereinigtes Königreich) zusammengeschlossen. In der Kohortenstudie COSMOS ("Cohort Study of Mobile Phone Use and Health") wird der Gesundheitsstatus der Studienteilnehmer über 20 bis 30 Jahre verfolgt. Die Studie startete 2007. Weitere Informationen zu COSMOS finden sich hier: <http://www.thecosmosproject.org/about-the-study/>.

Mögliche Auswirkungen der Mobiltelefonnutzung auf Kinder und Jugendliche, die möglicherweise empfindlicher auf hochfrequente elektromagnetische Felder reagieren

---

<sup>6</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv\\_26/](https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_26/)

<sup>7</sup> <http://www.emf-forschungsprogramm.de/>

<sup>8</sup> [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie\\_abges/bio\\_060.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie_abges/bio_060.html)

<sup>9</sup> [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie\\_abges/bio\\_050.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie_abges/bio_050.html)

<sup>10</sup> <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/wirkung/hff-diskutiert/hff-diskutiert.html>

könnten, werden in der MOBI-KIDS Studie untersucht. Die Studie wurde ab 2010 in 14 Ländern durchgeführt. Endpunkte waren Tumoren des zentralen Nervensystems, die gepoolten Ergebnisse aller Länderstudien liegen noch nicht veröffentlicht vor. Weitere Informationen zu MOBI-KIDS finden sich hier: <https://cordis.europa.eu/project/id/226873/reporting>.

Die internationale epidemiologische Studie CEFALO wurde in vier europäischen Ländern durchgeführt und hat bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 7 – 19 Jahren, die ein Handy mindestens 5 Jahre genutzt haben, kein erhöhtes Risiko gezeigt, an einem Hirntumor zu erkranken<sup>11</sup>.

## **8. Alternativen**

Das BfS ist nicht für die Entwicklung von technischen Informationsübertragungssystemen zuständig.

## **9. Wechselwirkungen d. versch. Strahlungsfrequenzen**

Elektromagnetische Felder mit verschiedenen Frequenzen überlagern sich. Die insgesamt vom Gewebe aus dem Strahlungsfeld aufgenommene Energie ist letztendlich die Summe der aus den Einzelkomponenten absorbierten Energiebeiträge. Auch der summierte Energiebeitrag darf die Grenzwerte nicht überschreiten. Diesem Umstand wird in der 26. BImSchV Rechnung getragen (siehe auch Antwort auf Frage 6). Der Wissenschaftliche Ausschuss für neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken der EU (SCENIHR) hat in seiner letzten Bewertung möglicher Gesundheitsrisiken einer Exposition mit elektromagnetischen Feldern im Jahr 2015 alle bis dahin verfügbaren experimentellen Studien zusammengefasst und bewertet, die eine kombinierte Exposition mit elektromagnetischen Feldern unterschiedlicher Frequenzen untersuchten. SCENIHR kommt dabei zu dem Schluss, dass die vorhandenen Studien nicht genügend Evidenz für eine Risikoabschätzung liefern<sup>12</sup>.

## **11. Sind Wirkungen auf Natur/Tiere/Bäume erforscht?**

Wirkungen hochfrequenter Felder auf die belebte Umwelt sind erforscht, obwohl bei Weitem nicht so genau wie die Wirkungen auf den Menschen. Das BfS verfolgt den aktuellen Kenntnisstand und berichtet darüber im Internet: <https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/stellungnahmen/emf/emf-tiere-pflanzen/emf-tiere-und-pflanzen.html>

Um den aktuellen Kenntnisstand noch genauer zu erfassen, hat das BfS im November 2019 in München einen internationalen Workshop organisiert, die Ergebnisse sind hier nachzulesen: <https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/emf-umwelt/emf-umwelt.html> (siehe auch 4C).

Insgesamt geht man davon aus, dass Grenzwerte, die den Menschen schützen, auch die Umwelt, Tiere und Pflanzen schützen. Der einzige bekannte Wirkmechanismus hochfrequenter elektromagnetischer Felder, wie sie im Alltag vorkommen, ist bei allen Lebewesen die Erwärmung (siehe auch Antwort auf Frage 5). Die Energieaufnahme hängt von der Körpergröße ab, kleinere Tiere nehmen bei höheren Frequenzen mehr Energie auf. Für Insekten gilt das oberhalb von 6 GHz, wird also relevant wenn für 5G höhere Frequenzen (über 20 GHz) eingeführt werden. Berechnungen haben gezeigt, dass es auch dann nicht zu einer übermäßigen Erwärmung kommt<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21795665/>

<sup>12</sup> Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Opinion on: Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). 2015

<sup>13</sup> Thielens A, Bell D, Mortimore DB, Greco MK, Martens L, Joseph W (2018). Exposure of Insects to Radio-Frequency Electromagnetic Fields from 2 to 120 GHz. Sci Rep 8(1): 3924

Eine aktuelle Übersichtsarbeit hat sich mit Einflüssen elektromagnetischer Felder auf Bestäuber beschäftigt und kam zu dem Schluss, dass sichtbares künstliches Licht eine eindeutig negative Wirkung hat, hochfrequente Felder aber als neutral gewertet werden können<sup>14</sup>. Es wurde aber darauf hingewiesen, dass der aktuelle Kenntnisstand unzureichend und weitere Forschung nötig ist.

Menschen werden durch hochfrequente Felder vor allem dann exponiert, wenn sie in Körfernähe entsprechende Endgeräte nutzen, wie Handy, Smartphone oder Tablet. Die Exposition durch Mobilfunksendeanlagen ist wesentlich geringer. Tiere sind Endgeräten nicht ausgesetzt, es kommt nur eine Exposition durch Basisstationen in Frage. Deswegen sind Studien, die negative Einflüsse von Endgeräten (Handy, WLAN Router) auf Insekten (Bienen, Ameisen) beschreiben, ungeeignet, um Umweltauswirkungen von Basisstationen zu bewerten. Tiere, vor allem flugfähige, können in der Umgebung von Basisstationen den Sicherheitsabstand unterschreiten und in unmittelbare Nähe der Sender gelangen, wo Grenzwerte überschritten werden. Schädliche Wirkungen sind trotzdem nicht bekannt, z.B. wurden keine Wirkungen auf die Reproduktion von Insekten gefunden<sup>15</sup>.

Beobachtungen zeigen auch, dass z.B. Wanderfalken<sup>16</sup> oder Störche<sup>17</sup> erfolgreich auf Basisstationen brüten – innerhalb des Sicherheitsabstands und oberhalb der Grenzwerte exponiert.

Die Datenlage zu Pflanzen ist teilweise inkonsistent, u.a. weil Qualitätskriterien in den Studien sehr unterschiedlich weit erfüllt wurden. Da Einzelhinweise bis dato auch nicht reproduziert wurden, liegen insgesamt betrachtet, keine gesicherten wissenschaftlichen Belege für schädliche Wirkungen auf die Pflanzenwelt vor.

## **12. Langzeitwirkungen!**

Siehe Antwort auf Frage 7.

## **13. Abschätzung des Vorsorge-Abstands zur Sicherung gegen möglicherweise später sichtbare Langzeitfolgen**

Die in der 26. BImSchV festgelegten Grenzwerte weisen bereits einen großen Abstand zu den Werten auf, bei denen wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen auftreten können. Bei Einhaltung der Grenzwerte sind nach wissenschaftlichem Kenntnisstand keine gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten.

## **15. Genexposition durch Mobilfunkstrahlung -> vererbare Änderungen der Epigenetik?**

Epigenetische Veränderungen sind Veränderungen, die die DNA nicht direkt schädigen, sondern sie so modifizieren, dass die Information, die in der DNA gespeichert ist, gar nicht oder zu viel abgelesen wird. Man spricht dann auch von einer verringerten oder erhöhten Genexpression. Effekte einer Exposition mit Mobilfunkfeldern auf die Genexpression menschlicher Zellen wurde bereits im DMF des BfS untersucht. In einem Projekt wurde überprüft, ob GSM-Signale Einfluss auf die Genexpression von Lymphozyten (Zellen des

---

<sup>14</sup> Vanbergen AJ, Potts SG, Vian A, Malkemper EP, Young J, Tscheulin T (2019). Risk to pollinators from anthropogenic electro-magnetic radiation (EMR): Evidence and knowledge gaps. *Sci Total Environ* 695: 133833.

<sup>15</sup> Vijver MG, Bolte JF, Evans TR, Tamis WL, Peijnenburg WJ, Musters CJ, de Snoo GR. (2014) Investigating short-term exposure to electromagnetic fields on reproductive capacity of invertebrates in the field situation. *Electromagn Biol Med.* 33(1): 21 - 28

<sup>16</sup> [https://www.nabu-bonn.de/front\\_content.php?idart=798&lang=13](https://www.nabu-bonn.de/front_content.php?idart=798&lang=13)

<sup>17</sup> <https://www.suedkurier.de/region/bodenseekreis/markdorf/Storchenpaar-mit-Vorliebe-fuer-Mobilfunk;art372484,10135790>

Immunsystems), die aus Blutproben von insgesamt 40 Spendern gewonnen wurden, haben<sup>18</sup>. Bei Exposition unterhalb der Grenzwerte ließen sich keine veränderten Expressions-Muster erkennen, die auf schädigende Einflüsse der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung auf die menschlichen Lymphozyten schließen ließen. Es konnten auch keine alters- oder geschlechtsspezifischen Effekte ermittelt werden.

Im Bereich der perspektivisch für 5G vorgesehenen Frequenzen im Millimeterwellenbereich wurde ein BfS-Forschungsvorhaben initiiert, das zum Ziel hat, mögliche Effekte einer Exposition mit 5G-spezifischen Frequenzen im Millimeterwellenbereich bei 27 GHz und 41 GHz auf die Genexpression sowie auf epigenetische Veränderungen der DNA von menschlichen Hautzellen zu untersuchen. Ergebnisse aus diesem Vorhaben werden Ende 2022 erwartet (siehe auch 4A).

#### **16. Thema "wachsende Unfruchtbarkeit" auf beiden Seiten!**

Dass die menschliche Fruchtbarkeit häufig und zunehmend beeinträchtigt ist und dies mit der modernen Lebensweise zu tun hat, ist bekannt<sup>19</sup>. Handys und die davon ausgehenden elektromagnetischen Felder werden in diesem Zusammenhang seit etwa 20 Jahren intensiv untersucht. In einigen Studien zeigt sich, dass die Fruchtbarkeit von intensiven Handynutzern vermindert ist – der ursächliche Zusammenhang mit Feldern ist aber nicht nachgewiesen. Vielmehr scheint die Lebensweise insgesamt die Ursache zu sein. Die Exposition der Hoden ist auch dann, wenn beim Telefonieren das Handy in der Hosentasche getragen wird, so gering, dass keine gesundheitsrelevanten thermischen Wirkungen zu erwarten sind<sup>20</sup>. Das BfS verfolgt das Thema Fruchtbarkeit regelmäßig und veröffentlicht den aktuellen Kenntnisstand im Internet unter: <https://www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaftsforschung/stellungnahmen/emf/maennliche-fruchtbarkeit/dossier-maennliche-fruchtbarkeit.html>

Eine umfassende Literaturübersicht wurde 2014 erstellt<sup>21</sup>. Da das Thema wissenschaftlich nicht abschließend geklärt ist, lässt das BfS aktuell am Fraunhofer Institut für Toxikologie und experimentelle Medizin (ITEM), Hannover ein systematisches Review erstellen.

#### **17. Wie kann ich mich gegen 5G schützen! -> Strahlenbekleidung?**

Eine Schutzkleidung gehört nicht zu den empfohlenen Maßnahmen. Grenzwerte für ortsfeste Anlagen (Mobilfunkbasisstationen) schützen vor allen nachgewiesenen schädlichen Gesundheitseffekten. Die Exposition durch Basisstationen ist in der Regel sehr gering; Grenzwerte werden meist nur zu Bruchteilen ausgeschöpft. Im Gegensatz dazu kann es zu vergleichsweise hohen Expositionen durch Endgeräte (Smartphone, Tablet, Handy) kommen, die nahezu die in Produktnormen festgelegten Grenzwerte ausschöpfen. Da die Exposition bereits mit geringer Entfernung schnell sinkt, ist Abstand die einfachste und wirkungsvollste Minimierungsmaßnahme. Die Exposition mit Endgeräten kann somit jeder mit einfachen Mitteln reduzieren. Das BfS stellt dazu Hinweise im Internet zur Verfügung: <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/kompetenzzentrum/mobilfunk/schutz/massnahmen.html>

<sup>18</sup> [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie\\_abges/bio\\_105.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/biologie/biologie_abges/bio_105.html)

<sup>19</sup> Leisegang, K, Dutta, S (2020). Do lifestyle practices impede male fertility? *Andrologia*: e13595.

<sup>20</sup> [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie\\_abges/dosi\\_055.html](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie_abges/dosi_055.html)

<sup>21</sup> <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2014031911368>

**Was hat Sie in der heutigen  
Veranstaltung am meisten  
überrascht?**



**Was ist Ihre wichtigste  
Botschaft aus der  
heutigen  
Veranstaltung?**



***Wo sehen Sie  
Potential für  
Kompromisse?***



***Was würden Sie sich  
für den weiteren  
Prozess wünschen?***



## Was hat Sie in der heutigen Veranstaltung am meisten überrascht?

<b>Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei</b>	Auf die wichtigsten Fragen wurden keine Antworten gegeben
<b>Chaos Computer Club</b>	Gute Qualität des Videokonferenztools
<b>Deutsche Telekom</b>	Gute und sachliche Diskussion
<b>IHK Südlicher Oberrhein</b>	Darstellung von Zitaten, ohne den notwendigen Kontext
<b>SchülerInnen-/StudentenvertreterInnen</b>	Betreiber achten auf klimafreundlichen Betrieb der Anlagen Vorwurf einer „unaufgeklärten Generation“
<b>Telefónica</b>	Stimmen für den Ausbau sind klar und positiv
<b>Universität Freiburg</b>	Klimaneutrales Denken bei der Energieversorgung Schüler und Studierende sind aufgeklärt und engagiert im Thema Der Ausbau ist schon weiter als gedacht
<b>Vodafone</b>	Umwelthemen werden von Teilnehmern und Kunden als relevant wahrgenommen.



## Was ist IHRE wichtigste Botschaft aus der heutigen Veranstaltung?

<b>Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei</b>	Biologische Wirkung auf die verschiedenen Lebensformen wurde noch nicht ausreichend transportiert
<b>Chaos Computer Club</b>	Die Stadt Freiburg soll sich nicht von den Providern treiben lassen
<b>Deutsche Telekom</b>	Infrastruktur soll von allen genutzt werden können
<b>IHK Südlicher Oberrhein</b>	Wirtschaftsstandort und Wohlstand bedingen eine starke Infrastruktur, inkl. 5G
<b>SchülerInnen-/StudentenvertreterInnen</b>	Zugang zu digitaler Bildung muss standortunabhängig gewährleistet werden, am besten klimaneutral. Digitalisierung kann man nicht aufhalten.
<b>Telefónica</b>	Ein digitales Freiburg braucht ein schnelles Mobilfunknetz
<b>Universität Freiburg</b>	Infrastruktur fördert eine Entwicklung, die heute noch nicht vorstellbar ist
<b>Vodafone</b>	Netzausbau muss im Dialog vorangehen, künftig hoffentlich auch kommunale Liegenschaften nutzen und Bedenken dabei ernst nehmen.



## Wo sehen Sie Potential für Kompromisse?

---

<b>Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei</b>	Bei besonders sensiblen Einrichtungen kein Funk, Kabelverbindungen sollten Vorrang haben, Pilotprojekt Glasfaser bis zum Hausanschluss
<b>Chaos Computer Club</b>	Ausbau von Glasfaser bevorzugen, v. a. bei öffentlichen Einrichtungen
<b>Deutsche Telekom</b>	Frühzeitige, kommunale Beteiligung zur Standortsuche
<b>IHK Südlicher Oberrhein</b>	5G sollte vor allem in wirtschaftlichen Bereichen Verwendung finden
<b>SchülerInnen-/StudentenvertreterInnen</b>	Strahlenbelastung transparent machen, aber den Nutzen im Vordergrund sehen
<b>Telefónica</b>	Kommunalen Dialog zu unterschiedlichen Standortoptionen
<b>Universität Freiburg</b>	Verhältnismäßigkeit beim Ausbau
<b>Vodafone</b>	Neubau, frühzeitige Einbindung aller Betroffener und Lösungssuche



## Was würden Sie sich für den weiteren Prozess wünschen?

<b>Aktionsbündnis Freiburg 5G-frei</b>	Regelmäßige Nachfrage zu Leitzielen der Digitalisierungsstrategie, Gemeinsame Ausarbeitung und Gestaltung künftiger Ziele
<b>Chaos Computer Club</b>	Wollen den Prozess weiter begleiten, gerne sach- und faktenbasiert
<b>Deutsche Telekom</b>	Gespräche vertiefen, offene Fragen klären, Ausbau beschleunigen
<b>IHK Südlicher Oberrhein</b>	Ausbau der Infrastruktur unter Einbezug der Wirtschaft als relevanten Anwender, Technologieoffenheit
<b>SchülerInnen-/StudentenvertreterInnen</b>	Stetigen Austausch , mehr Transparenz unter der Beteiligung der jungen BürgerInnen
<b>Telefónica</b>	Aktives Aufgreifen des Dialogangebots auf Standortebene
<b>Universität Freiburg</b>	Ausbauen, regelmäßige Information in der Anfangszeit, ggf. Beobachtungen aus anderen Ländern nutzen
<b>Vodafone</b>	Regelmäßiger Austausch zum Ausbau, Planungen erfragen, Informationsdefizite vermeiden

**Einen Guten Tag an die Teilnehmer dieser Runde. Sehr erfreulich, dass die Jugend dabei ist!**

Sie wundern sich sicher, was wir vom „Aktionsbündnis Freiburg 5G-Frei“ in einer Gesprächsrunde mit dem Titel „5G-Ausbau der Stadt Freiburg“ wollen.

Wir sind hier, weil wir Sie für ein Innehalten gewinnen möchten. Wir haben in der Öffentlichkeit, bei OB Horn, auf der EWW vor fast genau einem Jahr, bei den Gemeinderäten, beim Amt für Digitales sehr wichtige Gründe vorgetragen, die für ein Moratorium Stopp 5G sprechen. Wir fordern die Erstellung der bisher versäumten vorgeschriebenen Technikfolgenabschätzung und die Anwendung des gesetzlich verankerten Vorsorgeprinzips.

Wir treten ein für ein Moratorium, weil der Aufbau von 5G mit tiefgreifenden Folge für alle Lebensbereiche verknüpft ist im Bereich von

- \* Gesundheit und Immunsystem bei Menschen, Tieren, Pflanzen, Insekten.
- \* Strahlenschutz
- \* Klima
- \* Energie- und Ressourcenverbrauch
- \* Nachhaltigkeit und Gemeinwohl
- \* Freiheit, Schutz der Grundrechte und Datenschutz
- \* Friedenssicherung

Wir freuen uns, dass es jetzt eine Gelegenheit gibt, Antworten zu bekommen auf Fragen an die hier vertretenen Mobilfunk-Anbieter.

*Frage:*

**Frau Dr. Paulini, Präsidentin des BfS**, das in eigenen Studien die krebspromovierende Wirkung von Mobilfunkstrahlung bei Tieren bestätigt hat, führte zu 5G aus:

*„Die Personengruppen, die wir im Fokus haben, die besonders schützenswert sind – sind Kinder, Säuglinge, Kranke, alte Menschen. Der Ausbau der 5G-Netze sollten in jedem Fall so erfolgen, dass sensible Orte, Orte, wo diese Menschen sich aufhalten – Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, - dass die erst mal ausgenommen werden.“*

**Der Freiburger Gemeinderat** hatte im gleichen Sinne bereits 2009 *„die Verwaltung beauftragt...Vorschläge für ein realisierbares Mobilfunkkonzept auf der Grundlage des sogenannten Münchner Vorsorgemodells...vorzulegen...um eine Erhöhung der Funkwellenbelastung für die Bevölkerung...zu vermeiden und...eine Verringerung der bestehenden Belastung zu erreichen.“* (5.5.2009)

**In welcher Weise können diese Vorsorge- und Schutz-Verpflichtungen in Ihrem Konzept für 5G in Freiburg umgesetzt werden?**

*Frage:*

Die Stadt Freiburg hat in ihrem Modellprojekt Smart City sehr viele Bereiche aufgeführt, in denen ein weiterer Ausbau der Digitalisierung angestrebt wird – Bürgernähe, Telemedizin, Nachhaltigkeit, Wirtschaftsförderung. Alle genannten Ziele sind mit 4G umsetzbar. Dafür braucht es kein 5G.

**Welche technischen Möglichkeiten sehen Sie, in einem entsprechenden Mobilfunkkonzept die gesetzten Ziele ohne 5G zu verwirklichen?**

*Frage:*

Mit der neuen 5G - Technologie des Beamforming und Dynamic Spectrum Sharing werden Strahlenintensitäten von Sendern in unmittelbarer Menschennähe erzeugt, die nicht vorhersehbar und derzeit nicht meßbar sind. **Was raten Sie z.B. einer Schwangeren, in welchem Abstand und wie lange sie sich in der Nähe solcher Sendeanlagen aufhalten darf?**

*Frage:*

Gegenwärtig wird in ganz Freiburg und Umgebung der Glasfaseraufbau vorangetrieben. Warum nicht die

Glasfaserversorgung fortsetzen bis zu den Endverbrauchern?!  
Damit wäre die Zwangsbestrahlung der Privatsphäre durch gepulste Mikrowellenstrahlung beendet und die grundgesetzlich garantierte Unverletzlichkeit der Wohnung wieder hergestellt. Die übertragbaren Datenmengen wären wesentlich größer als über Funk und die Datensicherheit um ein Vielfaches höher.

**Was kann von Ihrer Seite geschehen, um z.B. ein Pilotprojekt dazu in einem Freiburger Neubaugebiet umzusetzen?**

Wir möchten Sie alle, die hier beteiligt sind, für weitere lebenswichtige Fragen interessieren, für die hoffentlich im weiteren Verlauf noch Raum ist. Dazu einige Stichworte:

**Klimaschutz** - 5G Brandbeschleuniger der Klimakrise. schon jetzt CO2 Ausstoß höher als der vom Flugverkehr. Badenova: Klimakiller Internet.

**Energie- und Ressourcenverbrauch** – mit den zusätzlichen Superrechnern für 5G wird das Internet zum Energiefresser Nr.1. Mehr Naturzerstörung durch explodierenden Verbrauch von sog. seltenen Erden.

**Überwachung**, digitaler Zwilling, Bewegungsprofile,  
**Datenschutz**

Aufrüstung, Cyberkrieg. „Wer die Frequenzen hat, hat die Macht.“

**Schutzzonen** für Elektroübersensible (Schweden, Ravensburg)

Wir sind hier, weil wir glauben, dass es **lebenswichtig** ist, sich über diese Probleme auszutauschen und nach Lösungen zu suchen, bevor **lebensfeindliche** Tatsachen geschaffen werden.

# **Stellungnahme Freiburg 5G-frei am 12.11.2020:**

## **Thema II**

**Meine Name ist Bernd Irmfrid Budzinski - Ich grüße die Teilnehmenden und beginne gleich mit einem Zitat aus dem ganz neuen sog. Mobilfunkpakt. Da steht in der Präambel:**

**Mobilfunkpakt vom 8.6.2020:  
Präambel:**

**„Die Mobilfunknetzbetreiber und die kommunalen Spitzenverbände wollen der in Teilen der Bevölkerung entstandenen Besorgnis um mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit sowie ortsbildgestaltenden Belangen Rechnung tragen.“**

**Diese Besorgnis gründet sich z.B. auf folgende Feststellung:**

### **Folie 1 (Nachweis)**

**„Nach wissenschaftlichen Kriterien ausreichend nachgewiesen ist die Beeinflussung der Gehirnströme“**

**Schweizerischer Bundesrat (Regierung) 2015**

**Wir sehen, dass die Beschwerden unzähliger Menschen im näheren Umkreis von Sendeanlagen durchaus plausibel sind und auch schon konkret festgestellt werden.**

**Frau Paulini, Präsidentin des BfS, sagt weiter zur Krebsgefahr, man sei da in der Tat „nicht auf der sicheren Seite“.**

**In einem solchen Falle ist offensichtlich Vorsorge geboten.**

**Und gerade bei 5G warnten bis jetzt 270 Wissenschaftler, dass diese Gefahren und Besorgnisse sogar noch zunehmen werden.**

### **Folie 2 (EPRS)**

**Der Wissenschaftliche Dienst der Europäischen Union - EPRS – fasste dies im Februar 2020 so zusammen:**

**„5G würde die Gesundheit von Menschen, Pflanzen, Tieren, Insekten und Mikroben beeinträchtigen,“ worauf „verschiedene Studien hindeuteten.“**

**Wie tragen Sie – die Mobilfunkbetreiber - nun diesen Risiken und Besorgnissen nach dem Mobilfunkpakt Rechnung?**

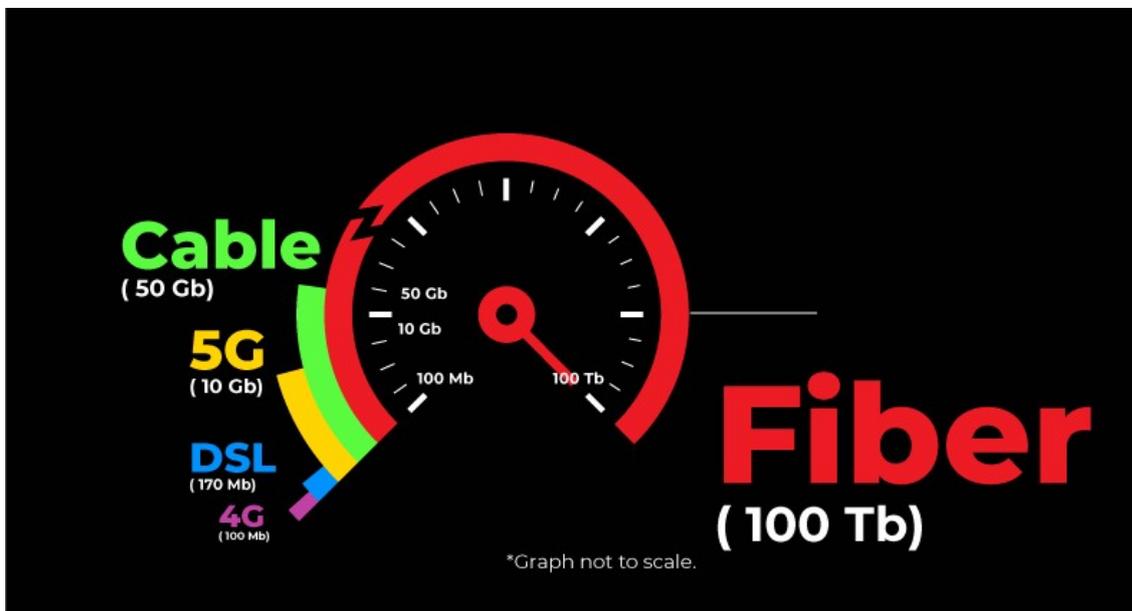
**Wie wollen Sie vorsorgen - das bedeutet ja auch Vermeidung und Minimierung von Funkstrahlung?**

**Bis 2024 will die WHO zudem geprüft haben, ob Funkstrahlung nicht in eine höhere Gefahrenkategorie, nämlich statt „möglicherweise“ als „wahrscheinlich“ oder „sicher“ kanzerogen, eingestuft werden muss. Diese Prüfung ist fest beschlossen und steht in ihrem Dringlichkeitskatalog.**

**Ist es da vernünftig, ausgerechnet den nicht weiter geprüften und noch intensiver strahlenden Standard 5G, der als „Quantensprung“ bezeichnet wird, überhaupt in aller Eile vorher ‚auszurollen‘?**

**Und dies, obwohl wir schon 3 Funknetze haben, die mit 4G für den normalen Nutzer keine Wünsche offen lassen, wie es in der Computerzeitschrift Chip einmal hieß. Und die Digitalstaatsministerin, Bär, bestätigte: Die „ganze 5G-Diskussion gäbe es nicht, wenn 4G schon voll ausgebaut wäre.“ Schließlich wäre Glasfaser + WLAN auch viel besser als 5G, hieß es dann auch noch bei Golem.**

### Folie 3 (Glasfaser)



**Wäre es da nicht klug, den Mobilfunk so auszubauen, dass er Menschen möglichst wenig oder nur möglichst schwach und nicht Tag und Nacht, insbesondere im Schlaf, trifft?  
Wir bei 5G-frei haben dazu konkrete Vorschläge gemacht.**

**Wir setzen auf zuverlässige Glasfaser möglichst für jedes Haus und die Eigenversorgung der Bewohner mit allen mobilen Leistungen – heute noch durch WLAN. Dieses strahlt zwar ebenfalls, aber dosier- und abschaltbar und so auf eigene Verantwortung der Bestrahlten selbst.**

**Sogar „normale“ Kabel wären im Übrigen leistungsfähiger als 5G.**

**Die Trennung von Indoor- und Outdoor-Versorgung ist logisch und machbar, wie schon die Miniwatt-Studie der Bundesregierung zeigte. Sie führt im Freien zu einer Strahlenverminderung bis zum 200-fachen und spart bis zu 90% Energie.**

**Wäre dies nicht ein gewaltiger Fortschritt im Klimaschutz für Freiburg?**

**Und wo bleiben dazu die Stellungnahmen der Betreiber?**

**Weiter: Was hindert uns, mobilfunkfreie Zonen genau so wie autofreie Zonen einzurichten?**

**Zum Beispiel im Biosphärenreservat Schwarzwald, das in Kappel auf Freiburg trifft, für Zwecke der Forschung, Erholung und Unterbringung von Elektrosensiblen.**

**Wir haben hier das Beispiel von der Rhön, wo u.a. Folgendes beschlossen wurde:**

#### **Folie 4 (Rhön)**

**Neues Rahmenkonzept UNESCO-Biosphärenreservat Rhön 16. Mai 2018**

**Ziff. 4.7.1**

**„Ziel des Projektes:**

**Weiterentwicklung und Inwertsetzung**

**Strahlungsfreier bzw. -armer Bereiche**

**für strahlungssensible Menschen**

**Durchführung vergleichender Begleitforschungen zum Einfluss der Strahlung auf Ökosysteme im UNESCO-Biosphärenreservat Rhön.“**

**Wir sind an einem Wendepunkt wie in den 60er-Jahren im motorisierten Straßenverkehr angelangt:**

**Es muss eine Abkehr vom Ziel der mobilfunkperfekten Stadt überlegt werden wie sie damals – gerade in Freiburg - von der autogerechten Stadt erfolgte.**

**Wir müssen sozusagen „Sicherheitsgurte“ auch beim Mobilfunk anlegen - trotz den Protesten „Freie Fahrt für freie Bürger“, wie es damals hieß.**

**Es gibt keinen „Freien Funk für Freie Bürger“ auf Kosten anderer, von Gesundheit, Energie und Freiheitsrechten.**

**Ich danke Ihnen!**

**Freiburg, den 12.11.2020**

**Bernd Irmfrid Budzinski**

Freiburg 5G-frei  
>>Feldstärken<< e.V.  
Gabriele Schmalz  
Tel. 0761 / 45 370 76

## Beitrag zum „Runden Tisch“ 12.11. 2020

zu Bundes-Immissionsschutzgesetz / Immissionsschutzbeauftragte ?  
sowie GG.Art.13 Unverletzlichkeit der Wohnung

### Intro Fakten und These

>> Die Mobilfunkindustrie nimmt ihre **gesetzlich vorgeschriebene Pflicht** zum Immissionsschutz nicht wirklich wahr,

im Gegenteil: Die Menschen müssen eine immer stärker werdende Mobilfunkeinstrahlung in Ihre Häuser und Arbeitsstätten hinnehmen.

*Wir alle wissen, mehr Strahlung bedeutet immer auch mehr und umfassendere **Überwachung!** Besonders auch im Hinblick auf 5G.*

>> Aus dem Blickwinkel der Geschädigten, elektrosensiblen Menschen wird durch Mobilfunkeinstrahlung schon längst gegen unser Grundrecht Art.13 verstoßen, in die >> Unverletzlichkeit der Wohnung. >> Diese Eingriffe erfolgten durch die Mobilfunkindustrie bisher **ohne** eine richterliche oder andere **besondere gesetzliche Ermächtigung!**

### Fragen und Forderungen

*Ich habe viele Fragen. Fühle mich nicht geschützt! Mit mir fühlen sich viele empfindsame Menschen nicht geschützt.*

- Wieviel Immissionsschutzbeauftragte sind in FR / Südbaden / BW von den Mobilfunkfirmen beauftragt?

- Was genau machen diese Experten? Wie schützen sie ihre Beschäftigten und die Bevölkerung vor Mobilfunkstrahlung? Was tun Sie für den Schutz der kleinen, zarten, der Kinder, Jugendlichen und Frauen? Was tun sie für den Schutz der empfindsamen elektrosensiblen Menschen?

- Kann ich mich als betroffene Kundin, beispielsweise von der Telekom, auch an diese „Schutzbeauftragten“ wenden?

**Das Problem ist**, dass die Elektrosensiblen am meisten darunter leiden, und keiner für sie eintritt. Wo können sie Hilfe bekommen? Wo können sie sich beraten lassen? Es besteht ein erheblicher Informationsbedarf!

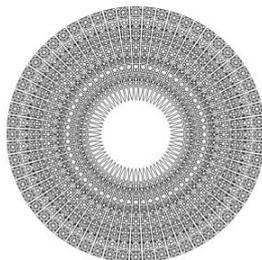
**Wir fordern Aufklärung!** Anlaufstellen und Beratungsstellen für Elektrosensible und für von Mobilfunk betroffene Menschen.

Wir fordern eine Senkung der zulässigen Immissionen, sowie eine ausführliche **rechtliche Prüfung** inwieweit Mobilfunkstrahlung in die Wohn- und Arbeitsstätten einen Eingriff in die Unverletzlichkeit der Wohnung darstellt, und damit gegen das Grundgesetz verstößt. (Art.13)

**Wir wollen die Förderung von weißen Zonen**, in denen es so gut wie keinen Mobilfunk gibt; verbunden mit einer Untersuchung über die Entwicklung von Flora und Fauna in diesen Gebieten.

Und schließlich wollen wir, Freiburg 5G-frei, endlich eine Antwort auf die Frage:

**Wer haftet - für diesen ganzen Schlamassel?**



Für Mensch und Umwelt

Stand: 7. September 2020

## Energie- und Ressourceneffizienz digitaler Infrastrukturen

### Ergebnisse des Forschungsprojektes „Green Cloud-Computing“

## Politische Handlungsempfehlungen

1. **Die Umweltwirkungen von digitalen Infrastrukturen sind nicht vernachlässigbar und müssen sichtbar werden:**
  - 1.1. Für Rechenzentren soll ein verbindlicher **Energieausweis** eingeführt werden, der Auskunft über deren Energieverbrauch und Leistungsfähigkeit gibt. Durch die Sammlung dieser Informationen in einem zentralen Rechenzentrumskataster kann der zukünftige Ausbau besser geplant und gefördert werden.
  - 1.2. Cloud-Dienstleistungen sollen mit einem **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Serviceeinheit** (z.B. pro Stunde, pro Jahr) Auskunft über ihre Umweltwirkungen geben. Durch die Schaffung dieser Markttransparenz werden Cloud-Anbieter dazu motiviert, besonders klimafreundliche Dienstleistungen anzubieten.
  - 1.3. Die Betreiber von Telekommunikationsnetzen (Breitband, Telefon, Mobilfunk) sollen ihr Angebot mit einem **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Übertragungseinheit** kennzeichnen. Dadurch erhalten Kunden\*innen die Möglichkeit, besonders klimafreundliche Übertragungswege zu bevorzugen.
2. **Wir wollen Energieeffizienz und Ressourcenschutz beim Ausbau von Breitband- und Mobilfunknetzen:**
  - 2.1. Beim Breitbandausbau ist dem Ausbau von energieeffizienten **Glasfasernetzen** bis zum Endverbraucher klar der Vorzug gegenüber anderen Übertragungstechnologien zu geben.
  - 2.2. Der Ausbau von Mobilfunknetzen soll schlank und ressourceneffizient erfolgen, mit reduzierter mehrfacher Funkabdeckung der gleichen Regionen durch unterschiedliche Anbieter. Dazu sollen für Mobilfunknetze einheitliche und faire Netznutzungsentgelte eingeführt werden, die ein **nationales Roaming** ermöglichen.
  - 2.3. Der Ausbau moderner **5G-Infrastrukturen** soll dazu genutzt werden, veraltete und ineffiziente 3G-Infrastrukturen zu ersetzen. Dadurch können alte Sendemasten für moderne Technik genutzt werden, was deren Akzeptanz erhöht.
3. **Wir wollen, dass Rechenzentren umweltgerecht geplant, betrieben und entsorgt werden:**
  - 3.1. Bei der **Standortwahl** von neuen Rechenzentren soll eine **Abwärmenutzung** verbindlich berücksichtigt werden.
  - 3.2. Rechenzentren sind vielfach überdimensioniert und arbeiten nur mit geringer Auslastung. Die Planung neuer Rechenzentren muss zukünftig besser **am tatsächlichen Bedarf orientiert** werden. Durch den Einsatz modularer Konzepte müssen Rechenzentren auch in Teillastbereichen effizienter betrieben werden können.

- 3.3. Das europäische Gemeinschaftsprojekt zur Schaffung einer sicheren und vertrauenswürdigen **Cloud-Infrastruktur (GAIA-X)** muss auch beim Klimaschutz ambitionierte Vorgaben machen. GAIA-X-Rechenzentren am Standort Deutschland, müssen daher die Kriterien des Blauen Engels für Rechenzentren erfüllen.
  - 3.4. Die **Nachfrage nach energie- und ressourceneffizienter Rechenzentrumsleistung** soll erhöht werden. Bund und Länder sollen bei Ausschreibungen von Rechenzentrumsinfrastruktur oder Rechenzentrumsdienstleistungen daher grundsätzlich die Mindestanforderungen des Blauen Engels voraussetzen.
  - 3.5. In Rechenzentren sind große Mengen an Hardware untergebracht, die wertvolle Rohstoffe enthalten. Daher müssen Monitoring-Instrumente entwickelt werden, um die **Elektronikschrottmengen in Rechenzentren** zu überwachen und diese einem geordneten Recycling zuzuführen. Technik, die noch funktionstüchtig ist, sollte wiederverwendet werden.
4. **Wir wollen Verbraucher\*innen dabei unterstützen, ihren Daten- und Hardwarekonsum zu reduzieren:**
- 4.1. Die **Standardauflösung von Videoinhalten** soll grundsätzlich an der Größe des Displays der Endgeräte ausgerichtet sein.
  - 4.2. Das automatische Abspielen (**Autoplay**) von Videoinhalten auf Webseiten soll standardmäßig ausgeschaltet sein.
  - 4.3. Mobilfunkverträge sollen **Anreize zur Einsparung von Daten** und zur **Reduzierung von Elektronikschrott** enthalten. Fehlanreize, die zur Erhöhung des Datenvolumen führen, sollen vermieden werden, wie beispielsweise Flatrates für große Datenmengen. Stattdessen sollten Kund\*innen belohnt werden, die am Monatsende nur wenig Daten verbraucht haben. Weiterhin sollten Fehlanreize vermieden werden, die zum Austausch funktionstüchtiger Endgeräte führen, wie beispielsweise neue Smartphones alle 24 Monate.

# Hintergrundinformationen

## 1 Umweltwirkung von digitalen Infrastrukturen

### 1.1 Energieausweis für Rechenzentren

Rechenzentren und Telekommunikationsnetzwerke bilden gemeinsam die digitale Infrastruktur und damit die technische Basis der Informationsgesellschaft. An Rechenzentren müssen daher ebenso hohe Anforderungen gestellt werden, wie an andere sensible Infrastrukturen: Verfügbarkeit, Resilienz, Umweltverträglichkeit, Zukunftsfähigkeit. Trotz dieser hohen Relevanz existieren derzeit keine zuverlässigen Statistiken über Anzahl, Standort, Energieverbrauch und Leistungsfähigkeit von Rechenzentren, weder national noch europäisch oder international.

Der Stromverbrauch in Rechenzentren muss massiv gesenkt, die Auslastung deutlich erhöht und die Gebäude- und Versorgungstechnik erheblich effizienter genutzt werden. Nur so erreichen wir die Klimaschutzziele und die Versorgung mit den für die Digitalisierung notwendigen Infrastrukturen ist auch zukünftig zuverlässig gewährleistet. Ein verpflichtender Energieausweis für Rechenzentren sorgt für einheitliche Standards und Kennzahlen und macht die Energieeffizienz der Rechenzentren transparent und nachvollziehbar. Transparenz bei der Energie-Effizienz ist ein Treiber für den fairen Wettbewerb.

Ein Kataster für Rechenzentren wird verlässliche Angaben zum Energieverbrauch und zur Energieeffizienz der Rechenzentren in Deutschland bereitstellen, auch damit zukünftige Entwicklungen besser prognostizierbar sind. Darüber hinaus soll das Kataster den Kunden\*innen die technischen Daten des Rechenzentrums, Kosten der angebotenen Dienstleistungen, den landkreisscharfen Standort und die Energieeffizienz des Rechenzentrums zentral bereitstellen.

Die Kennzahlen für einen Energieausweis werden durch die Methode KPI4DCE bestimmt:

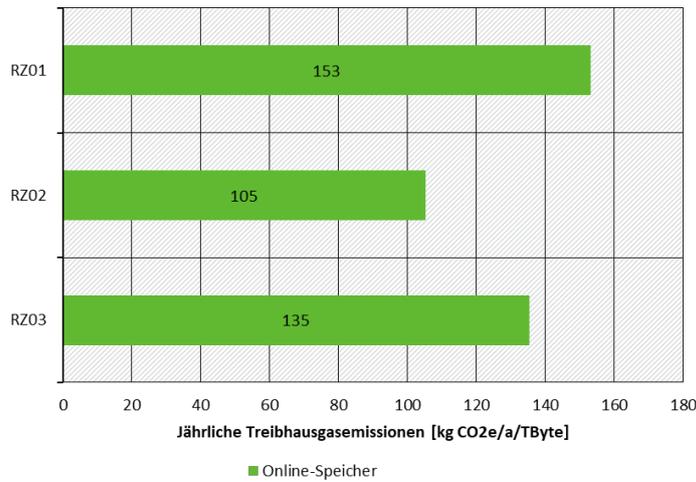
- ▶ Energiebedarf und elektrische Leistungsaufnahme des gesamten Rechenzentrums,
- ▶ Energiebedarf der IT-Technik,
- ▶ Leistungsfähigkeit des Rechenzentrums (Rechenoperationen, Speicherplatz, Datenverkehr),
- ▶ Effizienzkennzahlen für Rohstoffbedarf (Abiotic Depletion Potential, ADP), Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential, GWP), Primärenergiebedarf (Kumulierte Energie-Aufwand, KEA) und Wasser.

### 1.2 CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für Cloud-Dienstleistungen

Das Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ hat aufgezeigt, wie Umweltwirkungen einzelner Cloud-Dienstleistungen berechnet werden können. Exemplarisch wurde dies u.a. anhand von Online-Speicher und Videostreaming durchgeführt.

In Abbildung 1 wird dargestellt, wie sich die Treibhausgasemissionen für die Bereitstellung von Online-Speicherplatz in drei verschiedenen Rechenzentren (RZ01, RZ02 und RZ03) unterscheiden. Die Bandbreite liegt zwischen 105 Kilogramm und 153 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Terabyte Speicherkapazität und Jahr. Das Rechenzentrum RZ02 stellt die Speicher-Dienstleistung mit deutlich weniger Treibhausgasemissionen zur Verfügung.

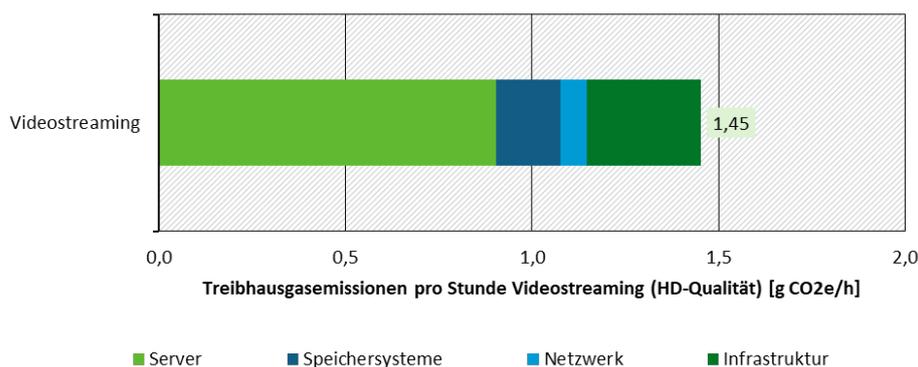
**Abbildung 1: Jährliche Treibhausgasemissionen für Online-Speicher**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Für den Anwendungsfall Videostreaming hat das Projekt erstmals alle Rechenzentrums-Ressourcen eines Videostreaming-Dienstleisters und dessen Energieverbrauch bilanziert und seine Treibhausgasemissionen auf die ausgelieferte Menge an Stunden Videostreams bezogen. Abbildung 2 stellt die Anteile der verschiedenen Komponenten des Rechenzentrums (Server, Speichersysteme, Netzwerk und Infrastruktur) an den Treibhausgasemissionen dar. Die Einzelbeiträge addieren sich zu einem Gesamtwert von 1,45 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Stunde Videostreaming. Bei diesem Wert handelt es sich um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck durch Videostreaming im Rechenzentrum des Streaming-Dienstleisters. Die Datenrate des Videostreams entspricht mit 2 Gigabyte pro Stunde einer HD-Qualität (High Definition). Zur Zuschauer\*in muss dieser Datenstrom noch durch Telekommunikationsnetze geleitet werden, die ihrerseits mit einem Energieverbrauch und einem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verbunden sind (siehe Abschnitt 1.3).

**Abbildung 2: Treibhausgasemissionen im Rechenzentrum pro Stunde Videostreaming**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

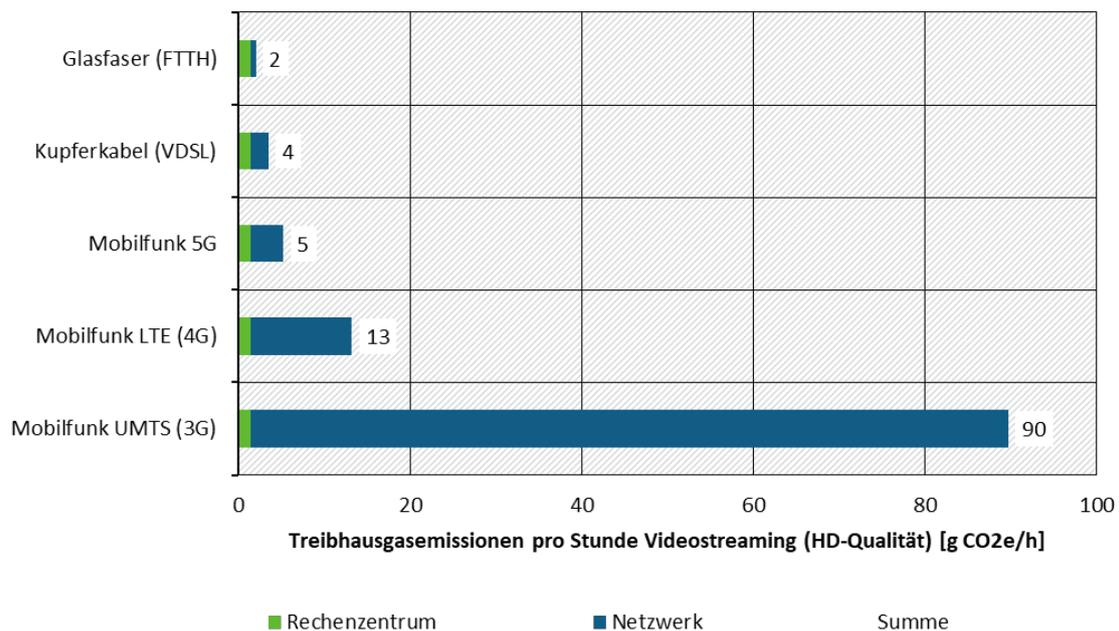
### 1.3 Datennetze

Das Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ hat am Beispiel Streaming auch den Energieverbrauch und die damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionen von Telekommunikationsnetzen untersucht. Es wurde ein komponentenbezogenes Berechnungsmodell für den elektrischen Energiebedarf unterschiedlicher Zugangsnetze (Kabel

und Mobilfunk) sowie der Aggregations- und Transportnetze vom Cloud-Rechenzentrum bis zu den Nutzer\*innen entwickelt. Dieses parametrisierbare Modell kann unterschiedliche Netzarchitekturen, Technologievarianten, Wirkungsgrade der Stromversorgung oder auch Auslastungen berücksichtigen.

Eine beispielhafte Anwendung dieses Berechnungsmodells stellt die Übertragung eines Videostreams (HD-Qualität) über die verschiedenen Netzwerktechnologien dar. Abbildung 3 zeigt den Einfluss der verschiedenen Zugangstechnologien Glasfaser, Kupferkabel, UMTS, LTE und 5G mit einer Technikgeneration von 2015 auf.

**Abbildung 3: Treibhausgasemissionen im Rechenzentrum und im Netzwerk pro Stunde Videostreaming (HD-Qualität)**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Während die Treibhausgasemissionen im Rechenzentrum mit 1,45 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Stunde Videostream konstant bleiben, unterscheiden sich die Treibhausgasemissionen im Netzwerk sehr stark. Das Glasfasernetz (FTTH – „fibre to the home“) ist am effizientesten.

Wird der Stream über das Glasfasernetz geleitet, so führt dies zu Treibhausgasemissionen in Höhe von 2 Gramm pro Stunde. Beim kabelgebundenen Breitbandanschluss (VDSL – „very high speed digital subscriber line“) benötigt der Stream mit etwa 4 Gramm CO<sub>2</sub>e rund das Doppelte. Noch höhere CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke hat die Übertragung in mobilen Zugangstechnologien. Das moderne 5G-Netz liegt bei rund 5 Gramm, das derzeit gängige 4G-Mobilfunknetz (LTE – „long term evolution“) bei rund 13 Gramm und das alte 3G-Netz (UMTS – „universal mobile telecommunications system“) bei 90 Gramm pro Stunde Videostreaming.

Aus diesen Berechnungen können mehrere Erkenntnisse abgeleitet werden:

- ▶ Glasfaser ist die klimafreundlichste Übertragungstechnik.
- ▶ Der Netzzugang über kabelgebundene Breitbandnetze ist grundsätzlich dem über Mobilfunknetze vorzuziehen.

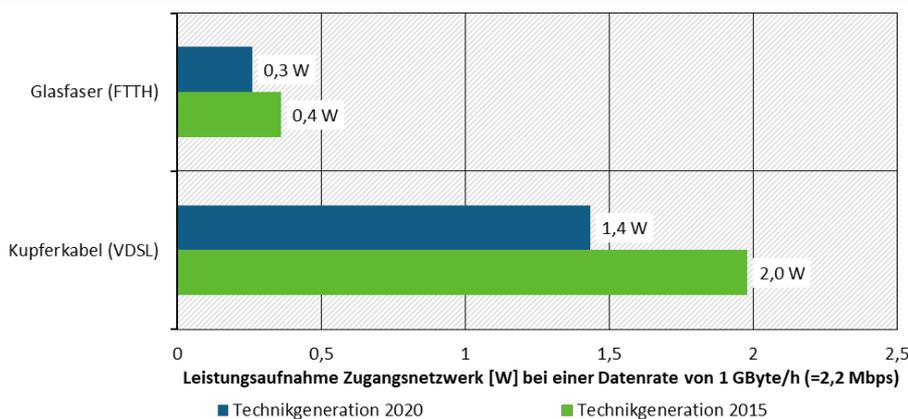
- ▶ Moderne Mobilfunknetze (5G) sind um einen Faktor von mehr als 20 effizienter und damit klimaschonender als alte Mobilfunknetze (3G).
- ▶ Um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verschiedener Netzwerktechnologien transparent zu machen, sollten die Anbieter diese regelmäßig erfassen und für ihr eigenes Nachhaltigkeitsmanagement und ihre Kunden öffentlich zugänglich machen.

## 2 Ausbau von Breitband- und Mobilfunknetzen

### 2.1 Vergleich von Glasfaser- und Kupfernetzen

Der Ausbau von Breitbandnetzen wird derzeit mit verschiedenen Technologien durchgeführt. Die Datenübertragung bei Glasfaser und Kupferkabel wurde in den letzten Jahren deutlich effizienter. Der Vergleich der Treibhausgaspotenziale macht jedoch deutlich, dass die Glasfasertechnologie beim Anschluss von Gebäuden (FTTH – „fibre to the home“) klar im Vorteil ist (siehe Abbildung 4). Der Internetzugang über ein Kupferkabel (VDSL) benötigt rund 5-mal mehr an Energie als der Netzzugang mit Glasfaserkabel.

**Abbildung 4: Leistungsaufnahme Zugangsnetz für kabelgebundene Netzwerke**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Zudem können Glasfaser- bzw. elektrooptische Systeme auch in den kommenden Jahren noch effizienter werden. Insbesondere tragen neue Materialien und anhaltende Miniaturisierung dazu bei, Wirkungsgrade und Leistungsfähigkeit weiter zu erhöhen. Darüber hinaus können passive optische Komponenten für eine weitere Skalierung des Netzes (höhere Übertragungskapazität) sinnvoll genutzt werden ohne zusätzlich Energie zu benötigen. Damit ist die Glasfaser langfristig zukunftsfähiger und umweltverträglicher. Weitere erhebliche Energieeinsparpotentiale hat die Netztechnik auch durch neue Modulations- und Kodierungsverfahren, Virtualisierung und andere softwarebasierte Verfahren.

Vor diesem Hintergrund kann abgeleitet werden:

- ▶ Der Glasfaserausbau in der letzten Meile ist notwendig, zukunftsfähig und umweltverträglicher.
- ▶ Die Erweiterung des optischen Kanals sowohl im Netzzugang bis zum Endgerät (Computer, Fernsehgerät) als auch in der Cloud bis zum Prozessor und Speichersystem wird in Zukunft höchste Performanz und Energieeffizienz ermöglichen.

- ▶ Glasfaser ermöglicht kürzeste Latenzzeiten und schafft damit die Möglichkeit, Rechenleistung sehr effektiv in größeren Rechenzentren zu aggregieren.
- ▶ Glasfaser bietet beste Möglichkeiten zur energieeffizienten Kapazitätserweiterung (Skalierung) von Zugangsnetzen.
- ▶ Mit dem Ausbau der Glasfasernetze kann auch der Mobilfunk energieeffizienter gestaltet werden.

## 2.2 Vermeidung von redundanten Mobilfunknetzen

Wenn Mobilfunkbetreiber Standorte und Equipment gemeinsam nutzen, spart das Energie und Ressourcen, denn dann werden die bestehenden Systeme besser ausgelastet. Dafür muss die Hardware technisch geeignet sein. Es geht nur, wenn die Hersteller keine proprietäre Technik einsetzen und ihre Schnittstellen öffnen. Dafür braucht man technische und organisatorische Gesamtkonzepte, um Sicherheitsfragen zu klären sowie Geschäftsmodelle für eine attraktive und faire gemeinsame Ressourcen-Nutzung. Das wird nicht einfach, aber es lohnt sich: Es macht die Mobilfunknetze effizienter und leistungsfähiger für alle Nutzer\*innen, zum Beispiel indem die besten Antennenstandorte intensiv genutzt werden.

All diese Dinge sind große Herausforderungen. Doch sie können dazu beitragen, die Mobilfunknetze für alle Nutzer\*innen performant und gleichzeitig ökologisch tragfähig zu machen.

Die wichtigsten Erkenntnisse:

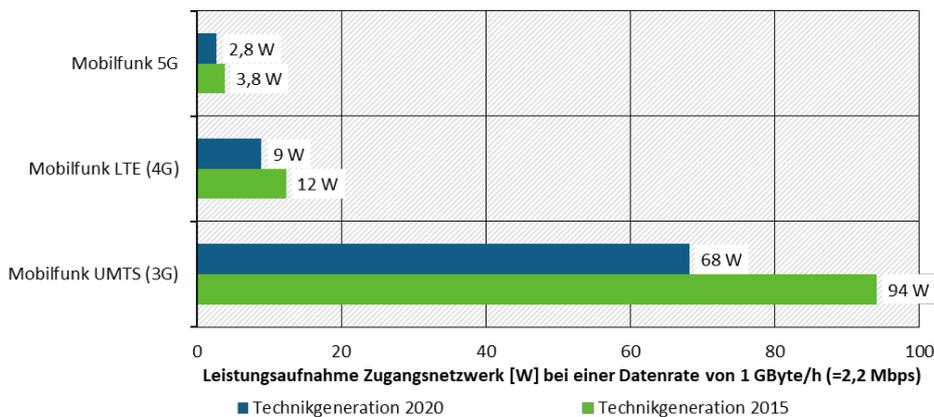
- ▶ In Deutschland gibt es derzeit einander überlagernde Mobilfunknetze mehrerer Betreiber.
- ▶ Wenn Mobilfunkbetreiber Standorte und Geräte gemeinsam nutzen, spart das Energie und Ressourcen, weil Technik nicht doppelt bereitgestellt und betrieben werden muss. Darüber hinaus verbessert es den Netzzugang für alle Nutzer\*innen.
- ▶ Dafür müssen viele technische Fragen geklärt werden. Außerdem ist zu klären, wie ein solches Konzept für alle Anbieter wirtschaftlich fair gestaltet werden kann.

## 2.3 Effiziente Mobilfunknetze durch fortschrittliche Technik

Die Mobilfunktechnik verändert sich rasant. Bereits die vierte Mobilfunkgeneration 4G (LTE – „long term evolution“) bot deutlich höhere Datenraten als frühere Netze. Bei 5G stehen nun eine weit höhere Datenrate, kurze Latenzzeiten und Skalierbarkeit im Mittelpunkt der technischen Entwicklung. Der Erhöhung der spektralen Effizienz durch mehr Bandbreite, eine drastische Erhöhung der Antennenzahl, neue Modulationsverfahren und Kopplung von Kanälen bewirken den gewünschten Performance-Gewinn. Damit steigt aber nicht unbedingt der Energiebedarf. Im Gegenteil, der Energiebedarf pro übertragener Datenmenge sinkt. Die neue Technologie kann auch in den Frequenzbereichen bestehender Technik wie GSM, UMTS und LTE eingesetzt werden. Die Modellierung des Energiebedarfs von Mobilfunknetzen in den Forschungsprojekten „UTAMO“ (Umweltbezogene Technikfolgenabschätzung von Mobilfunknetzen und Endgeräten) und „Green Cloud-Computing“ zeigen das Energieeffizienzpotential von 5G (vgl. Abbildung 5).

Die derzeit verbreiteten 4G-Netze (LTE) brauchen rund 3-mal so viel Energie wie die 5G-Technik. Die alten 3G-Netze (UMTS) benötigen sogar mehr als 20-mal soviel Energie zur Übertragung der gleichen Datenmenge wie 5G.

**Abbildung 5: Leistungsaufnahme Zugangnetz für Mobilfunknetzwerke**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Deshalb empfehlen wir, das Mobilfunknetz langfristig zu modernisieren und auch für die bisher schon genutzten Frequenzen unter 6 GHz auf 5G-Technik umzustellen. Die veraltete, dritte Mobilfunkgeneration 3G (UMTS) ist für die heutige Datenübertragung ungeeignet und sollte wo möglich, abgeschaltet werden. Neue Funklöcher dürfen hierdurch aber nicht entstehen.

Die ab dem Jahr 1990 eingeführte dritte Mobilfunkgeneration 3G (UMTS) ist wenig effizient und für die heute entstehenden Datenmengen ungeeignet. Die veraltete Technik sollte daher in absehbarer Zeit abgeschaltet werden. Allerdings gibt es noch viele Smartphones und einfache Handys, die noch kein 4G und 5G unterstützen. Diese würden durch eine Abschaltung obsolet. Die Herstellung neuer Geräte verbraucht Ressourcen und verursacht Treibhausgas-Emissionen (rund 100 Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente für ein Smartphone). Der Zeitpunkt der Umstellung muss deshalb sorgfältig abgewogen werden.

Aus diesen Überlegungen können folgende Erkenntnisse abgeleitet werden:

- ▶ Die Modernisierung der Mobilfunknetze hat ein gutes Potential zur Energie- und Ressourceneinsparung. Neben der Technologie sollten auch Stromversorgung und Klimatisierung der Technikstandorte betrachtet und deren Effizienz so weit wie möglich gesteigert werden.
- ▶ Der Mobilfunk ist für den Hausanschluss ungeeignet und aus Sicht des Umwelt- und Klimaschutzes nicht tragfähig.
- ▶ Bei der Umstellung auf 5G sind auch die Endgeräte der Netzteilnehmer\*innen zu berücksichtigen, damit deren Endgeräte (Smartphones und Handys) nicht vorzeitig unbrauchbar werden.

## 3 Planung, Betrieb und Entsorgung von Rechenzentren

### 3.1 Abwärmenutzung

Rechenzentren haben je nach technischer Ausstattung eine elektrische Anschlussleistung von mehreren 100 Kilowatt bis zu mehreren Megawatt. Die gesamte elektrische Energie, die im Rechenzentrum zum Betrieb der Gebäude- und Informationstechnik aufgewendet wird, wird dort in Wärme umgesetzt und als Abwärme wieder aus dem Rechenzentrum abgeführt. Dadurch sind Rechenzentren ganzjährige Lieferanten von Abwärme auf einem kontinuierlichen

Temperaturniveau. Derzeit wird diese Abwärme in der Regel ungenutzt an die Umgebung abgeführt und damit verschwendet.

Durch die intelligente Planung von Klimatisierungskonzepten und Rechenzentrumsstandorten kann die Abwärme aber auch zur Beheizung von Gebäuden oder als Prozesswärme genutzt werden. Dadurch lassen sich andere Heizenergieträger wie Erdgas und Heizöl reduzieren und Treibhausgasemissionen vermeiden. Aus Klimaschutzgesichtspunkten sollte die Abwärmenutzung daher selbstverständlicher Bestandteil der Standortwahl und Planung von Rechenzentren sein.

### **3.2 Bedarfsgerechte Planung**

Bei der Erhebung von tatsächlichen Betriebsdaten in Rechenzentren wird deutlich, dass Server, Speichersysteme und Datennetzwerke in der Praxis nur wenig ausgelastet sind. Beispielsweise liegt die CPU-Auslastung von Servern in der Regel unterhalb von 20 Prozent und selten höher als 30 Prozent. Das bedeutet, dass 70 bis 80 Prozent der IT-Ressourcen ungenutzt sind und Energie im Leerlauf verbrauchen, ohne dass sie Rechenleistung erbringen.

Anhand der Effizienzindikatoren für Rechenleistung, die im Forschungsprojekt KPI4DCE (2018) ermittelt wurden, wird deutlich, wie stark die Effizienz von Rechenzentren von der Auslastung abhängt. Neben den technischen Möglichkeiten, die Auslastung auch in bestehenden Rechenzentren durch Virtualisierung und Konsolidierung von Diensten zu erhöhen, besteht insbesondere in der Planungsphase ein hohes Potenzial, die Effizienz von Rechenzentren zu erhöhen. Eine bedarfsgerechte Planung und der Einsatz von modular zuschaltbaren oder erweiterbaren Komponenten führt zu einem erheblichen Effizienzgewinn, der sich auch in reduzierten Investitionskosten und Betriebskosten bemerkbar macht. Damit ist eine Steigerung der Auslastung auf mehr als 50 Prozent möglich.

### **3.3 Der europäische Standard für Cloud-Dienste**

Das Projekt GAIA-X ist durch eine Initiative der Bundesregierung entstanden. Das Ziel des europäischen Gemeinschaftsprojektes ist es, eine sichere und vertrauenswürdige Cloud-Infrastruktur für Europa zu schaffen. Mit diesem Projekt werden wichtige technologische Standards und das Niveau der Energieeffizienz für europäische Cloud-Dienste gesetzt.

Die europäische Kommission will Europa mit dem Green Deal bis 2050 treibhausgasneutral machen. Vor diesem Hintergrund müssen für Großprojekte, wie GAIA-X, Vorgaben zum Schutz des Klimas gemacht und verbindlich eingefordert werden. Nur so kann verhindert werden, dass energieintensive Dienste und Strukturen neu entstehen, die den Klimaschutzzielen entgegenwirken.

- ▶ Ein Cloud-Rechenzentrum, das dem GAIA-X-Verbund beiträgt, muss höchste Ansprüche an Energieeffizienz und Ressourcenschonung genügen.
- ▶ Für die Beurteilung der Energie- und Ressourceneffizienz ist ein jährlicher Bericht anhand der Kennzahlen KPI4DCE zu erstellen und zu veröffentlichen.
- ▶ GAIA-X-Rechenzentren am Standort Deutschland müssen die Kriterien des Blauen Engels für Rechenzentren erfüllen.

### **3.4 Bedeutung der öffentlichen Beschaffung**

Bund, Länder und Kommunen beschaffen jährlich Produkte und Dienstleistungen in Höhe von ca. 260 Mrd. Euro. Mit den Corona-Hilfsprogrammen werden diese Ausgaben in den nächsten

Jahren noch weiter steigen. Die Öffentliche Hand verfügt somit über ein enormes Potential, die Märkte für umweltpolitische Ziele zu beeinflussen. Mit der Neufassung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Leistungen (AVV-EnEff), die am 27.5.2020 in Kraft getreten ist, werden die Aspekte des Umwelt- und Klimaschutzes konsequent berücksichtigt. Die Bundeseinrichtungen müssen ab sofort Leistungen mit der besten Energieeffizienzklasse einkaufen. Als Ergänzung zu den Energieeffizienzvorgaben verweist die AVV-EnEff darauf, Produktzertifizierung mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ zu fordern.

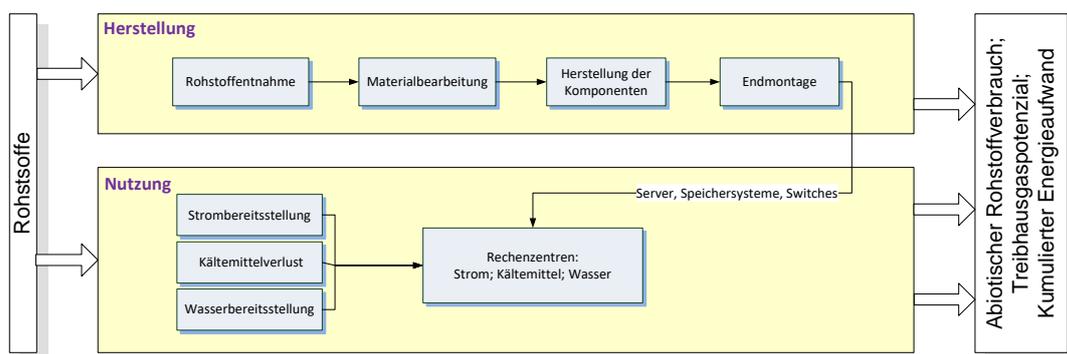
Bezogen auf Rechenzentren und Rechenzentrumsdienstleistungen bedeutet die Umsetzung dieser Maßgabe, dass konsequent nur nach den Kriterien des Umweltzeichens „Blauer Engel“ beschafft werden soll:

- ▶ Server und Datenspeicherprodukte (DE-UZ 213),
- ▶ Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb (DE-UZ 161),
- ▶ Klimaschonende Colocation-Rechenzentren (DE-UZ 214),
- ▶ Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215).

### 3.5 Ressourcenrelevanz von Rechenzentren

Die Bilanzierung der Umweltwirkungen von Rechenzentren in den beiden Forschungsprojekten KPI4DCE (2018) und „Green Cloud-Computing“ (2020) umfasst auch die Herstellung von IT-Komponenten, die im Rechenzentrum eingesetzt werden. In Abbildung 6 sind die Systemgrenzen dieser Bilanzierung dargestellt. Für Server, Speichersysteme und Netzwerkgeräte wurden orientierende Ökobilanzen durchgeführt, die den Herstellungsaufwand berechnen und in den Wirkungskategorien Rohstoffbedarf, Treibhausgaspotenzial und Primärenergiebedarf bestimmen. Weiterhin wurde der Betrieb des Rechenzentrums mit dem damit zusammenhängenden Bedarf an Strom, Kältemitteln und Wasser bilanziert.

**Abbildung 6: Schematische Darstellung der Systemgrenzen bei der Bilanzierung von Rechenzentren**

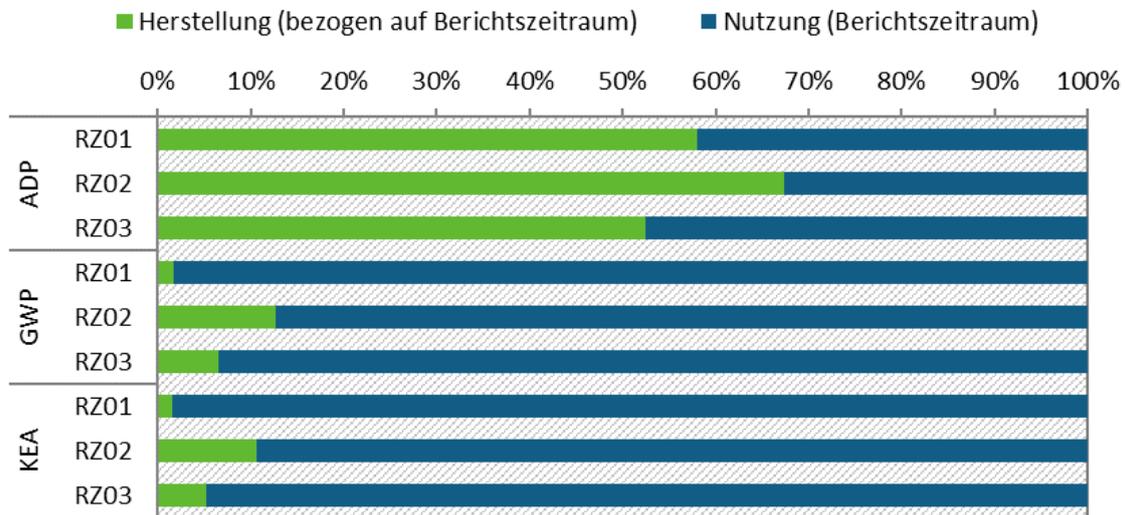


Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Die Berechnung der Umweltwirkungen wurde im Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ anhand von drei exemplarischen Rechenzentren durchgeführt. Die Verteilung der Umweltwirkungen der Rechenzentren über die verschiedenen Lebenszyklusphasen ist in

Abbildung 7 dokumentiert. Der einmalige Herstellungsaufwand wurde dabei auf die Jahre der Gerätenutzung aufgeteilt und der Aufwand bei der Nutzung jeweils auf ein Jahr bezogen.

**Abbildung 7: Relative Verteilung der Ressourceninanspruchnahme und Umweltwirkungen der Rechenzentren nach Lebenszyklusphase**



Quelle: Forschungsprojekt „Green Cloud-Computing“ (2020)

Bei den Umweltwirkungen von Rechenzentren ist die Nutzungsphase, also der Betrieb der Rechenzentren entscheidend. Beim Treibhausgaspotenzial (GWP) und Primärenergiebedarf (KEA) ist die Nutzungsphase für 87 bis 98 Prozent der Umweltwirkungen verantwortlich.

Beim abiotischen Rohstoffbedarf (ADP) kehrt sich dieses Bild jedoch um. Die Herstellung der IT-Technik ist für 52 bis 67 Prozent der Umweltbelastungen zuständig. Der Rest des Rohstoffbedarfs (33 bis 48 Prozent) ist auf die Nutzungsphase zurückzuführen, insbesondere auf die Erzeugung von Strom aus fossilen Energieträgern. In Zukunft wird beim Rohstoffbedarf die Bedeutung der Herstellungsphase weiter steigen. Mit einer Zunahme des Anteils an erneuerbaren Energien im deutschen Stromnetz werden die für die Herstellung benötigten Rohstoffe die Bilanz noch weiter dominieren.

Aus Gründen des Ressourcenschutzes hat daher die in Rechenzentren verbaute Hardware eine besondere Bedeutung. Auch deshalb, weil in IT-Hardware wertvolle und teilweise kritische Rohstoffe verbaut sind. Hardware sollte daher möglichst lange genutzt werden, bis zu dem Zeitpunkt, an dem neue, effizientere Hardware den Weiterbetrieb der alten Hardware in der Umweltbilanz überholt. Diesen optimalen Zeitpunkt festzustellen, wird Bestandteil weiterer Forschungsarbeiten sein. Der Entsorgung von Rechenzentrumshardware muss eine stärkere Aufmerksamkeit zukommen. Die Konzentration von Elektronikschrott an zentralen Rechenzentrumsstandorten bietet die Chance, höhere Recyclingquoten zu erreichen und Rohstoffe gezielter in den Kreislauf zurück zu führen.

## 4 Einsparmöglichkeiten für Verbraucher\*innen

### 4.1 Übertragungsraten bei Videoinhalten

Rund 80% des Datenverkehrs in Telekommunikationsnetzen sind Videoinhalte. Ihre Datenmenge zu reduzieren, ist deshalb eine besonders effektive Möglichkeit, die Netze zu entlasten und deren Energieverbrauch zu senken. Oft ist dies sogar ohne Qualitätseinbußen

möglich, wenn Anzeigeräte wie Smartphones oder Tablets ohnehin nur kleine Displaygrößen aufweisen. Solche Geräte sind zwar technisch dazu in der Lage, eine hohe Pixelzahl darzustellen, das menschliche Auge kann die hohe Auflösung, insbesondere bei Bewegtbildern, jedoch nicht von einer geringeren Auflösung unterscheiden. Auf solchen kleinen Displays sollte daher datensparend gestreamt werden. In Tabelle 1 sind unterschiedliche Datenmengen pro Stunde für unterschiedliche Bildschirmauflösungen und Videoqualitäten dargestellt. Die Datenmengen reichen von 30 Megabyte pro Stunde für sehr kleine Bildschirmauflösungen bis zu 7 Gigabyte für Ultra-HD-Auflösungen.

**Tabelle 1: Datenmengen bei unterschiedlichen Bildschirmauflösungen und Videoqualitäten**

YouTube nach Videoqualität	Bildschirmauflösung (Pixel)	Datenmenge pro Stunde
144p	192 x 144	30 MB/h
240p	320 x 240	150 MB/h
360p	480 x 360	300 MB/h
480p	640 x 480	450 MB/h
HD / 720p	1280 x 720	1,2 GB/h
Full HD / 1080p	1920 x 1080	1,7 GB/h
Netflix nach Videoqualität		Datenmenge pro Stunde
Niedrige Qualität		300 MB/h
Mittlere Qualität	1280 x 720	700 MB/h
Hohe Qualität	1920 x 1080	3 GB/h
Ultra-HD	3840 x 2160	7 GB/h

Quelle: eigene Darstellung nach [www.tarife.at](http://www.tarife.at) (2020)

Um die Nutzer\*innen in die Lage zu versetzen, weniger Datenverkehr zu verursachen, sollten Videostreaming-Dienste daher automatisch die Größe des Displays des Anzeigerätes erkennen und die Datenmenge auf das notwendige Maß reduzieren.

## 4.2 Unerwünschter Datenverkehr

Videos sind beliebt für die Gestaltung von Webseiten. Um die Aufmerksamkeit von Besucher\*innen auf Werbebotschaften zu lenken, starten Werbevideos oft automatisch, sobald sich die Videofenster im sichtbaren Bildschirmbereich befinden.

Da dies einen erheblichen Datenverkehr verursacht, sollten Website-Betreiber zugunsten des Klimaschutzes auf diese Praxis verzichten. Die Autoplay-Funktion sollte standardmäßig abgestellt werden und die Nutzer\*innen sollten mehr Autonomie darüber erhalten, welche Videoinhalte sie abspielen möchten.

## 4.3 Anreize zur Datensparsamkeit und Ressourcenschutz

Die Übertragung von Daten in Mobilfunknetzen hat einen deutlich größeren ökologischen Fußabdruck als die in kabelgebundenen Breitbandnetzen (siehe Abschnitte 1.3 und 2.3). Daher sind Anreize in Mobilfunktarifen, die zu einem höheren Datenkonsum führen, schlecht für den Klimaschutz.

Fehlanreize sind beispielsweise Flatrates oder großzügige Datenpakete für Musik- und Videostreaming. Diese Tarife können zum Beispiel dazu führen, dass Nutzer\*innen Videotelefonate über Messenger-Dienste, statt Sprachtelefonate führen. Der Unterschied zwischen beiden Varianten beträgt 300 MByte statt 60 MByte pro Stunde und führt damit zu

einem 5-mal höheren mobilem Datenvolumen. Findet diese Datenübertragung über UMTS-Netze statt, so hat dies einen erheblichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zur Folge.

Umweltverträglicher als der Zugang über Mobilfunknetze ist die Nutzung von WLAN-Netzen. Umweltbewusste Tarife könnten daher beispielsweise ein kostenloses Telefonieren über WLAN-Netze zulassen, statt Flatrates für den Mobilfunk.

Weitere Fehlanreize werden in Mobilfunkverträgen gesetzt, indem neue Smartphones zu Schnäppchenpreisen angeboten werden. Die Telefone werden für die Nutzer\*innen intransparent über höhere Grundgebühren bezahlt. Die Nutzer\*innen werden so dazu gedrängt, alle 1 bis 2 Jahre ein neues Smartphone zu nutzen. Die Herstellung eines Smartphones benötigt viele wertvolle Rohstoffe, verursacht Treibhausgas-Emissionen von rund 100 Kilogramm und führt zu weiterem Elektronikschrott. Stattdessen sollen Mobilfunkverträge die Nutzer\*innen durch niedrige Grundgebühren und nicht-subventionierte Hardware dazu motivieren, ihre Smartphones möglichst lange zu nutzen und damit Energie und Ressourcen einzusparen.

### Zitierte Forschungsprojekte des Umweltbundesamtes

KPI4DCE (2018): Schödwel, Björn; Zarnekow, Rüdiger; Liu, Ran; Gröger, Jens; Wilkens, Marc.  
Kennzahlen und Indikatoren für die Beurteilung der Ressourceneffizienz von Rechenzentren und Prüfung der praktischen Anwendbarkeit. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23\\_texte\\_19-2018\\_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-23_texte_19-2018_ressourceneffizienz-rechenzentren.pdf).

Green Cloud-Computing (2020): Gröger, Jens; Liu, Ran; Stobbe, Lutz; Richter, Nikolai.  
Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloudcomputing.  
Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamt. In Bearbeitung.

UTAMO (2020): Stobbe, Lutz et al. Umweltbezogene Technikfolgenabschätzung von Mobilfunknetzen und Endgeräten. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamt. In Bearbeitung.

---

### Impressum

#### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[buergerservice@uba.de](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet:  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)  
 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

#### Autorenschaft, Institution

Marina Köhn, Beratungsstelle  
Green-IT, Umweltbundesamt,  
[marina.koehn@uba.de](mailto:marina.koehn@uba.de)  
  
Jens Gröger, Bereich Produkte &  
Stoffströme, Öko-Institut e.V.,  
[j.groeger@oeko.de](mailto:j.groeger@oeko.de)  
  
Dr. Lutz Stobbe, Fraunhofer-  
Institut für Zuverlässigkeit und  
Mikrointegration (IZM),  
[lutz.stobbe@izm.fraunhofer.de](mailto:lutz.stobbe@izm.fraunhofer.de)

**Stand:** September 2020