



Ab 2020 soll die fünfte Generation der Mobilfunktechnologie weltweit eingeführt werden. Das neue Netz, 5G genannt, verspricht schnellere Geschwindigkeiten und eine höhere Kapazität für die Nutzung von mehr Geräten. Doch während Unternehmen aus Ländern wie den Vereinigten Staaten und China darum wetteifern, als erste 5G für die Verbraucher bereitzustellen, werden die Umweltauswirkungen des neuen Netzes übersehen. In einer Zeit, in der die Umwelt am empfindlichsten ist, ist es für künftige Generationen äußerst riskant, diese Auswirkungen zu übersehen.

Die wichtigsten Umweltprobleme im Zusammenhang mit der Einführung des 5G-Netzes entstehen bei der Herstellung der vielen Komponenten der 5G-Infrastruktur. Darüber hinaus wird die Verbreitung neuer Geräte, die das 5G-Netz nutzen werden und die mit der beschleunigten Nachfrage der Verbraucher nach neuen, von 5G abhängigen Geräten verbunden ist, schwerwiegende Folgen für die Umwelt haben.

Das 5G-Netz wird unweigerlich zu einem starken Anstieg des Energieverbrauchs bei den Verbrauchern führen, der bereits jetzt einer der Hauptverursacher des Klimawandels ist. Darü-

ber hinaus entstehen bei der Herstellung und Wartung der neuen Technologien, die mit 5G verbunden sind, Abfälle und es werden wichtige Ressourcen verbraucht, die sich nachteilig auf die Umwelt auswirken. 5G-Netze nutzen Technologien, die schädliche Auswirkungen auf Vögel haben, was wiederum Kaskadeneffekte auf ganze Ökosysteme hat. Auch wenn die Entwickler von 5G versuchen, ein Netz zu schaffen, das weniger Auswirkungen auf die Umwelt hat als frühere Netze, gibt es immer noch Raum für Verbesserungen, und die Folgen von 5G sollten berücksichtigt werden, bevor es auf breiter Front eingeführt wird.

Was ist 5G?

5G steht für die fünfte Generation der Mobilfunktechnologie. Es handelt sich um die Welle der Drahtlostechnologie, die das derzeit verwendete 4G-Netz übertrifft. Frühere Generationen brachten die ersten Mobiltelefone (1G), Textnachrichten (2G), Online-Funktionen (3G) und eine höhere Geschwindigkeit (4G). [1] Die fünfte Generation soll die Geschwindigkeit der Datenübertragung erhöhen, reaktionsschneller sein und eine größere Konnektivität von Geräten gleichzeitig ermöglichen. [2] Das bedeutet, dass 5G das nahezu sofortige Herunterladen von Daten ermöglichen wird, das mit dem aktuellen Netz Stunden dauern würde. Beispielsweise würde das Herunterladen eines Films mit 5G nur Sekunden dauern. Diese neuen Verbesserungen werden selbstfahrende Autos, eine massive Ausweitung der Nutzung von IoT-Geräten (Internet of Things) und die Beschleunigung neuer technologischer Fortschritte ermöglichen, die von einer viel größeren Zahl von Menschen im Alltag genutzt werden.

Obwohl 5G noch nicht vollständig entwickelt ist, wird erwartet, dass es aus mindestens fünf neuen Technologien besteht, die es ermöglichen, viel kompliziertere Aufgaben mit höheren Geschwindigkeiten auszuführen. Bei den neuen Technologien, die 5G nutzen wird, handelt es sich um Hardware, die mit viel höheren Frequenzen (Millimeterwellenlängen) arbeitet, kleine Zellen, massives MIMO (Multiple Input Multiple Output), Beamforming und Vollduplex. [3] Zusammengefasst werden diese neuen Technologien das Potenzial vieler der heute genutzten Geräte und der Geräte, die für die Zukunft entwickelt werden, erweitern.

Millimeterwellen haben eine höhere Wellenlänge als die heute bei der drahtlosen Übertragung üblicherweise verwendeten Funkwellen [4]. Die Nutzung dieses Teils des Spektrums entspricht höheren Frequenzen und kürzeren Wellenlängen, in diesem Fall im Millimeterbereich (im Gegensatz zu den niedrigeren Funkfrequenzen, bei denen die Wellenlängen im Bereich von Metern bis zu Hunderten von Kilometern liegen können). Bei höheren Frequenzen können mehr Geräte gleichzeitig mit demselben Netz verbunden werden, da mehr Platz zur Verfügung steht als bei den heute verwendeten Funkwellen. Die Nutzung dieses Teils des Spektrums hat viel größere Wellenlängen als die, die für einen Teil der 5G-Implementierung vorgesehen sind. Die derzeit verwendeten Wellen können bis zu zehn Zentimeter lang sein, während die neuen 5G-Wellen nicht größer als zehn Millimeter sein werden. [5] Die Millimeterwellen werden mehr Übertragungsraum für die ständig wachsende Zahl von Menschen und Geräten schaffen, die die derzeitigen Netze überfüllen. Die Millimeterwellen werden mehr Platz für Geräte schaffen, die von den Verbrauchern genutzt werden, was zu einem höheren Energieverbrauch und damit zu einer stärkeren Erderwärmung führen wird.

Millimeterwellen sind in ihrer Fähigkeit, zwei Geräte miteinander zu verbinden, sehr schwach, weshalb 5G für eine vollständige, ununterbrochene Abdeckung so genannte „kleine

Zellen“ benötigt. Bei kleinen Zellen handelt es sich im Wesentlichen um Miniatur-Mobilfunktürme, die in Städten und anderen Gebieten, die versorgt werden müssen, in einem Abstand von 250 Metern aufgestellt werden. [6] Die kleinen Zellen sind notwendig, da Emissionen [oder Signale] mit dieser höheren Frequenz/kürzeren Wellenlänge nur schwer durch feste Objekte hindurchdringen und sogar leicht von Regen abgefangen werden können. [7] Die kleinen Zellen könnten an allem Möglichen platziert werden, von Bäumen über Straßenlaternen bis hin zu den Seiten von Unternehmen und Häusern, um die Verbindung zu maximieren und „tote Zonen“ (Bereiche, in denen Verbindungen verloren gehen) zu begrenzen. [8]

Die nächste neue Technologie, die für 5G erforderlich ist, ist Massive MIMO, was für Multiple Input Multiple Output steht. MIMO beschreibt die Kapazität der 5G-Basisstationen, da diese Basisstationen in der Lage wären, eine viel größere Datenmenge zu einem bestimmten Zeitpunkt zu verarbeiten. Derzeit verfügen 4G-Basisstationen über etwa acht Sender und vier Empfänger, die den Datenfluss zwischen den Geräten leiten. [9] 5G wird diese Kapazität durch den Einsatz von Massive MIMO übertreffen, das 22-mal mehr Anschlüsse bewältigen kann. [10] Abbildung 1 zeigt, wie ein Massive-MIMO-Turm in der Lage wäre, eine größere Anzahl von Verbindungen auf einmal zu leiten. Massive MIMO führt jedoch dazu, dass sich die Signale leichter kreuzen. Gekreuzte Signale führen zu einer Unterbrechung der Datenübertragung von einem Gerät zum nächsten, da die Wellenlängen auf dem Weg zu ihrem jeweiligen Ziel zusammenstoßen. Um das Problem der gekreuzten Signale zu lösen, ist Beamforming erforderlich.

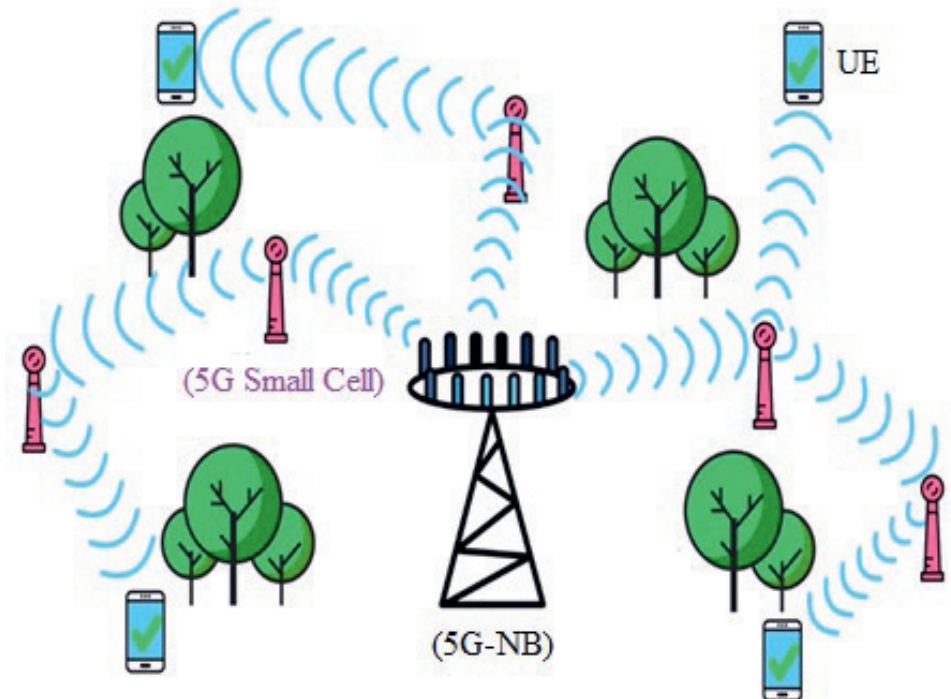


Abbildung 1. 5G-Netz mit Basistürmen, kleinen Zellen und stilisierten Unterbrechungen [11]

Um die Effizienz der Datenübertragung zu maximieren, wird in 5G eine weitere neue Technologie namens Beamforming eingesetzt. Damit die Daten an den richtigen Benutzer gesendet werden können, müssen die Wellenlängen ohne Interferenzen ausgerichtet werden. Dies wird durch eine Technik namens Beamforming erreicht. Beamforming leitet die Daten dorthin, wohin sie gesendet werden, indem eine Vielzahl von Antennen verwendet wird, um die Signale anhand bestimmter Merkmale, wie z. B. der Stärke des Signals, zu ordnen. [12] Indem Signale direkt dorthin gesendet werden, wo sie hingehören, verringert Beamforming die Wahrscheinlichkeit, dass ein Signal aufgrund von Störungen durch ein physisches Objekt verloren geht.

Eine Möglichkeit, wie 5G sein Versprechen einer schnelleren Datenübertragung einlösen kann, ist das gleichzeitige Senden und Empfangen von Daten. [13] Die Methode, die eine gleichzeitige Eingabe und Ausgabe von Daten ermöglicht, wird als Vollduplex bezeichnet. Während die Vollduplex-Fähigkeit eine schnellere Datenübertragung ermöglicht, gibt es ein Problem mit Signalstörungen aufgrund von Echos. [14] Vollduplex wird die Übertragungszeiten um die Hälfte verkürzen, weil es eine Antwort ermöglicht, sobald eine Eingabe erfolgt, wodurch die Umkehrzeit, die heute bei der Übertragung zu beobachten ist, entfällt.

Da diese Technologien neu und noch nicht erprobt sind, lässt sich nur schwer sagen, wie sie sich auf unsere Umwelt auswirken werden. Dies wirft ein weiteres Problem auf: Es gibt Auswirkungen, die vorhergesehen und vorhergesagt werden können, aber es gibt auch unvorhergesehene Auswirkungen, da viele der neuen Technologien noch nicht erprobt sind. Dennoch ist es möglich, einige der schädlichen Umweltauswirkungen der neuen Technologien und des 5G-Netzes vorherzusehen, denn wir wissen, dass diese Technologien die Exposition gegenüber schädlicher Strahlung erhöhen, den Abbau seltener Mineralien verstärken, die Abfallmenge erhöhen und den Energieverbrauch steigern werden. Die größten Umweltprobleme bei 5G betreffen zwei der fünf neuen Komponenten: die Millimeterwellen und die kleinen Zellen.

Erhöhter Energieverbrauch des 5G-Netzes

Das gesamte Ziel des neuen 5G-Netzes besteht darin, dass mehr Geräte von den Verbrauchern schneller als je zuvor genutzt werden können, und deshalb wird der Energieverbrauch weltweit sicherlich steigen. Der Energieverbrauch ist heute einer der Hauptverursacher des Klimawandels, und ein Anstieg des Energieverbrauchs würde auch den Klimawandel drastisch beschleunigen. 5G wird auf einem höheren Frequenzbereich des Spektrums arbeiten, um neuen Raum für mehr Geräte zu schaffen. Durch die geringere Größe der Millimeterwellen im Vergleich zu Hochfrequenzwellen können mehr Daten schneller ausgetauscht werden, und es entsteht eine große Bandbreite, mit der viel größere Aufgaben bewältigt werden können. [15] Die Idee, mehr Platz für die Nutzung von Geräten zu schaffen, ist zwar großartig für die Verbraucher, wird aber aus zwei Gründen zu einem sprunghaften Anstieg des Energieverbrauchs führen: Die Technologie selbst ist energieintensiv und wird die Nachfrage nach mehr elektronischen Geräten erhöhen. Die Möglichkeit, mehr Geräte im selben Netz zu verwenden, schafft einen größeren Anreiz für die Verbraucher, elektronische Geräte zu kaufen und sie häufiger zu benutzen. Dies wird durch den erhöhten Energieverbrauch schädliche Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Für den Klimawandel gibt es mehrere Ursachen, aber der Energieverbrauch gewinnt an Aufmerksamkeit, weil er den Klimawandel in besonderem Maße vorantreibt. Noch vor der Einführung von 5G können etwa 2 % der weltweiten Treibhausgasemissionen der IKT-Industrie zuge-

geschrieben werden.[16] Auch wenn 2 % nicht wie ein sehr großer Anteil erscheinen, so entspricht dies doch etwa 860 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen. [17] Treibhausgasemissionen sind die Hauptursache für Naturkatastrophen wie Überschwemmungen und Dürren, die von Jahr zu Jahr schwerer werden und häufiger auftreten. Gegenwärtig sind etwa 85 % der in den Vereinigten Staaten verbrauchten Energie auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe zurückzuführen [18]. Die schwindende Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe und die Umweltbelastung durch die Freisetzung dieser fossilen Brennstoffe in unsere Atmosphäre machen eine Umstellung auf andere Energiequellen dringend erforderlich. Ohne eine Umstellung auf andere Formen der Energieerzeugung und die durch die Einführung von 5G ermöglichte Erweiterung der Technologie wird die Belastung unserer Umwelt zunehmen, und die Schäden werden möglicherweise niemals behoben werden. Mit der Zunahme des Energieverbrauchs durch die Technologie und die Einführung von 5G ist zu erwarten, dass die Probleme des Klimawandels, mit denen wir heute konfrontiert sind, nur noch zunehmen werden.

Der Gesamtbeitrag der IKT-Industrie zu den Kohlendioxidemissionen hat einen enormen Einfluss auf den Klimawandel und wird ohne geeignete Maßnahmen noch größere Auswirkungen haben. In einem Bericht der Europäischen Union schätzten Forscher, dass eine Verringerung der Kohlendioxidemissionen um 15–30 % bis 2020 erforderlich ist, um den globalen Temperaturanstieg unter 2° Celsius zu halten [19].

Ingenieure behaupten, dass die kleinen Zellen, die für die 5G-Verbindung verwendet werden, energieeffizient und nachhaltig betrieben werden; die Wartung und Produktion dieser Zellen ist jedoch ein größeres Problem. Befürworter des 5G-Netzes plädieren dafür, dass die kleinen Zellen mit Solar- oder Windenergie betrieben werden, um nachhaltig und umweltfreundlich zu bleiben. [20] Diese als „Brennstoffzellen-Energieserver“ bezeichneten Geräte werden als Generatoren für saubere Energie für die kleinen Zellen fungieren. [21] Die Implementierung von Basisstationen, die mit nachhaltiger Energie betrieben werden, wäre zwar ein Schritt in die richtige Richtung in Bezug auf den Umweltschutz, ist aber nicht die Lösung für das Hauptproblem, das durch 5G verursacht wird, nämlich die Auswirkungen der massiven Menge neuer Geräte in den Händen der Verbraucher auf die Energiemenge, die für die Versorgung dieser Geräte benötigt wird.

Steigender Verbrauch und 5G-Technologien

Die verschwenderische Art der Herstellung und Wartung sowohl einzelner Geräte als auch der Geräte, die für die Bereitstellung von 5G-Verbindungen verwendet werden, könnte einen wesentlichen Beitrag zum Klimawandel leisten. Das Versprechen der 5G-Technologie, die Anzahl der funktionierenden Geräte zu erhöhen, ist vielleicht der beunruhigendste Aspekt der neuen Technologie. Mobiltelefone, Computer und andere Alltagsgeräte werden auf eine Weise hergestellt, die die Umwelt belastet. Einem Bericht der US-Umweltbehörde EPA zufolge stammten im Jahr 2010 25 % der weltweiten Treibhausgasemissionen aus der Strom- und Wärmeerzeugung, die damit die größte einzelne Emissionsquelle darstellt. [22] Das Hauptgas, das in diesem Sektor freigesetzt wird, ist Kohlendioxid, das durch die Verbrennung von Erdgas (z. B. Kohle) zur Stromerzeugung entsteht. [23] Kohlendioxid ist eines der am häufigsten vorkommenden Treibhausgase in unserer Atmosphäre, da es die Wärme in der Erdatmosphäre einfängt und versucht, in den Weltraum zu entweichen. [24]

Der zunehmende Gerätekonsum fordert seinen Tribut von der Umwelt: [25] Da die Verbraucher Zugang zu immer mehr Technologien erhalten, weitet sich der Kreislauf des Konsums immer weiter aus. Wenn neue Geräte entwickelt werden, werden die älteren Geräte weggeworfen, auch wenn sie noch funktionieren. Oft ändern große Unternehmen ihre Produkte absichtlich so, dass bestimmte Partnergeräte (z. B. Ladegeräte oder Kopfhörer) unbrauchbar werden, wodurch die Nachfrage nach neuen Produkten entsteht. Wirtschaftliche Anreize führen dazu, dass die Unternehmen diese Praktiken trotz der Umweltauswirkungen fortsetzen.

Eines der Hauptprobleme des 5G-Netzes und des daraus resultierenden Anstiegs des Verbrauchs an technischen Geräten ist, dass die für diese Geräte erforderliche Produktion nicht nachhaltig ist. Bei der Herstellung neuer Geräte, seien es neue Smartphones oder die für 5G benötigten kleinen Zellen, müssen nicht erneuerbare Metalle verwendet werden. Es ist äußerst schwierig, Metalle für die nachhaltige Herstellung zu verwenden, da Metalle keine erneuerbare Ressource sind. [26] Metalle, die bei der Herstellung der heute häufig verwendeten intelligenten Geräte verwendet werden, können oft nicht auf die gleiche Weise recycelt werden wie viele Haushaltsgegenstände. Da diese Technologien nicht recycelt werden können, verursachen sie bei ihrer Herstellung und beim Wegwerfen tonnenweise Abfall.

Heute sind etwa sechs Milliarden Mobilgeräte in Gebrauch, und es wird erwartet, dass diese Zahl drastisch ansteigt, da die Weltbevölkerung wächst und neue Geräte auf den Markt kommen. [27] Eine Schätzung der Kohlendioxidemissionen, die ein einzelnes Gerät während seiner gesamten Lebensdauer verursacht - ohne das dazugehörige Zubehör und die Netzverbindung - geht davon aus, dass ein Gerät bei mittlerer Nutzung über drei Jahre insgesamt 45 kg Kohlendioxid erzeugt. Diese Menge an Emissionen ist vergleichbar mit der, die entsteht, wenn ein durchschnittliches europäisches Auto 300 km weit fährt. [28]

Die umweltschädlichste Phase im Lebenszyklus eines mobilen Geräts ist jedoch die Produktionsphase, in der etwa 68 % der gesamten Kohlendioxidemissionen entstehen, was 30 kg Kohlendioxid entspricht. [29] Um dies in die richtige Perspektive zu rücken: Ein iPhone X wiegt etwa 0,174 kg, d. h. bei der Produktion des Geräts wird Kohlendioxid im Wert von 172 iPhone X erzeugt. Diese Emissionen variieren von Person zu Person und zwischen verschiedenen Geräten, aber es ist möglich, die Auswirkungen eines Geräts auf die Umwelt zu schätzen. 5G bietet die Möglichkeit, mehr Geräte zu nutzen, was den Kohlenstoff-Fußabdruck der heutigen intelligenten Geräte erheblich vergrößern wird.

Der Energieverbrauch für die ständig wachsende Zahl von Geräten auf dem Markt und in den Haushalten ist eine weitere Umweltbedrohung, die durch die neuen Möglichkeiten des 5G-Netzes erheblich gesteigert werden würde. Oft wird bei Energieprognosen die Energiemenge, die von neuen Technologien verbraucht wird, übersehen, was zu einem verzerrten Verständnis der tatsächlich zu erwartenden Energiemenge führt. [30] Ein Beispiel hierfür sind IoT-Geräte. [31] IoT ist einer der Hauptaspekte von 5G, auf den sich die Menschen im Technologiebereich am meisten freuen. 5G wird eine größere Ausdehnung des IoT in den Alltag der Haushalte ermöglichen. [32] Während einige IoT-Geräte einen geringeren Energieverbrauch versprechen, werden die 50 Milliarden neuen IoT-Geräte, die voraussichtlich produziert und von den Verbrauchern genutzt werden, den Energieverbrauch der heutigen Elektronik übersteigen.

Die kleinen Zellen, die für das ordnungsgemäße Funktionieren des 5G-Netzes erforderlich sind, stellen ein weiteres Problem für die Verschwendung des neuen Netzes dar. Aufgrund der schwachen Natur der Millimeterwellen, die in der 5G-Technologie verwendet werden, müssen die kleinen Zellen in einem Abstand von etwa 250 Metern platziert werden, um eine kontinuier-

liche Verbindung zu gewährleisten. [33] Das Hauptproblem bei diesen kleinen Zellen ist, dass die Herstellung und Wartung dieser Zellen eine Menge Abfall verursacht. Die Herstellung der Technologie belastet die Umwelt in hohem Maße, da für die Produktion der Geräte nicht erneuerbare Ressourcen verbraucht werden und die Technologie auf Mülldeponien landet. Die Einführung dieser kleinen Zellen in Großstädten, wo sie in einer so hohen Dichte aufgestellt werden müssen, wird drastische Auswirkungen auf den Technologieabfall haben.

Die Technologie verändert und verbessert sich ständig, was einer der Hauptgründe für ihren hohen wirtschaftlichen Wert ist. Wenn es jedoch zu einem technologischen Fortschritt bei den Kleinzellen kommt, müssen die derzeitigen Kleinzellen ersetzt werden. Die kurze Lebensdauer der heutigen Geräte macht den Abfall vorhersehbar und unvermeidlich. In New York City, wo es mindestens 3.135.200 Kleinzellen geben müsste, würde der Abfall, der in einer einzigen Stadt bei der Einführung einer neuen Entwicklung von Kleinzellen entsteht, überwältigende Folgen für die Umwelt haben. 5G ist nur eines von vielen Beispielen dafür, wie wichtig es ist, die Folgen neuer Entwicklungen vor ihrer Einführung zu bedenken. Es ist zwar aufregend, neue Technologien zu sehen, die das tägliche Leben zu verbessern versprechen, aber die Folgen von zusätzlichem Abfall und Energieverbrauch müssen berücksichtigt werden, um eine nachhaltige Umwelt in der Zukunft zu erhalten.

Die Auswirkungen von 5G auf Ökosysteme

Es gibt einige Hinweise darauf, dass die neuen Geräte und Technologien, die mit 5G verbunden sind, empfindliche Ökosysteme beeinträchtigen werden. Die wichtigste Komponente des 5G-Netzes, die sich auf die Ökosysteme der Erde auswirken wird, sind die Millimeterwellen. Die Millimeterwellen, die bei der Entwicklung des 5G-Netzes zum Einsatz kommen, wurden bisher noch nie in diesem Umfang verwendet. Daher ist es besonders schwierig zu wissen, wie sie sich auf die Umwelt und bestimmte Ökosysteme auswirken werden. Studien haben jedoch ergeben, dass diese neuen Technologien einige Schäden verursachen.

Insbesondere die Millimeterwellen wurden mit zahlreichen Störungen in den Ökosystemen der Vögel in Verbindung gebracht. In einer Studie des Zentrums für Umwelt- und Berufsstudien der Universität Punjab stellten Forscher fest, dass die Eier von Spatzen entstellt waren, nachdem sie nur 5–30 Minuten lang der Strahlung eines Mobilfunkmastes ausgesetzt waren. [34] Die Entstellung von Vögeln, die für eine so kurze Zeit diesen Frequenzen ausgesetzt waren, ist bedeutsam, wenn man bedenkt, dass das neue 5G-Netz eine viel höhere Dichte von Basisstationen (kleinen Zellen) in den Gebieten haben wird, die eine Verbindung benötigen. Die potenziellen Gefahren, die von so vielen kleinen Zellen in Gebieten ausgehen, in denen Vögel leben, könnten dazu führen, dass ganze Vogelpopulationen Mutationen aufweisen, die das Überleben der Population bedrohen. Darüber hinaus hat eine in Spanien durchgeführte Studie gezeigt, dass sich die von einem Mobilfunkmast ausgehende Mikrowellenstrahlung negativ auf das Brüten, Nisten und Schlafen auswirkt [35]. Auch hier wird die Zunahme von Verbindungsleitern in Form von kleinen Zellen, die eine Verbindung mit dem 5G-Netz herstellen sollen, als schädlich für Arten angesehen, die in der Nähe von Menschen leben.

Darüber hinaus stellte Warnke fest, dass Mobilfunkgeräte schädliche Auswirkungen auf Bienen haben. [36] In dieser Studie fielen Bienenstöcke, die nur zehn Minuten lang 900-MHz-Wellen ausgesetzt waren, der Koloniekollapsstörung zum Opfer. [37] Von Koloniekollapsstörung

spricht man, wenn viele der im Bienenstock lebenden Bienen den Stock verlassen und die Königin, die Eier und einige Arbeitsbienen zurücklassen. Die Arbeitsbienen, die dieser Strahlung ausgesetzt waren, hatten auch eine verschlechterte Navigationsfähigkeit, so dass sie nach etwa zehn Tagen nicht mehr zu ihrem ursprünglichen Bienenstock zurückkehrten. [38] Bienen sind ein unglaublich wichtiger Bestandteil des Ökosystems der Erde. Etwa ein Drittel der heute produzierten Lebensmittel ist für die Bestäubung auf Bienen angewiesen, so dass Bienen ein wesentlicher Bestandteil des landwirtschaftlichen Systems sind. [39] Bienen sorgen nicht nur für die Bestäubung der pflanzlichen Lebensmittel, die wir essen, sondern sind auch wichtig für die Erhaltung der Nahrung, die das Vieh frisst. Ohne Bienen würde ein Großteil der heute verzehrten Lebensmittel verloren gehen oder zumindest stark eingeschränkt sein. Der Klimawandel hat bereits zu einem starken Rückgang der weltweiten Bienenpopulation geführt.

Es ist wichtig, die Auswirkungen der Mobilfunkmasten auf Vögel und Bienen zu verstehen, denn alle Ökosysteme der Erde sind miteinander verbunden. Wenn eine Komponente eines Ökosystems gestört wird, wirkt sich dies auf das gesamte System aus. Die Störungen der Vögel durch die heutigen Mobilfunktürme würden nur noch zunehmen, da mit 5G eine größere Anzahl von funkturmähnlichen Kleinzellen erforderlich wäre, um eine qualitativ hochwertige Verbindung für die Nutzer zu gewährleisten. Eine größere Anzahl von hohen Konzentrationen dieser Millimeterwellen in Form von kleinen Zellen würde zu einer größeren Belastung von Bienen und Vögeln und möglicherweise anderen Arten führen, die für unsere Umwelt ebenso wichtig sind.

Die Bedeutung eines proaktiven Ansatzes

Im Zuge der fortschreitenden Innovation ist es wichtig, dass die großen Mobilfunkunternehmen auf der ganzen Welt die Auswirkungen von 5G auf die Umwelt berücksichtigen, bevor sie auf eine breite Einführung drängen. Die Unternehmen, die den Ausbau von 5G vorantreiben, können kurzfristige wirtschaftliche Vorteile erzielen. Das neue Netz wird den Verbrauchern zweifellos große Vorteile bringen, aber es ist auch sehr wichtig, die langfristigen Auswirkungen von 5G auf die Umwelt zu untersuchen, damit die Risiken klar verstanden und artikuliert werden können.

Die Technologie, die für das neue 5G-Netz benötigt wird, wird unweigerlich die Art und Weise, wie mobile Geräte genutzt werden, sowie deren Fähigkeiten verändern. Dieser technologische Fortschritt wird auch die Art und Weise verändern, wie Technologie und Umwelt zusammenwirken. Die Umstellung von Radiowellen auf Millimeterwellen und der neue Einsatz von Kleinzellen in 5G wird dazu führen, dass mehr Geräte verwendet und hergestellt werden, mehr Energie verbraucht wird und sich dies nachteilig auf wichtige Ökosysteme auswirkt.

Obwohl es unrealistisch ist, zu fordern, dass 5G nicht zur neuen Netznorm wird, sollten Unternehmen, Regierungen und Verbraucher proaktiv handeln und die Auswirkungen dieser neuen Technologie auf die Umwelt verstehen. 5G-Entwickler sollten Umweltverträglichkeitsprüfungen durchführen, die die Auswirkungen der neuen Technologie auf die Umwelt vollständig abschätzen, bevor sie sie überstürzt auf breiter Front einsetzen. Umweltverträglichkeitsprüfungen dienen dazu, die Auswirkungen neuer Technologien auf die Umwelt zu bewerten und gleichzeitig den potenziellen Nutzen für die Umwelt zu maximieren [40]. Dieser Prozess dient der Abschwächung, Vermeidung und Identifizierung von Umweltschäden, was für eine nachhaltige und gesunde Umwelt in der Zukunft unerlässlich ist.

Darüber hinaus wäre die Methode der Lebenszyklusbewertung (LCA) von Geräten auch äußerst nützlich, um die Auswirkungen zu verstehen, die 5G unweigerlich auf die Umwelt haben wird. Mit Hilfe einer Ökobilanz können die Auswirkungen der Geräte auf die Kohlenstoffemissionen während ihrer gesamten Lebensdauer bewertet werden, von der Herstellung des Geräts über den Energiebedarf für den Betrieb des Geräts bis hin zu den Abfällen, die entstehen, wenn das Gerät auf einer Deponie oder in einem anderen Entsorgungssystem entsorgt wird.[41] Wenn man sich der Auswirkungen der neuen Technologie auf die Umwelt voll bewusst ist, können Wege zur Bekämpfung der negativen Auswirkungen entwickelt und wirksam umgesetzt werden.

Endnoten

[1] Nordrum, Amy & Clark, Kristen & IEEE Spectrum Staff. Alles, was Sie über 5G wissen müssen: Millimeterwellen, Massive MIMO, Vollduplex, Beamforming und kleine Zellen sind nur einige der Technologien, die ultraschnelle 5G-Netze ermöglichen könnten. IEEE Spectrum. January 27, 2017.

[2] Segan, Sascha. What is 5G? PC Magazine. January 28, 2019.

[3] Nordrum, Clark, & IEEE Spectrum Staff, 2017.

[4] Ibid.

[5] Ebd.

[6] Ibid.

[7] Ibid.

[8] Al-Falahy, NFA und Alani, OYK. Mögliche Technologien für das 5G-Netz: Herausforderungen und Chancen. 2017.

[9] Ibid.

[10] Ibid.

[11] Abbildung entnommen aus Al-Falahy, NFA und Alani, OYK. Potenzielle Technologien für das 5G-Netz: Herausforderungen und Chancen. 2017.

[12] Sitch, Will. MIMO and Beamforming in the 5G Context: SBrT 2017. Keysight Technologies. 2017.

[13] Choi, Jung Il and Jain, Mayank. Achieving Single Channel, Full Duplex Wireless Communication. Stanford University. 2010.

[14] Nordrum, Clark, & IEEE Spectrum Staff, 2017.

[15] Federal Communications Commission: Office of Engineering and Technology. Millimeter Wave Propagation: Spectrum Management Implications. Bulletin Nummer 70. Bundes-Kommunikations-Kommission. Juli 1997.

[16] Wang, Li-Chun & Rangapillai, Suresh. Eine Übersicht über grüne 5G-Mobilfunknetze. National Chiao Tung University. 2012.

[17] Ibid.

[18] National Academy of Sciences, National Academy of Engineering und National Research Council. 2009. America's Energy Future: Technology and Transformation. Washington, DC: The National Academies Press.

[19] Garg, Saurabh Kumar & Yeo, Chee Shin & Buyya¹, Rajkumar. Green Cloud Framework for Improving Carbon Efficiency for Clouds. Fachbereich Informatik und Softwaretechnik an der Universität von Melbourne, Australien. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011.

[20] Péres-Lombard, Luis & Ortiz, José & Pout, Christine. Ein Überblick über Informationen zum Energieverbrauch von Gebäuden. ScienceDirect: Energie und Gebäude. März 2007.

[21] Wang, Li-Chun & Rangapillai, Suresh, 2012.

[22] Environmental Protection Agency. Globale Treibhausgasemissionen.

[23] Ebd.

[24] Nunez, Christina. Klima 101: Luftverschmutzung. National Geographic. February 4, 2019.

[25] Mayell, Hillary. Wenn sich das Konsumverhalten ausbreitet, leidet die Erde, sagt eine Studie. National Geographic. Januar 12, 2004.

[26] Reuter, M.A. & Heiskanen, K. & Boin, U. & van Schaik, A. & Verhoff, E. & Yang, Y. & Georgalli, G. The Metrics of Material and Metal Ecology: Harmonizing the Resource, Technology and Environmental Cycles. Elsevier B.V. Amsterdam, Niederlande. 2005.

[27] Ercan, Elif Mine. Globales Erwärmungspotenzial eines Smartphones: Anwendung der Methodik der Lebenszyklusbewertung. Königliches Institut für Technologie. Stockholm. 2013. Seite 6.

[28] Ebd., S. 1.

[29] Ebd., S. 4.

[30] Patterson, Steven Max. 4 Gründe, warum die IoT-Prognose von Cisco richtig ist, und 2, warum sie falsch ist. Network World. April 5, 2017.

[31] Ibid.

[32] Cisco Mobile VNI. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017-2022 White Paper. Updated: February 18, 2019.

[33] Nordrum, Clark, & IEEE Spectrum Staff, 2017.

[34] Sivani, S. & Sudarsanam, D. Impacts of radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) from cell phone towers and wireless devices on biosystem and ecosystem- a review. Biologie und Medizin. Volume 4, Issue 4. January 6, 2013. P.207.

[35] Ebd.

[36] Warnke, Ulrich. Vögel, Bienen und der Mensch: Naturzerstörung durch ‚Elektrosmog‘. Kompetenzinitiative für den Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie. März 2009.

[37] Sivani & Sudarsanam, 2013, S206.

[38] Ebd., S. 207.

[39] Packham, Chris. Würden wir ohne Bienen verhungern? BBC.

[40] Sadler, Barry & Karen Brown. IAIA International Headquarters in Zusammenarbeit mit dem Institute of Environmental Assessment. Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice. May 7, 2012.

[41] Ercan, Elif Mine. Global Warming Potential of a Smartphone: Using Life Cycle Assessment Methodology. Königliches Institut für Technologie. Stockholm. 2013.

Quellen:

Al-Falaxy, NFA und Alani, OYK. Mögliche Technologien für das 5G-Netz: Herausforderungen und Chancen. 2017 http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/37763/1/IT_ITPro-2015-06-0044.R1_Falaxy_N.pdf

Choi, Jung Il und Jain, Mayank. Achieving Single Channel, Full Duplex Wireless Communication. Stanford University. 2010. <https://www.google.com/search?q=Achieving+Single+Channel%2C+Full+Duplex+Wireless+Communication+Jung+Il+Choi%2C+Mayank+Jain%2C+Kannan+Srinivasan%2C+Philip+Levis%2C+Sachin+Katti&og=Achieving+Single+Channel%2C+Full+Duplex+Wireless+Communication+Jung+Il+Choi%2C+Mayank+Jain%2C+Kannan+Srinivasan%2C+Philip+Levis%2C+Sachin+Katti&aqs=chrome..69i57j69i58j5i66l3.332j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Cisco Mobile VNI. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017-2022 White Paper. Updated: February 18, 2019. Accessed: 2/20/2019. https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.html#_Toc953330

Ercan, Elif Mine. Global Warming Potential of a Smartphone: Using Life Cycle Assessment Methodology. Königliches Institut für Technologie. Stockholm. 2013. Seite 1-4. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:677729/FULLTEXT01.pdf>

Environmental Protection Agency. Global Greenhouse Gas Emission. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

Federal Communications Commission: Office of Engineering and Technology. Ausbreitung von Millimeterwellen: Implikationen für die Frequenzverwaltung. Bulletin Nummer 70. Bundes-Kommunikations-Kommission. Juli 1997. Washington, DC. Zugriff: 15.2.2019. https://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet70/oet70a.pdf

Garg, Saurabh Kumar & Yeo, Chee Shin & Buyya¹, Rajkumar. Green Cloud Framework for Improving Carbon Efficiency for Clouds. Fachbereich Informatik und Softwaretechnik an der Universität von Melbourne, Australien. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23400-2_45

Mayell, Hillary. As Consumerism Spreads, Earth Sufferers, Study Says. National Geographic. Januar 12, 2004. <https://www.nationalgeographic.com/environment/2004/01/consumerism-earth-suffers/>

National Academy of Sciences, National Academy of Engineering and National Research Council. 2009. Amerikas Energiezukunft: Technologie und Transformation. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12091>

Nordrum, Amy & Clark, Kristen & IEEE Spectrum Staff. Alles, was Sie über 5G wissen müssen: Millimeterwellen, Massive MIMO, Vollduplex, Beamforming und kleine Zellen sind nur einige der Technologien, die ultraschnelle 5G-Netzwerke ermöglichen könnten. IEEE Spectrum. January 27, 2017. Zugriff: 15.2.2019. <https://spectrum.ieee.org/video/telecom/wireless/everything-you-need-to-know-about-5g>

Nunez, Christina. Klima 101: Luftverschmutzung. National Geographic. February 4, 2019. <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/pollution/>

Patterson, Steven Max. 4 Gründe, warum die IoT-Prognose von Cisco richtig ist, und 2, warum sie falsch ist. Network World. April 5, 2017. Accessed: 2/15/2019. <https://www.networkworld.com/article/3187891/internet-of-things/4-reasons-ciscos-iot-forecast-is-right-and-2-why-its-wrong.html>

Packham, Chris. Would We Starve Without Bees? BBC. <http://www.bbc.co.uk/guides/zg4dwmn>

Péres-Lombard, Luis & Ortiz, José & Pout, Christine. Ein Überblick über Informationen zum Energieverbrauch von Gebäuden. ScienceDirect: Energie und Gebäude. März 2007. http://www.esi2.us.es/~jfc/Descargas/ARTICULOS/PAPER_LPL_1_OFF-PRINT.pdf

Reuter, M.A. & Heiskanen, K. & Boin, U. & van Schaik, A. & Verhoff, E. & Yang, Y. & Georgalli, G. The Metrics of Material and Metal Ecology: Harmonizing the Resource, Technology and Environmental Cycles. Elsevier B.V. Amsterdam, Niederlande. 2005.

Sadler, Barry & Karen Brown. IAIA International Headquarters in Zusammenarbeit mit dem Institute of Environmental Assessment. Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice. Mai 2012. https://web.archive.org/web/20120507084339/http://www.iaia.org/publicdocuments/special-publications/Principles%20of%20IAA_web.pdf

Segan, Sascha. What is 5G? PC Magazin. January 28, 2019. Accessed: 2/14/2019. <https://www.pcmag.com/article/345387/what-is-5g>

Sivani, S. & Sudarsanam, D. Impacts of radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) from cell phone towers and wireless devices on biosystem and ecosystem- a review. Biologie und Medizin. Band 4, Ausgabe 4, Seiten 202-2016. January 6, 2013. <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7520942058.pdf>

Sitch, Will. MIMO and Beamforming in the 5G Context: SBrT 2017. Keysight Technologies. 2017. http://www.sbrt.org.br/sbrt2017/anais/slides_bruno.pdf

Wang, Li-Chun & Rangapillai, Suresh. A Survey on Green 5G Cellular Networks. National Chiao Tung University. 2012. <http://www.tarjomeshode.com/files/enf/PHIL-6311-t.pdf>

Warnke, Ulrich. Vögel, Bienen und der Mensch: Naturzerstörung durch „Elektrosmog“. Kompetenzinitiative für den Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie. März 2009. <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7521097894.pdf>

Diese Publikation wurde zum Teil durch ein Stipendium der Carnegie Corporation of New York ermöglicht. Die getroffenen Aussagen und Ansichten liegen in der alleinigen Verantwortung des Autors.

Übersetzt mit www.DeepL.com/Translator (kostenlose Version)



Am 4. Juli 2020 haben 40 Mitglieder die Basisdemokratische Partei Deutschland – kurz die **Basis** – gegründet. Wir sind bereits in allen 16 Bundesländern mit über 33.000 Mitgliedern vertreten, Tendenz steigend. Über 7.000 allein in Bayern. Diese vier Säulen bilden das Fundament für eine starke Basis-Demokratie:

- Freiheit
- Achtsamkeit
- Machtbegrenzung
- Schwarmintelligenz

Wir möchten ein politisches Bewusstsein in allen Menschen wecken und in Eigen- sowie Mitverantwortung gemeinsam und aktiv in einen stetigen basisdemokratischen Dialog mit der Bevölkerung eintreten. die**Basis** steht für lebendige Basis-Demokratie und transparente Politik! Wir alle sind die Basis! Ein Besuch auf www.dieBasis-Allgaeu.de lohnt sich!