



Prof. Dr. Werner Bergholz: Physikalische Grundlagen von 5G (MWGFD, 2. Mai 2026)



Was ist der Unterschied zwischen „normaler“ Funktechnik und dem Mobilfunk? Warum wollen die Industrie und viele der Anwender unbedingt die 5G Technik umsetzen? Wie verhält es sich mit der Eindringtiefe von 5G in die Haut und den Auswirkungen dort? Prof. Bergholz erklärt einfach und anschaulich wesentliche Grundlagen.

[Teaser:] Jetzt wird es interessant. Kriterium: Je höher die Frequenz, desto höher die übertragene Energie. Der eine oder andere weiß vielleicht, ein Funksignal ist eine Welle, aber gleichzeitig ist es auch so wie eine kleine Kanonenkugel. Und je höher die Frequenz, desto höher die Energie, die in dem Ding steckt.

[Ronny Weikl:] Gut, dann möchte ich aber jetzt endlich den ersten Vortragenden anmoderieren. Er ist bekannt wie ein bunter Hund, nicht nur in unserer Blase, sondern auch weit darüber hinaus, denn mein äußerst sympathischer und allseits beliebter MWGFD-Vorstandskollege, der Physiker, Professor Werner Bergholz, ist auch sachverständiges Mitglied in diversen Enquetekommissionen – zur Corona-Aufarbeitung zum Beispiel der Bundesländer Brandenburg und Thüringen. Er ist ehemaliger Professor für Electrical Engineering an der Jacobs University in Bremen und war auch 17 Jahre bei Siemens in München und Regensburg tätig als Experte für Qualitäts- und Risikomanagement. Wir sind gespannt, lieber Werner, was du uns in deinem Einführungsvortrag zum heutigen Thema mit dem Titel „Mobilfunktechnologie: Physikalische Grundlagen und technische Vorteile von 5G“ erzählen wirst, und damit übergebe ich dir das Wort.

[Werner Bergholz:] Vielen Dank, lieber Ronny, für diese freundlichen Worte. Ich habe ja geschrieben: „Physikalische Grundlagen und technische Vorteile“. Aber ... ich werde erst mal über die Grundlagen sprechen, und wie ich es in der Pressemappe geschrieben habe, fange ich bei Adam und Eva an. Und ich zeige euch jetzt ein kurzes Video, da wird ein Stein ins Wasser geworfen und man sieht, wie sich die Welle ausbreitet. Genau so kann man sich Funkwellen vorstellen, und ich sage dann gleich etwas dazu. Schauen wir mal, ob es funktioniert.

Also nochmal der Überblick:

Was ist eine Funkwelle – dass man ein bisschen ein Gefühl dafür bekommt. Was ist jetzt der Unterschied zwischen Rundfunk - den haben wir ja schon seit 100 Jahren und länger - und Mobilfunk, warum denn so hohe Frequenzen? Und das Wichtigste: Warum sind diese Eigenschaften der hohen Frequenzen nicht unbedingt nur harmlos?

Und da werden dann die folgenden Referenten mehr dazu sagen.

Also, gleich fällt ein Stein. [kurzes Video]

So, da haben wir zwei Sachen gesehen. Die Welle breitet sich aus. In dem Falle ist es eine quasi zweidimensionale Welle. Das ist die Bewegung von Materie. Und was man jetzt noch

im Standbild sieht, da sind auch noch andere Wellen. Und das entspricht genau der Wirklichkeit, was ein bisschen auch die Gefährlichkeit ausmacht. Wenn ich mein Handy in so einem Raum habe – und jetzt nehmen wir mal an, wir wären nicht gerade in einem Vortrag – dann wären vielleicht 20 Leute oder mehr, würden gerade ihr Smartphone benutzen und das hieße, es gibt einen Wellensalat. Es ist ähnlich wie bei einer Party. Da müssen alle ihre Intensität hochtreiben, und das ist jetzt nicht unbedingt anzustreben.

Gut, also, Stein ins Wasser, haben wir gesehen, und Wasser bewegt sich. Bei den Funkwellen ist es so ähnlich. Die Antenne strahlt, allerdings jetzt nicht zweidimensional, sondern kugelförmig. Und das Allerwichtigste, es ist keine Materie dabei, das funktioniert auch im Vakuum. Und normalerweise, man sieht nichts, man hört nichts. Und dass es überhaupt so was gibt und wissenschaftlich bearbeitet wurde, das verdanken wir dem Physiker Heinrich Hertz, der - einen großen Strom plötzlich abgeschaltet, und dann einen Empfänger aufgebaut und da hat es dann ein bisschen gefunkt und deshalb heißt es „funken“.

Es gibt noch einen riesigen Unterschied, der ist ganz wichtig für die Praxis: Wasserwellen, haben wir gesehen, gingen so mit der Geschwindigkeit 20cm/s. Schallwellen, kennen wir auch, 300m/s, hat jeder schon mal erlebt bei einem Gewitter. Man sieht den Blitz und je nachdem, wo der Blitz war, dauert es eine bis zehn – oder noch länger – Sekunden bis man dann den Donner hört, 300m/s. Die elektromagnetischen Wellen sind geringfügig schneller, nämlich nicht 300m/s, sondern 300.000 km/s. Also 300.000.000 m/s, eine Million mal so schnell. Das ist natürlich ganz wichtig für die praktische Anwendung. Aber um das in Perspektive zu setzen: Wenn auf dem Mond jemand ein Laser anknipst, dann dauert es etwa eine Sekunde, bis man das hier sieht. Wenn das Gleiche auf der Sonne passieren würde, würde man acht Minuten brauchen. Also das als Illustration, wie groß die Entfernungen im All sind.

Das ist jetzt die einzige Formel: Die Wellenlänge hängt mit der Lichtgeschwindigkeit c zusammen, 300.000km/s geteilt durch die Frequenz. So und so viele Wellen kommen an einem vorbei, so kann man es sich ungefähr versinnbildlichen. Das heißt, je höher die Frequenz, desto kürzer die Wellenlänge. Also die aktuelle 5G, das sind Wellenlängen in diesem Bereich [zeigt mit den Händen die Distanz 5-20 cm], und Mittelwelle hat man früher noch benutzt, das waren dann 1.000 Meter oder 1.600 Meter. Die sog. Kurzwellen waren z.B. 49 Meter, da war man noch im Kilohertzbereich (kHz). Und erst bei UKW – Ultrakurzwelle hieß es damals, heute wäre das natürlich auch noch verhältnismäßig lang – da ist man dann in den Megahertzbereich (MHz), also in 1 Mio. Schwingungen pro Sekunde übergegangen.

So, das erstmal zu ein paar grundsätzlichen Sachen. Also wir merken uns: Die elektromagnetischen Wellen hört man nicht, sieht man nicht. Manche fühlen sie, die meisten nicht, ich nicht. Und sie breiten sich ungeheuer schnell aus, und die Wellenlänge oder die Frequenz ist nicht ganz unwichtig.

So, wir haben den Rundfunk schon „ewig und drei Tage“ gehabt. Da gab es einen zentralen Sender – „ewig und drei Tage“ sind ungefähr 100 Jahre –, viele Empfänger, aber nur einen Sender, wie gesagt, und der Informationsfluss ging nur in eine Richtung. Und gerade bei Mittelwelle eine kleine Bandbreite, weil man hat ja im wesentlichen Sprache oder Musik mit bescheidener Qualität übertragen. Und das bringt uns jetzt auch zu einem Ding: Wenn ich Informationen übertragen will – Sprache, Musikdaten oder Video – dann geht das nicht nur mit einer Frequenz, sondern mit einer gewissen Bandbreite. Ich muss also dafür zahlen. Bei Mobilfunk reden wir nicht von Kilohertz, am Anfang von Megahertz und jetzt von Gigahertz – das ist der Bereich bis zu 6 oder 8 GHz bei 5G. Ich komme gleich noch darauf, warum die hohen Frequenzen so wichtig sind.

Also jetzt der Mobilfunk, ist klar, wir haben einen Sender, die Basisstation, typischerweise einen Kilometer oder ein paar Kilometer weg – bei 5G können das auch nur 100 Meter sein – viele Telefone als Empfänger und viele Telefone gleichzeitig als Sender, das hatte ich schon mal kurz gesagt. Das gibt einen schönen Wellensalat, wenn die alle gleichzeitig irgendwas machen. Und ich brauche immer eine größere Bandbreite und eine höhere Datenrate. Das kann man sich im Übrigen so vorstellen, wie im Bundeshaushalt: Das war ja früher um 1950, als ich geboren wurde, im 100 Millionen-Bereich, Hunderte von Millionen. Da konnte ich dann Sachen von 2-3 Mio. finanzieren. Jetzt reden wir von Milliarden, und da brauche ich natürlich 500 Milliarden oder so Bundeshaushalt. So ähnlich ist es hier, wenn ich hohe Datenraten übertragen will, dann brauche ich viel mehr Bandbreite. Also typisches Beispiel, aus dem original Analog-Fernsehen waren es ungefähr 5 MHz Bandbreite. Digital nur noch ungefähr 1 MHz und ein bisschen mehr. Bei GHz kommt es darauf an, welche Bandbreite ich nutze, wie viele Daten ich gerade übertragen möchte, und das wird dynamisch gemacht. Also nochmals zur Bandbreite, hatte ich gerade eigentlich schon erzählt, analoger Rundfunk ist störanfällig und digitaler TV und Rundfunk ist robust gegen Störungen. Aber ich habe nur so nebenbei gesagt, das digitale Fernsehen hat kleine systematische Fehler. Wenn es Fußballfans unter uns gibt, achtet mal darauf, wenn der Spieler klein ist, vielleicht etwas Rotes trägt und über den grünen Rasen läuft, der hat immer eine kleine Linie um sich, wenn man darauf achtet. Das ist ein Fehler, aber der fällt nicht weiter auf. Mathematisch ist es das sog. Gibbs'sche Phänomen – mehr sage ich dazu nicht.

Also, Übertragung, warum solch hohe Frequenzen, habe ich jetzt gesagt. Jede Übertragung benötigt ein gewisses Budget an Frequenz, ein Frequenzband. Das darf sich nicht mit den andern überlappen. Und wenn ich viele Sender habe, dann brauche ich halt viel mehr Bandbreite und wenn ich viele Daten übertragen will, noch mehr. Also Video, wie ich schon gesagt hatte, MHz, viele Daten 10 bis 100 MHz. Wahrscheinlich geht auch noch mehr, je nachdem. Bei 6G mit Sicherheit – kommt auch immer drauf an, welche Anforderungen man gerade hat.

Okay, ich hatte das jetzt schon mal kurz mündlich angedeutet, mit Absicht, weil wenn ich nur was erzähle, dann hört man mehr darauf, als wenn man gleichzeitig was sieht. Also: 100 MHz entspricht etwa, ich brauche ein Budget Milliarden Euro oder ich brauche ein Frequenzbudget Gigahertz. Und in der Grafik, dort rechts, da sind so die Bandbreiten, die z.B. UMTS gebraucht hat, das war 3G, dann die LTE hat schon deutlich mehr und jetzt 5G braucht noch viel mehr. Und es kommt, wie gesagt, darauf an, es wird flexibel gehandhabt, aber das ist so ungefähr, wie man sich das vorstellen kann.

So und jetzt haben wir sozusagen die Grundlagen und was jetzt kommt, sagen wir mal, was sind die kritischen Sachen. Das waren jetzt die Grundlagen erst mal. Da nochmal die Spektren dargestellt. Man sieht, 5G braucht wesentlich mehr als 4G oder LTE. LTE steht übrigens für „Long Term Evolution“. Ein ziemlich nichtssagendes Ding, hat auch verschiedene Stadien.

Jetzt wird es interessant für die Biologie oder potenzielle Schädigung. Es gibt ein Kriterium: Je höher die Frequenz, desto höher die übertragene Energie. Der eine oder andere weiß vielleicht, ein Funksignal ist eine Welle, aber gleichzeitig ist es auch so wie eine kleine Kanonenkugel oder ein Photon – beim Licht nennt man es auch Photon. Und je höher die Frequenz, desto höher die Energie, die in dem Ding steckt. Und wenn diese Welle von 5G in meiner Haut oder in meinen Augen absorbiert wird, hat das eine bestimmte Eindringtiefe und wird komplett absorbiert. Und wenn ich jetzt, sagen wir mal, von 100 MHz rede im Vergleich zu 8 GHz, das ist 80 mal so viel Energie pro Energiepaket, was dort auf mich einwirkt. Es ist gleichzeitig Welle und so ein Paket, je nachdem, wie man es betrachtet.

Und das ist das Schlimmste überhaupt. Ich habe gehört in einem Vortrag oder einer

Darstellung: „Ja ist ja prima“, oder was sehen wir? Hier sehen wir, je höher die Frequenz, desto geringer die Eindringtiefe. Das ist die Eindringtiefe, das ist die Frequenz [zeigt auf Folie] – beides logarithmische Darstellungen. Sonst würde man nichts sehen, wenn es linear wäre und wir merken uns nur: je höher die Frequenz, desto geringer die Eindringtiefe. Das wurde dargestellt: „Das ist doch gut, dann geht es ja nicht so weit rein.“ Ich bin u.a. auch ausgebildeter Strahlenschutzmann, weil ich viele Jahre mit radioaktiven Stoffen gearbeitet habe. Da habe ich gelernt, je geringer die Eindringtiefe, desto schlechter. Warum? Die Energiedichte, es ist egal ob es radioaktive ionisierende Strahlung ist oder diese nicht-ionisierende Strahlung. Je geringer die Eindringtiefe, desto mehr Energie wird in einem bestimmten Volumen deponiert. Und das leuchtet, glaube ich, ein, je mehr Energie in einem bestimmten Volumen ankommt, desto größer die Chance, dass es eventuell Probleme macht und Schäden verursacht. Man hat eigentlich ziemlich blauäugig gesagt, ja ionisierende Strahlung ist klar, dass die natürlich schädigt, aber es ist halt so – das werden die Folgeredner dann sicher noch ausführlicher darstellen – dass es halt bei dieser nicht-ionisierenden Strahlung auch Probleme gibt. Also das ist vielleicht die wichtigste Folie überhaupt. Geringe Eindringtiefe nicht gut, sondern schlecht.

So, links sehen wir eine schematische Darstellung, die typisch für 5G ist. Nicht das ganze 5G – also 5G auf dem platten Land hat das nicht – aber in eng bebauten Gebieten wird das so laufen, dass man nicht mit einer Einzelantenne, sondern mit einer sog. Antennenmatrix z.B. 8x8 Sender durch elektrotechnische Manipulation einen Strahl erzeugt. Aber ein Strahl, da denkt man eine Taschenlampe oder Laser, das ist es nicht. Bei der Vorbereitung für diesen Vortrag musste ich es auch zuerst mal lernen. Ich hatte mir das auch irgendwie so vorgestellt. Aber nein, es ist nicht so, [zeigt auf Folie] man nennt sie auch Bleistiftstrahlen, sondern eher so: Das ist ein sogenanntes Polardiagramm. Das zeigt, in welcher Richtung ist bei so und so viel Einzelantennen, die miteinander koordiniert abstrahlen, die Intensität, und wir sehen in die Richtung 0 Grad, das ist die Hauptkeule – Keulen nennt man die Dinger auch. Das ist nicht so lokalisiert und so gerichtet, aber es ist natürlich für die Anwendung viel besser als wenn eine Rundumstrahlung wäre, so wie wir das bei den Kugelwellen gesehen haben. Es geht gezielt auf den, der es braucht und ein bisschen in seine Umgebung und der Rest bekommt nicht mehr so viel mit. Das ist ja schon mal eine positive Sache, aber der, der in der Strahlung steht, und das ist nicht nur der, sondern vielleicht auch einer, der zufällig neben ihm steht, der kriegt es natürlich auch ab. Aber wie ich schon gesagt habe, die größere Gefahr ist eigentlich das eigene Gerät, zumindest wenn man es so [zeigt zum Ohr] handhabt. Wenn man Freisprechen macht und es in der Hand hat und es so hält, ist viel besser, kann ich also nur empfehlen.

Gut, 5G hat also 700 MHz, hier steht bis 26 GHz, also nach meiner Erkenntnis geht 5G nur bis 8 GHz – so wie Radio Eriwan: „Kommt drauf an!“ Also wenn ich ein ländliches Gebiet habe, dort nehme ich die niederen Frequenzen. Warum? Weil diese praktisch nicht durch die Luft absorbiert werden, dann brauche ich für dieses Gebiet nicht eine Basisstation. Wenn ich mit gerichtetem Strahl arbeiten will, also mit den höchsten Frequenzen, dann brauche ich da wahrscheinlich mit „Daumenschätzung“ 100 kleinere Basisstationen. Das ist ja viel teurer. Und dann gibt es einen mittleren Bereich und den engeren Bereich. Und so muss man sich das vorstellen. Also in Vilsbiburg, das ist nicht besonders groß, ich glaube, da ist eher das Mittlere. Und wenn wir in einer größeren Stadt sind, dort heißt 5G – sehr wahrscheinlich, ob jetzt heute schon oder irgendwann demnächst – 5G, das dauert ja eine gewisse Zeit, bis das alles technisch realisiert ist. Es kostet ja auch ein bisschen Geld.

Gut, also das sind jetzt – ich sage mal – ich habe jetzt nur die technische Sache dargestellt und ein bisschen schon angedeutet, wo Probleme sein könnten. Ganz allgemein gesprochen, vermisse ich das sogenannte Vorsorgeprinzip. In der EU war es ja eigentlich

bisher üblich, dass eine neue Technologie erst eingeführt wird, wenn man mit einer vernünftigen Risikoanalyse, einer vernünftigen Risikobewertung, sich davon überzeugt hat, dass es erst eigentlich okay ist. In den USA ist es ein bisschen umgekehrt. Da macht man erst mal und dann guckt man, passiert irgendwas, und dann bremst man es ein, wenn etwas passiert. Unser lieber Moderator Ronny hat ja vorhin auch die Corona-Injektion erwähnt, dort hat das Vorsorgeprinzip bei Weitem nicht mehr gegolten. Da hat ja sogar unser ehemaliger Bundeskanzler gesagt, „wir sind alle Versuchskaninchen“. Aber ich bin sicher, nicht viele von denen, die hier sitzen, haben sich zum Versuchskaninchen machen lassen. Und also im Mobilfunk bin ich der Meinung, irgendwo, da ist das Vorsorgeprinzip nicht beachtet worden. Und ich habe meine 20 Minuten ziemlich genau getroffen.

Also nochmal die Zusammenfassung: Funkwellen, man sieht sich nicht, sie breiten sich im Vakuum aus, aber ganz mit riesiger Geschwindigkeit. Und Mobilfunk hat ohne Zweifel nützliche Anwendung, das hat Ronny auch schon gesagt. Aber, aber wie gesagt, das Vorsorgeprinzip gilt eigentlich. Je höher die Frequenz, desto höher der Energieeintrag und für enge Bebauung gibt es oder wird es gerichtete Abstrahlung geben. Das ist einerseits gut, dass die allgemeine Belastung ein bisschen reduziert wird, aber das ist wiederum nicht so gut, wer da in dem Strahl ist, der ist dann halt ein bisschen mehr belastet. Ja, das war's. Dankeschön.

von hm.

Quellen:

MWGFD Pressesymposium 2. Mai 2026

<https://www.mwgfd.org/2026/03/pressesymposium-5g6g-immer-weiter-so>

Das könnte Sie auch interessieren:

#Technik - www.kla.tv/Technik

#5G-Mobilfunk - www.kla.tv/5G-Mobilfunk

#WernerBergholz - Werner Bergholz - www.kla.tv/WernerBergholz

#MWGFD - www.kla.tv/MWGFD

Kla.TV – Die anderen Nachrichten ... frei – unabhängig – unzensiert ...



- was die Medien nicht verschweigen sollten ...
- wenig Gehörtes vom Volk, für das Volk ...
- tägliche News ab 19:45 Uhr auf www.kla.tv

Dranbleiben lohnt sich!

Kostenloses Abonnement mit wöchentlichen News per E-Mail erhalten Sie unter: www.kla.tv/abo

Sicherheitshinweis:

Gegenstimmen werden leider immer weiter zensiert und unterdrückt. Solange wir nicht gemäß den Interessen und Ideologien der Systempresse berichten, müssen wir jederzeit damit rechnen, dass Vorwände gesucht werden, um Kla.TV zu sperren oder zu schaden.

Vernetzen Sie sich darum heute noch internetunabhängig!

Klicken Sie hier: www.kla.tv/vernetzung

Nutzungsrecht: [Standard-Kla.TV-Lizenz](#)

Kla.TV produziert alle Sendungen ehrenamtlich und ohne Gewinnabsichten. In der Verbreitung unserer Produkte durch Sie liegt unser einziger Lohn!
Mehr unter www.kla.tv/licence