



Prof. Dr. Werner Bergholz: De natuurkundige fundamenten van 5G (MWGFD, 2 mei 2026)



Wat is het verschil tussen “normale” radiotechniek en mobiele telefonie? Waarom willen de industrie en veel gebruikers per se de 5G-technologie implementeren? Hoe zit het met de indringdiepte van 5G in de huid en de effecten daarop? Prof. Bergholz legt eenvoudig en helder de essentiële basisprincipes uit.

Teaser:

Nu wordt het interessant. Criterium: Hoe hoger de frequentie, hoe groter de overgedragen energie. Sommigen weten misschien wel dat een radiosignaal een golf is, maar tegelijkertijd is het ook een soort kleine kanonskogel. En hoe hoger de frequentie, hoe meer energie er in dat ding zit.

Ronny Weikl: Goed, dan wil ik nu eindelijk de eerste spreker aankondigen. Hij is alom bekend, niet alleen in onze eigen kring, maar ook ver daarbuiten, want mijn uiterst sympathieke en alom geliefde collega in het bestuur van de MWGFD, de natuurkundige professor Werner Bergholz, is ook deskundig lid van diverse enquêtemissies, bijvoorbeeld voor de evaluatie van de coronamaatregelen in de deelstaten Brandenburg en Thüringen. Hij is voormalig hoogleraar elektrotechniek aan de Jacobs University in Bremen en was bovendien 17 jaar werkzaam bij Siemens in München en Regensburg als deskundige op het gebied van kwaliteits- en risicobeheer. We zijn benieuwd, beste Werner, wat je ons gaat vertellen in je inleidende lezing over het onderwerp van vandaag, getiteld "Mobiele communicatietechnologie: fysische grondbeginselen en technische voordelen van 5G", en daarmee geef ik het woord aan jou.

Werner Bergholz: Hartelijk dank, beste Ronny, voor deze vriendelijke woorden. Ik heb immers geschreven: "Fysische grondbeginselen en technische voordelen". Maar, punt, punt, punt...

Ik ga het eerst even over de basisprincipes hebben, en zoals ik in het persdossier heb geschreven, begin ik bij Adam en Eva. En ik laat jullie nu een kort filmpje zien, waarin een steen in het water wordt gegooid en je kunt zien hoe de golf zich verspreidt. Zo kun je je radiogolven voorstellen, en daar kom ik zo meteen op terug. Laten we eens kijken of het werkt.

Nog even een overzicht:

Wat is een radiogolf, zodat je er een beetje gevoel voor krijgt. Wat is nu het verschil tussen radio, die hebben we immers al 100 jaar en langer, en mobiele telefonie, en waarom zijn de frequenties dan zo hoog? En het belangrijkste: waarom zijn deze eigenschappen van de hoge frequenties niet per se onschadelijk? En daar zullen de volgende sprekers meer over vertellen.

Zo, de steen valt zo meteen.

Zo, we hebben dus twee dingen gezien. De golf breidt zich uit. In dat geval is het als het ware een tweedimensionale golf. Dat is de beweging van materie. En wat je nu nog op het stilstaand beeld ziet, daar zijn ook nog andere golven. En dat komt precies overeen met de werkelijkheid, wat ook een beetje bijdraagt aan het gevaar ervan. Als ik mijn mobieltje in zo'n ruimte bij me heb, en laten we er even vanuit gaan dat we niet bepaald bij een lezing zitten, dan zouden er misschien wel twintig mensen of meer zijn die op dat moment hun smartphone gebruiken, en dat zou betekenen dat er een wirwar van signalen ontstaat. Het is net als op een feestje. Dan moeten ze allemaal hun intensiteit opvoeren, en dat is op dit moment niet per se wenselijk.

Oké, dus: een steen in het water, dat hebben we gezien, en het water beweegt. Met radiogolven zit het ongeveer hetzelfde. De antenne zendt signalen uit, maar nu niet tweedimensionaal, maar bolvormig. En het allerbelangrijkste: er komt geen materie aan te pas, het werkt ook in een vacuüm. En meestal zie je niets, hoor je niets. En dat zoiets überhaupt bestaat en wetenschappelijk is onderzocht, hebben we te danken aan de natuurkundige Heinrich Hertz, die, plotseling een sterke stroom uitschakelde, vervolgens een ontvanger in elkaar zette en toen er een beetje vonken ontstonden, en daarom heet het 'funken'.

Er is nog een enorm verschil, dat in de praktijk heel belangrijk is: watergolven, zoals we hebben gezien, bewogen zich met een snelheid van 20 cm/s. Geluidsgolven, die kennen we ook wel: 300 m/s. Iedereen heeft ze wel eens meegemaakt tijdens een onweer. Je ziet de bliksem en, afhankelijk van waar de bliksem insloeg, duurt het één tot tien, of zelfs langer, seconden voordat je de donder hoort, 300 m/s. De elektromagnetische golven zijn iets sneller, namelijk niet 300 m/s, maar 300.000 km/s. Dus 300.000.000 m/s, een miljoen keer zo snel. Dat is natuurlijk heel belangrijk voor de praktische toepassing. Maar om dat even in perspectief te plaatsen: als iemand op de maan een laser aanzet, duurt het ongeveer een seconde voordat je dat hier ziet. Als hetzelfde op de zon zou gebeuren, zou dat acht minuten duren. Dit ter illustratie van hoe groot de afstanden in de ruimte zijn.

Dit is nu de enige formule: de golflengte hangt samen met de lichtsnelheid c , 300.000 km/s gedeeld door de frequentie. Zo, er komen zoveel golven langs je heen, zo kun je het je ongeveer voorstellen. Dat betekent dat hoe hoger de frequentie, hoe korter de golflengte. Het huidige 5G-netwerk maakt dus gebruik van golflengten in dit bereik gebaart met zijn handen een afstand van 5-20 cm, en vroeger gebruikte men nog middengolf, dat waren dan 1.000 meter of 1.600 meter. De zogenaamde korte golven hadden bijvoorbeeld een lengte van 49 meter, toen bevond men zich nog in het kilohertz-bereik (kHz). En pas bij FM, ultrakorte golven, zo zei men toen, vandaag de dag zou dat natuurlijk nog steeds relatief lang zijn, is men overgestapt naar het megahertz-bereik (MHz), dat wil zeggen 1 miljoen trillingen per seconde.

Zo, dat was het dan voorlopig wat betreft een paar basiszaken. Laten we dus onthouden: elektromagnetische golven kun je niet horen en niet zien. Sommigen voelen het, de meesten niet, ik ook niet. En ze verspreiden zich ontzettend snel, en de golflengte of de frequentie is niet helemaal onbelangrijk.

Nou, we hebben de radio al "een eeuwigheid en drie dagen" gehad. Er was één centrale zender, "eeuwig en drie dagen" is ongeveer 100 jaar, veel ontvangers, maar zoals gezegd slechts één zender, en de informatiestroom verliep slechts in één

richting. En juist bij de middengolf was de bandbreedte beperkt, omdat er in wezen vooral spraak of muziek van bescheiden kwaliteit werd uitgezonden. En dat brengt ons nu ook bij iets: Als ik informatie wil verzenden, spraak, muziek of video, dan is daarvoor niet alleen een frequentie nodig, maar ook een bepaalde bandbreedte. Dus ik moet daarvoor betalen. Bij mobiele telefonie hebben we het niet over kilohertz, maar in het begin over megahertz en nu over gigahertz, dat is het bereik tot 6 of 8 GHz bij 5G. Ik kom zo meteen nog terug op de reden waarom de hoge frequenties zo belangrijk zijn.

Oké, nu de mobiele telefonie, dat is duidelijk, we hebben een zender, het basisstation, meestal op een kilometer of een paar kilometer afstand, bij 5G kan dat ook maar 100 meter zijn, veel telefoons als ontvangers en veel telefoons tegelijkertijd als zenders, dat had ik al even kort gezegd. Dat levert een mooie wirwar op als ze allemaal tegelijkertijd iets aan het doen zijn. En ik heb altijd meer bandbreedte en een hogere gegevenssnelheid nodig.

Dat kun je je overigens zo voorstellen, net als bij de federale begroting: Dat was vroeger, rond 1950, toen ik geboren werd, in de orde van grootte van 100 miljoen, honderden miljoenen. Daarmee kon ik dan projecten van 2 à 3 miljoen financieren. Nu hebben we het over miljarden, en daarvoor heb ik natuurlijk een federale begroting van zo'n 500 miljard nodig. Hier is het ongeveer hetzelfde: als ik hoge gegevenssnelheden wil overdragen, heb ik veel meer bandbreedte nodig. Een typisch voorbeeld: bij de oorspronkelijke analoge televisie bedroeg de bandbreedte ongeveer 5 MHz. Digitaal nog maar ongeveer 1 MHz en een beetje meer. Bij GHz hangt het af van de bandbreedte die ik gebruik en hoeveel gegevens ik op dat moment wil verzenden, en dat gebeurt dynamisch. Nog even terugkomend op de bandbreedte, ik had het daar net eigenlijk al over gehad, analoge radio is gevoelig voor storingen, terwijl digitale tv en radio goed bestand zijn tegen storingen. Maar ik heb terloops opgemerkt dat digitale televisie kleine systematische fouten vertoont. Als er voetbalfans onder ons zijn: let er dan eens op: als een speler klein is, misschien iets roods draagt en over het groene grasveld rent, dan heeft hij altijd een dunne lijn om zich heen, als je goed kijkt.

Dat is een fout, maar die valt niet echt op. Wiskundig gezien is het, het zogenaamde Gibbs-fenomeen, meer zeg ik er niet over.

Nou, wat betreft de overdracht: ik heb nu uitgelegd waarom er zulke hoge frequenties worden gebruikt. Elke transmissie vereist een bepaald frequentiebudget, een frequentieband. Dat mag niet overlappen met de andere. En als ik veel zenders heb, heb ik natuurlijk veel meer bandbreedte nodig, en als ik veel gegevens wil verzenden, nog meer. Dus video, zoals ik al zei, MHz, veel gegevens: 10 tot 100 MHz. Waarschijnlijk kan het nog meer, afhankelijk van de situatie. Bij 6G zeker, het hangt natuurlijk altijd af van de eisen die je op dat moment hebt.

Oké, ik had dit al even mondeling laten doorschemeren, met opzet, want als ik alleen maar iets vertel, luistert men er beter naar dan wanneer men tegelijkertijd iets ziet. Dus: 100 MHz komt ongeveer overeen met, ik heb een budget van miljarden euro's nodig of ik heb een frequentiebudget van gigahertz nodig. En in de grafiek, daar rechts, zie je de bandbreedtes die bijvoorbeeld UMTS nodig had, dat was 3G, vervolgens had LTE al aanzienlijk meer nodig en nu heeft 5G nog veel meer nodig. En zoals gezegd hangt het ervan af, het wordt flexibel aangepakt, maar zo kun je het je ongeveer voorstellen.

Zo, nu hebben we als het ware de basis onder de knie en wat nu volgt, laten we zeggen, zijn de cruciale punten. Dat waren voorlopig even de basisbegrippen. Hier zijn de spectra nogmaals weergegeven. Zoals je ziet, heeft 5G veel meer nodig dan 4G of LTE. LTE staat overigens voor "Long Term Evolution". Een nogal onbeduidend ding, dat ook verschillende stadia kent.

Nu wordt het interessant voor de biologie of mogelijke schade. Er is één criterium: hoe hoger de frequentie, hoe meer energie er wordt overgedragen. Sommigen weten misschien wel dat een radiosignaal een golf is, maar tegelijkertijd is het ook een soort klein kanonskogel of een foton, bij licht noemt men het ook wel een foton. En hoe hoger de frequentie, hoe meer energie er in dat ding zit. En als deze 5G-golf door mijn huid of mijn ogen wordt geabsorbeerd, heeft die een bepaalde penetratiediepte en wordt hij volledig geabsorbeerd. En als ik het nu bijvoorbeeld heb over 100 MHz in vergelijking met 8 GHz, dan is dat 80 keer zoveel energie per energiepakket dat daar op mij inwerkt. Het is tegelijkertijd een golf en een soort pakket, afhankelijk van hoe je het bekijkt.

En dat is het allerergste. Ik heb tijdens een lezing of een presentatie gehoord: "Ja, dat is geweldig", of wat zien we? Hier zien we dat hoe hoger de frequentie, hoe kleiner de penetratiediepte. Dat is de penetratiediepte, dat is de frequentie, *1 beide zijn logaritmische weergaven. Anders zou je niets zien als het lineair was, en we onthouden alleen: hoe hoger de frequentie, hoe kleiner de penetratiediepte. Er werd gezegd: "Dat is toch goed, dan gaat het niet zo ver naar binnen." Ik ben onder andere ook opgeleid als stralingsbeschermingsdeskundige, omdat ik vele jaren met radioactieve stoffen heb gewerkt.

Daar heb ik geleerd dat hoe kleiner de penetratiediepte, hoe slechter. Waarom? De energiedichtheid, of het nu gaat om radioactieve ioniserende straling of om deze niet-ioniserende straling. Hoe kleiner de indringdiepte, hoe meer energie er in een bepaald volume wordt opgeslagen. En dat is, denk ik, logisch: hoe meer energie er in een bepaald volume terecht komt, hoe groter de kans dat dit mogelijk problemen veroorzaakt en schade aanricht. Men heeft eigenlijk nogal naïef gezegd: ja, ioniserende straling, het is duidelijk dat die schadelijk is, maar het is nu eenmaal zo, de volgende sprekers zullen dat vast nog uitgebreider toelichten, dat er ook problemen zijn met deze niet-ioniserende straling. Dit is misschien wel de allerbelangrijkste dia. Een geringe indringdiepte is niet goed, maar slecht.

Zo, links zien we een schematische weergave die kenmerkend is voor 5G. Niet overall met 5G, op het platteland is er immers geen 5G, maar in dichtbebouwde gebieden zal het zo werken dat er niet met één enkele antenne, maar met een zogenaamde antennematrix, bijvoorbeeld 8x8 zenders, door middel van elektrotechnische manipulatie een straal wordt gegenereerd. Maar een straal, dan denk je misschien aan een zaklamp of een laser, maar dat is het niet. Tijdens de voorbereiding op deze lezing moest ik het zelf ook eerst nog leren. Dat had ik me ook zo ongeveer voorgesteld. Maar nee, zo zit het niet, *1 men noemt ze ook wel potloodstralen, maar het is eerder zo: dit is een zogenaamd polair diagram. Dat laat zien in welke richting de intensiteit ligt bij zoveel afzonderlijke antennes die gecoördineerd uitzenden, en we kijken in de richting van 0 graden, dat is de hoofdbundel, die dingen worden ook wel bundels genoemd. Dat is niet zo gelokaliseerd en zo gericht, maar het is natuurlijk veel beter voor de toepassing dan wanneer er sprake zou zijn van een omnidirectionele straling, zoals we dat bij de sferische golven hebben gezien. Het richt zich specifiek op degene die het nodig

heeft en een beetje op zijn of haar omgeving, terwijl de rest er niet zo veel meer van merkt. Dat is in ieder geval al een positief punt, maar degene die in de straling staat, en dat is niet alleen hij, maar misschien ook iemand die toevallig naast hem staat, krijgt er natuurlijk ook de volle laag. Maar zoals ik al zei, is het grootste gevaar eigenlijk je eigen toestel, tenminste als je het zo^{*2} gebruikt. Als je handfree belt en het toestel in je hand houdt, werkt het veel beter, ik kan het dus van harte aanbevelen.

Oké, 5G heeft dus 700 MHz, hier staat tot 26 GHz, dus voor zover ik weet gaat 5G maar tot 8 GHz, net als Radio Eriwan^{*3}: "Dat hangt ervan af!" Dus als ik een landelijk gebied heb, gebruik ik daar de lage frequenties. Waarom? Omdat deze praktisch niet door de lucht worden geabsorbeerd, heb ik voor dit gebied dus geen basisstation nodig. Als ik met een gerichte straal wil werken, dus met de hoogste frequenties, dan heb ik daar, op het oog geschat, waarschijnlijk 100 kleinere basisstations nodig. Dat is natuurlijk veel duurder. En dan is er nog een middelste gedeelte en het smallere gedeelte. En zo moet je het je voorstellen. Vilsbiburg^{*4} is namelijk niet bijzonder groot, ik denk dat het eerder een middelgrote plaats is. En als we in een grotere stad zijn, heet het daar 5G, heel waarschijnlijk, of dat nu al vandaag is of ergens in de nabije toekomst, 5G, het duurt immers wel even voordat dat allemaal technisch is gerealiseerd. Het kost natuurlijk ook wel wat geld.

Oké, dat zijn nu dus, laten we zeggen, ik heb nu alleen de technische kant belicht en al een beetje aangegeven waar er problemen zouden kunnen zijn. In het algemeen gesproken mis ik het zogenaamde voorzorgsprincipe. In de EU was het tot nu toe eigenlijk gebruikelijk dat een nieuwe technologie pas werd ingevoerd nadat men zich er via een degelijke risicoanalyse en een degelijke risicobeoordeling van had vergewist dat het inderdaad in orde was. In de VS is het een beetje andersom. Eerst doen ze het gewoon, dan kijkt men of er iets gebeurt, en als er iets gebeurt, remt men het af. Onze beste presentator Ronny had het daarnet ook al over het coronavaccin, daar gold het voorzorgsprincipe bij lange na niet meer. Zelfs onze voormalige bondskanselier heeft gezegd: "We zijn allemaal proefkonijnen." Maar ik ben er zeker van dat niet veel van degenen die hier zitten, zich tot proefkonijn hebben laten maken. En wat de mobiele telefonie betreft, ben ik van mening dat het voorzorgsprincipe ergens niet in acht is genomen. En ik heb mijn 20 minuten vrijwel precies gehaald.

Nog even de samenvatting: radiogolven, je kunt ze niet zien, ze verspreiden zich in een vacuüm, maar wel met een enorme snelheid. En mobiele telefonie heeft ongetwijfeld nuttige toepassingen, dat heeft Ronny ook al gezegd. Maar, maar zoals gezegd, het voorzorgsprincipe geldt eigenlijk wel. Hoe hoger de frequentie, hoe groter de energie-inbreng, en bij dichte bebouwing, komt er, of is er sprake van gerichte straling. Aan de ene kant is het goed dat de algemene belasting iets wordt vermindert, maar aan de andere kant is het weer niet zo goed: wie zich in die straal bevindt, wordt dan gewoon iets zwaarder belast. Ja, dat was het. Bedankt.

Straling van mobiele telefoons en wifi is schadelijk voor mensen, dieren en het milieu. We hebben stralingsvrije zones nodig! asza.org

1: wijst naar de dia

2: wijst naar het oor

3: Radio Eriwan ist ein fiktiver Radiosender, der unter dem sozialistisch-kommunistischen Sowjetregime Zuhörerfragen beantwortet.

4: Vilsbiburg is een stad in de niederbayerischen regio Landshut, waar de conferentie plaatsvind.

door hm.

Bronnen:

MWGFD Perssymposium 2 mei 2026

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

Dit zou u ook kunnen interesseren:

Meer informatie over de uitzending:

Bekijk ook de andere bijdrages van het MWGFD-perssymposium van 2 mei 2026 met Prof. Dr. Klaus Buchner, Dr. Claus Scheingraber, Dr. Monika Krout en de filmmaker Klaus Scheidsteger:

5G, 6G ... altijd maar door?

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

#5G-Mobiele-Communicatie - 5G Mobiele Communicatie - www.kla.tv/5G-nl

#Techniek - www.kla.tv/Techniek

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

#MWGFD - www.kla.tv/MWGFD-nl

Kla.TV – Het andere nieuws ... vrij – onafhankelijk – ongecensureerd ...



- wat de media niet zouden moeten verzwijgen ...
- zelden gehoord van het volk, voor het volk ...
- nieuwsupdate elke 3 dagen vanaf 19:45 uur op www.kla.tv/nl

Het is de moeite waard om het bij te houden!

Gratis abonnement nieuwsbrief 2-wekelijks per E-Mail

verkrijgt u op: www.kla.tv/abo-nl

Kennisgeving:

Tegenstemmen worden helaas steeds weer gecensureerd en onderdrukt. Zolang wij niet volgens de belangen en ideologieën van de kartelmedia journalistiek bedrijven, moeten wij er elk moment op bedacht zijn, dat er voorwendselen zullen worden gezocht om Kla.TV te blokkeren of te benadelen.

Verbindt u daarom vandaag nog internetonafhankelijk met het netwerk!

Klikt u hier: www.kla.tv/vernetzung&lang=nl

Gebruiksrecht: [Standaard-Kla.TV-Licentie](#)

Kla.TV produceert alle uitzendingen op vrijwillige basis en zonder winstoogmerk. De verspreiding van onze producten door u is onze enige beloning!
Meer info bij www.kla.tv/licence