

Ontgrendel een auto met je hoofd

Het is de gewoonste zaak van de wereld geworden: wie de parkeerplaats oploopt duwt vast op het knopje van de autosleutel. De lichten knipperen, en de auto ontgrendelt. Ben je nog te ver weg, dan werkt dat echter niet - tenzij je de autosleutel tegen je hoofd houdt!



Afbeelding 1. Een elektronische autosleutel. Foto: [kaboompics](#).

Sinds de jaren 80 maken we gebruik van elektronische autosleutels waarmee je van een afstand je auto kunt vergrendelen en ontgrendelen. Meestal moet je je binnen een afstand van vijf tot twintig meter van de auto bevinden om de auto te kunnen openen. Er is echter een manier om de actieradius van het ontgrendelingsstelsel te vergroten: houd de autosleutel tegen je hoofd. Je zult zien dat je vanaf grotere afstanden de deuren van je auto van het slot kunt halen als je de sleutel tegen je hoofd houdt dan wanneer je de sleutel simpelweg voor je uit naar de auto richt. In dit artikel gaan we in op een van de mogelijke verklaringen.

De autosleutel als radiobron

Vanaf het moment dat de Renault Fuego in 1982 door Renault werd gefabriceerd, kennen we autosleutels die een kleine radiozender bevatten. Als je op een dergelijke sleutel op de knop 'ontgrendelen' drukt, wordt er een radiogolf, een elektromagnetische golf met een specifieke frequentie, uitgezonden naar een ontvanger in de auto die ervoor zorgt dat de deuren van het slot gaan. Een radiogolf wordt opgewekt wanneer elektrisch geladen deeltjes een versnelling ondergaan. Dit is het geval bij een wisselstroom: positieve en negatieve ladingen verwisselen telkens van positie. Bij het veranderen van hun bewegingsrichting ondervinden ze een versnelling. Door een wisselstroom wordt dus een elektromagnetische golf uitgezonden. Het aantal keer waarmee de ladingen elkaar per seconde afwisselen, bepaalt de frequentie van het signaal dat wordt uitgezonden. Voor auto's die in Amerika worden gemaakt is de frequentie van deze golf bijvoorbeeld 315 MHz, voor auto's gefabriceerd door Japanners of Europeanen heeft de frequentie een waarde van 434 MHz.

Het signaal dat vanuit de sleutel wordt uitgezonden verzwakt echter als de afstand groter wordt. Op een afstand van de bron verspreiden de elektromagnetische veldlijnen zich namelijk over een bol met oppervlakte $4\pi r^2$. De dichtheid van de veldlijnen, en dus de sterkte van het signaal, neemt daarom af als $1/r^2$. Hoe verder bij de autosleutel vandaan je het signaal meet, hoe zwakker het dus zal zijn. Als het signaal te zwak is als het bij de ontvanger in de auto aankomt, zal deze het niet of nauwelijks opvangen en zullen de autodeuren dus niet ontgrendeld worden.

In het filmpje hierboven kun je zien hoe Professor Roger Bowley steeds verder van zijn auto loopt. Als hij vlak bij zijn auto staat, kan hij zijn auto gemakkelijk ontgrendelen. Op twintig passen van zijn auto lukt het ook nog goed, maar na nog eens 15 passen werkt het ontgrendelingssysteem niet meer. Het signaal moet vanaf hier blijkbaar een te grote afstand afleggen om nog door de ontvanger in de auto opgevangen te worden. Ten minste, als Bowley de sleutel voor zich uit in de richting van de auto wijst.

Als Professor Bowley op 35 passen afstand van zijn auto nog eens op de ontgrendelingsknop drukt terwijl hij de sleutel tegen zijn hoofd drukt, knipperen de lichten van de auto ten teken dat de deuren geopend zijn. Wonderlijk, want even ervoor, toen hij de sleutel voor zich uit

wees, lukte het niet om vanaf deze afstand de auto te ontgrendelen. Met de sleutel tegen het hoofd is het signaal blijkbaar nog sterk genoeg om opgevangen te worden. Hoe kan dat?

Het hoofd als verlenger van de actieradius

Er zijn verschillende theorieën in omloop die een verklaring voor het fenomeen bieden. De verklaring die Professor Bowley geeft, is als volgt: ons hoofd bestaat voor zo'n 77 tot 78% uit water, uit H_2O -moleculen dus. Een H_2O -molecuul bestaat uit twee waterstofionen, H^+ , en een zuurstofion, O^{2-} . Het elektromagnetisch veld dat door de autosleutel (naar de zijkant) wordt uitgezonden, zorgt ervoor dat binnen ieder watermolecuul de positieve ladingen – de H^+ -deeltjes – de ene kant op worden bewogen, en de negatieve ladingen – de O^{2-} -ionen – de andere kant op. Doordat het elektrisch veld oscilleert, zullen ook de ionen oscilleren: de positieve en negatieve ladingen zullen steeds uit elkaar getrokken worden en weer naar elkaar toe gaan. Dit proces zorgt ervoor dat er opnieuw een radiogolf wordt opgewekt, maar dit keer vanuit je hoofd!

Doordat het elektromagnetische veld door je hoofd beweegt, wordt er vanuit je hoofd dus een extra signaal opgewekt. Er zijn daardoor in plaats van één, nu twee radiobronnen in werking^[2]. Omdat de bronnen zich zo dicht bij elkaar bevinden op het moment dat je de sleutel tegen je hoofd houdt, zijn de golven die ze uitzenden met elkaar gesynchroniseerd en vormen ze samen een sterker signaal. Het versterkte signaal kan de ontvanger in de auto oppikken en dus kan je door je sleutel tegen je hoofd te houden vanaf een langere afstand toch je auto ontgrendelen.

Zoals wel vaker in de natuurkunde is niet iedereen het erover eens dat de verklaring die Professor Bowley geeft de juiste is. Wil je meer weten over andere mogelijke verklaringen? Lees dan bijvoorbeeld [hier](#) meer over Yagi-Uda-antennes – een gerelateerde mogelijke verklaring van dit fascinerende verschijnsel.

^[1] _ In een dimensie minder kan dit effect bijvoorbeeld ook worden waargenomen als een steentje in het water wordt gegooid: de kringen die zich vormen rondom de plek waar het steentje het water raakte – de bron van het signaal – doven uit omdat de energie die de rimpeling vormt zich over een grotere cirkel moet verdelen naarmate de kring zich verder van de bron beweegt.

^[2] _ Merk op dat een radio bron in alle richtingen signaal uitzendt. Het signaal dat direct van de autosleutel *in de richting van de auto* reist, kunnen we daarom als een eerste radiobron tellen. Het signaal dat naar de *zijkant* door je hoofd beweegt, zorgt ervoor dat deze zelf een signaal uit gaat zenden en levert de tweede radiozender.