



INTERNET

op de golven van het licht



Dankzij het internet en apparaten zoals je mobiel heb je moeiteloos contact met alles en iedereen in de hele wereld. Hoe werkt het internet en wat maakt jouw mobiel eigenlijk 'mobiel'? In dit hoofdstuk lees je over de kracht van zonnestralen en de opstapeling van technische uitvindingen waardoor wij nu wereldwijd, en steeds vaker draadloos, kunnen communiceren.

Het gaat ook over de toekomst. De mobiele telefoon is maar één voorbeeld van draadloze technologie. In het huis van de toekomst wordt dat nog veel meer. Niet alleen je telefoon, maar ook veel apparaten en voorzieningen in huis worden draadloos verbonden met het internet. Op een tablet stel je in waar en wanneer jij het licht of de verwarming aan wilt hebben en dat gebeurt dan automatisch!

Draadloze technologie kan je ook helpen om zuiniger te zijn met energie. En dat is hard nodig, want het internet en al die draadloze communicatie vragen enorm veel energie. Welke uitvindingen zitten er in de pijplijn om daar iets aan te doen? Misschien biedt die goede oude zon opnieuw uitkomst!

MOBIELE TELEFOON - hoe werkt die?

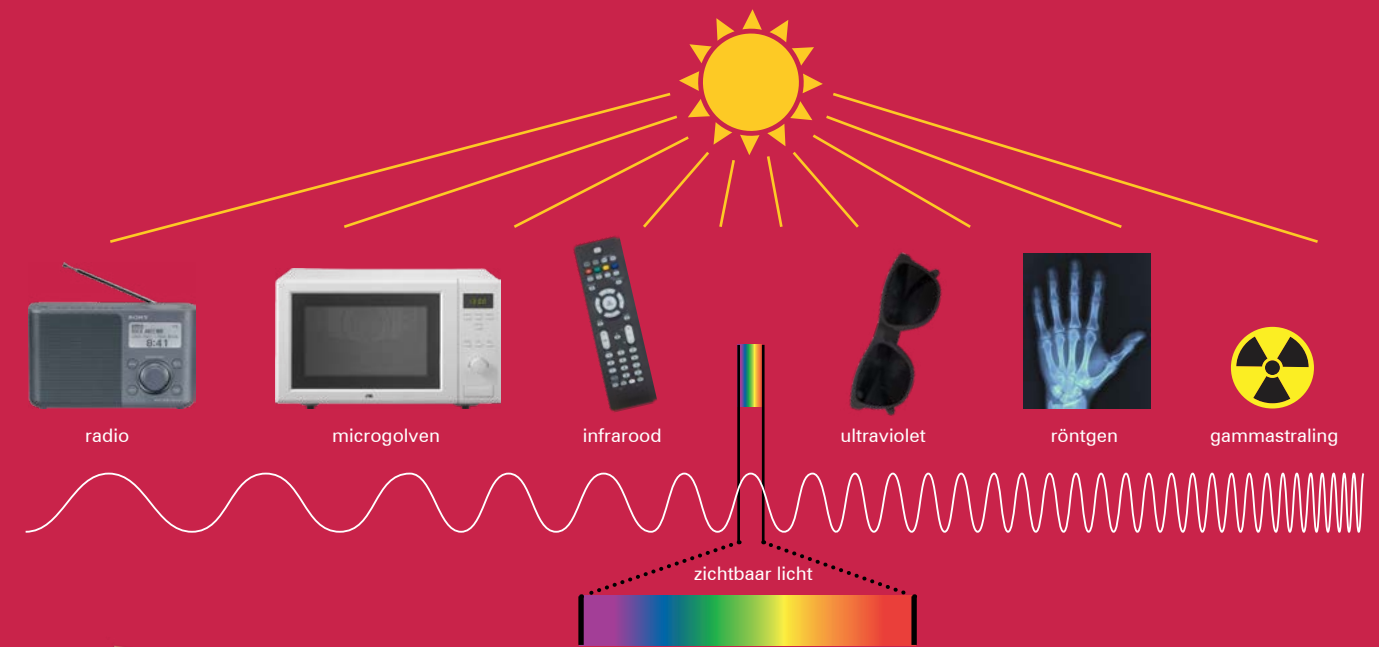
Je gaat niet dood zonder je mobiel en toch is hij onmisbaar! Voor je het weet zit je de hele dag online. 'Online', ja, over welke lijnen hebben we het dan eigenlijk? Hoe reizen al die berichten, beelden en geluiden van jou naar een ander en omgekeerd?

De lijnen waarlangs alle informatie reist zijn eigenlijk geen lijnen, maar golven. Denk maar aan een steentje dat je in het water gooit. Dat zorgt voor golven die nog een hele tijd doorgaan. Dat is ook zo met licht en geluid. Die kunnen reizen via onzichtbare golfjes elektromagnetische straling. Soms draadloos door de lucht, maar vaker dan je denkt door de kilometers lange, dikke kabels van het wereldwijde internet. Elektromagnetische stralingen zijn puur natuur! Ze komen van de zon. Sommige stralingen kunnen we zien als licht en kleur.

Veel andere stralingen kunnen we niet zien. Toch zijn ze er en kunnen we ze op veel manieren gebruiken. Bijvoorbeeld voor die onmisbare mobiele telefoon!

Elektromagnetisch spectrum

Alle stralingen bij elkaar noemen we het elektromagnetisch spectrum. Links van dat spectrum zijn stralingen met lange golven (lage frequentie). Die zijn onschadelijk, neem infrarood licht van de afstandsbediening of radiogolven voor je mobiel. In het midden staat de straling die wij zien als licht en kleur. Rechts staan stralingen met korte, snelle golven (hoge frequentie). Te veel daarvan is (heel) schadelijk. Daarom smeet je zonnebrand tegen te veel UV-straling. Of loopt de tandarts weg als die een röntgenfoto maakt van jouw gebit.



Mobiel wil zeggen dat berichtjes en foto's draadloos worden verzonden en ontvangen. Dat gebeurt via radiogolven, onzichtbare elektromagnetische straling.

Stel, je stuurt een appje naar je neef op Curaçao. Dat gaat eigenlijk maar een klein stukje mobiel. Namelijk van jouw apparaat tot de dichtstbijzijnde zendmast. Binnen golft jouw informatie eerst naar jullie modem, een mini zendmast. Buiten golft die rechtstreeks naar een grote zendmast. Vanaf daar gaat het verder via het vaste internet: per kabel dus.

Of het goed gaat met de kabels wordt in de gaten gehouden bij controle-stations aan de kust. In Nederland staan die in Katwijk en Beverwijk.

Die kabel gaat eerst naar de dichtstbijzijnde wijkcentrale van het telefoonnetwerk. Daarna naar een datacenter van de internetaanbieder en vandaar door naar een nog groter internetknooppunt.

WonderWelWeetje
In Nederland staat het grootste internetknooppunt ter wereld: het Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX). Het is niet een verkeersknooppunt van snelwegen, maar dan met kabels. Internetproviders, Google en Netflix gebruiken het om al hun data zo snel mogelijk te versturen.

Aan de andere kant van de oceaan komt jouw bericht eerst bij een internetknooppunt op Curaçao. En zo verder tot bij jouw neef, die jouw app ontvangt op zijn mobiel.

Onder zee gaat het met zeekeblen. Diepzeeduikers hebben die gelegd over de bodem van de oceaan. De kabels moeten heel wat kunnen hebben. De druk van alle water, zeebevingen, ankers van boten en wat te denken van haaien! Die vinden de kabels best lekker!

Vraag het de Alwetoloog

Hoe kan het dat alles wat ik verstuur met mijn mobiel er aan de andere kant precies zo uitkomt?

Dat niet alle kleuren en geluiden door elkaar worden geklutst? Tja, dat is typisch een wonder van natuur en techniek.

Van techniek toch vooral?

Techniek zijn duizend-en-een manieren om natuurkrachten te gebruiken. In dit geval de kracht van de zon, beter gezegd van de elektromagnetische straling van de zon. Als jij iemand belt met jouw mobiel gebruiken we bijvoorbeeld radiogolven. Een vorm van elektromagnetische straling.

Hoe dan?

De geluidsgolven van jouw stem worden in de telefoon omgezet in radiogolven. In een zendmast worden deze radiogolven omgezet in infrarood laserlicht. Dat licht wordt door glasvezelkabels gestuurd. Jouw berichtjes reizen zo op de golven van dat laserlicht letterlijk met de snelheid van het licht. Daarbij wordt het licht razendsnel aan- en uitgeschakeld. De computer 'leest' dat als een code: een of nul. Afhankelijk van de geluiden en kleuren zorgt dat voor andere patroontjes (van enen en nullen). Bij de ontvanger worden die 'vertaald' naar woorden en plaatjes.

Het lijkt wel morse!

Klopt! Morse is een oude manier van draadloos communiceren. Met licht of geluid werd een code geseind: aan of uit en kort of lang. Denk maar aan s.o.s.: ... __ _ ... Drie keer kort, drie keer lang, drie keer kort. Iedereen wist dan dat je in nood was. Het grote verschil met nu is dat jij geen codetaal hoort of ziet, maar het echte geluid en echte beelden.

Met dank aan de straling van de zon én de denkkracht van heel veel knappe ict'ers!



FEITEN & CIJFERS

De hoogste zendmast van Nederland is **372 meter hoog**. Het is de Zendmast Lopik in IJsselstein. In december wordt hij omgetoverd tot reuzegrote kerstboom.

In **1923** werd in Hilversum de eerste zendmast opgericht voor de publieke radio.

De snelheid van het licht is **300.000 km** per seconde.

In Nederland ligt nu al ruim **92.000 km** glasvezel.

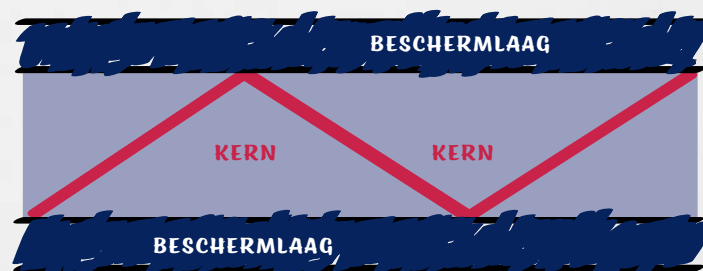
Elke dag wordt dat meer.

WonderWelWeetje
Rooksignalen zijn een heel oude vorm van draadloos communiceren. Ook codetaal.



Waar staat de dichtstbijzijnde zendmast bij jou in de buurt? Woon je hoog of ken je iemand met een dakterras? Dan kun je die mast misschien wel zien staan.

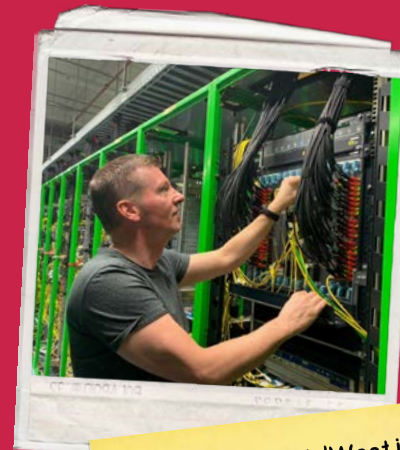
zo werkt... GLASVEZEL



Een glasvezelkabel is zo dun als één mensenhaar. Het lichtsignaal kaatst heen en weer door de glazen binnenkant tot het bij de ontvanger komt. Om de glazen kern zit donker glas waar geen licht uit kan ontsnappen.

INTERVIEW

Naam: John Dissen
Functie: Datacenter Coördinator
Werkt bij: XS4ALL



WonderWelWeetje

Heinrich Hertz wordt herdacht in de taal. De frequentie van radiogolven wordt uitgedrukt in Hertz. Tritt een geluid 7 keer per seconde, dan noem je dat 7 Hertz (Hz). Tritt het 7000 keer per seconde, dan is het 7000 Hz.

Wat houdt jouw werk in? - Ik zorg er met mijn collega's voor dat de datacenters van XS4ALL goed blijven functioneren. We doen alles wat nodig is voor een goed werkend internet bij onze klanten! We denken na over hoe dat eruit moet zien, we bouwen het zelf op en doen het onderhoud. Heel afwisselend werk, geen dag is hetzelfde!

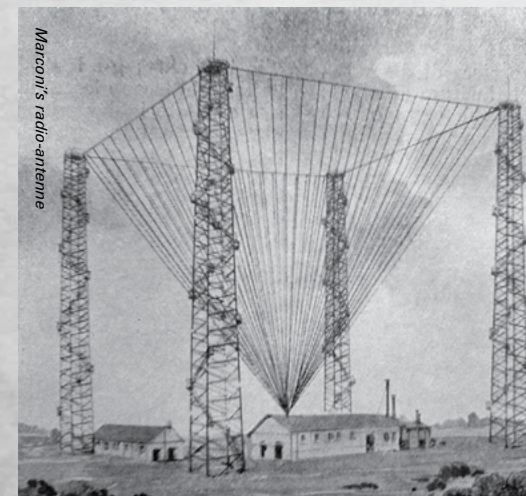
Hoe ben je de techniek ingerold? - Van mijn vader moest ik mijn fiets altijd zelf repareren, die fiets werd een brommer en zo ben ik altijd wel met techniek bezig geweest. Ik heb geen technische opleiding gehad. Ik heb mavo gedaan, dat is nu vmbo-t. Het meeste heb ik bij XS4ALL in de praktijk geleerd. Ik ben er begonnen als facilitair medewerker (een soort klusjesman) en door mijn technische interesse ben ik uiteindelijk terechtgekomen op het datacenter.

Maken jullie wel eens iets gek mee? - Collega's van mij werden een keer aangehouden door de politie, omdat ze midden in de nacht apparatuur aan het uitladen waren bij een datacenter. Veel onderhoud doen we namelijk 's nachts, zodat onze klanten daar geen last van hebben. Toen de agenten dat begrepen hoefden onze mensen gelukkig niet mee naar het politiebureau.

Denken jullie bij XS4ALL aan het milieu? - Zeker! Een datacenter staat aan de Zuidas in Amsterdam. Het kan er flink warm worden door alle apparatuur. We koelen het gebouw nu met koud water uit de Nieuwe Meer vlakbij. Als het koelwater het datacenter verlaat is het flink opgewarmd. Met dat warme water worden de kantoorgebouwen in de buurt verwarmd. Scheelt een hoop energie.

DUIK IN DE GESCHIEDENIS

MET DANK AAN DENKERS EN DOENERS



De mobiele telefoon is niet één ontdekking, maar de opstapeling van heel veel ontdekkingen. Denk aan de 'gewone' telefoon, radio, televisie, fotografie en internet. Een belangrijke ontdekking was die van de natuurkundige James Maxwell aan het einde van de 19de eeuw. Maxwell was (net als Faraday) gegrepen door de wisselwerking tussen elektriciteit en magnetisme. Maxwell beredeneerde, puur theoretisch, dat onzichtbare elektromagnetische velden zich als golven moesten bewegen door de lucht. En dat ze dat doen met de snelheid van het licht. Maxwell kon zijn theorieën niet praktisch bewijzen. Dat lukte in 1887 de natuurkundige Heinrich Hertz. Met een experiment toonde hij aan dat elektromag-

netische velden inderdaad door de lucht 'golven'. Toen een student hem vroeg: 'Wat nu?' antwoordde Hertz: 'Niets denk ik. Het bewijst alleen maar de theorie van Maestro Maxwell.' Hertz zag nog geen praktisch nut van zijn ontdekking van wat we later 'radiogolven' zouden noemen. Andere, meer praktisch ingestelde uitvinders zoals Tesla, Popov en Marconi zagen dat wel. In 1895 lukte het Guglielmo Marconi als eerste om met een zelfgeknutselde radio-antenne een signaal over een langere afstand te verzenden en te ontvangen. Eerst konden er alleen berichten worden verzonden, in morsetaal. Vanaf 1906 kon geluid ook rechtstreeks worden verstuurd. De geboorte van de radio, geluid over elektromagnetische radiogolven!

Vraag het de Alwetoloog

Huis van de toekomst: een hutje op de hei of een hightech huis?

Een duurzaam tech huis hoop ik. Maar soms trek ik me graag even terug in een hutje op de hei. Dan moet je weer eens nadenken hoe je aan schoon water komt of aan warmte. De valkuil van alle techniek in huis is dat je daar niet meer over nadenkt, dat je denkt dat alles gratis is. Dat is niet zo. Uiteindelijk komt alles uit de natuur. En die putten we nu uit.

De aarde redden, met of zonder 5G?

Om de aarde te redden hebben we iedereen nodig, alle kennis en ervaring uit alle hoeken van de wereld. Dus internet is onmisbaar. Maar we moeten wel keuzes maken. Zolang het internet energie vreet kan niet alles. En niet alles is nodig, of moet snel. Neem een zelfrijdende auto. Leuk idee, maar zelf rijden kan ook, of de trein nemen! Of fietsen of lopen. Lekker langzaam, ik denk dat langzaam geen kwaad kan met het oog op duurzaamheid.

Ik ga liever snel, met de snelheid van het licht!

Ja, wie weet blijkt de kracht van zonlicht een oplossing! Licht als bron van energie, in plaats van fossiele brandstoffen. Wat een ontdekking zou dat zijn! In de Middeleeuwen liep het helemaal spaak in de steden. Miljoenen mensen stierven aan besmettelijke ziekten. Het leek hopeloos. En toch: met de ontwikkeling van het riool was het probleem snel opgelost. Nu zitten we met de opwarming van de aarde. Een nog groter, wereldwijd probleem! De oplossing is nog niet in zicht. Toch vertrouw ik erop dat we ook dit probleem gaan tackelen.

Met slimheid...

En de kracht van de natuur! Licht is een natuurkracht. In techniek komen altijd twee dingen bij elkaar: de kracht van de natuur en de denkkracht van mensen. Allebei onmetelijk, een gouden combinatie! Daar kan ik me mijn leven lang over blijven verwonderen.



Sensor: de zintuigen die voelen hoe warm of koud het is

Computer: het hoofd dat zegt wat er moet gebeuren

Actuator: de hand die de verwarming aanzet

Huis van de toekomst

Domotica

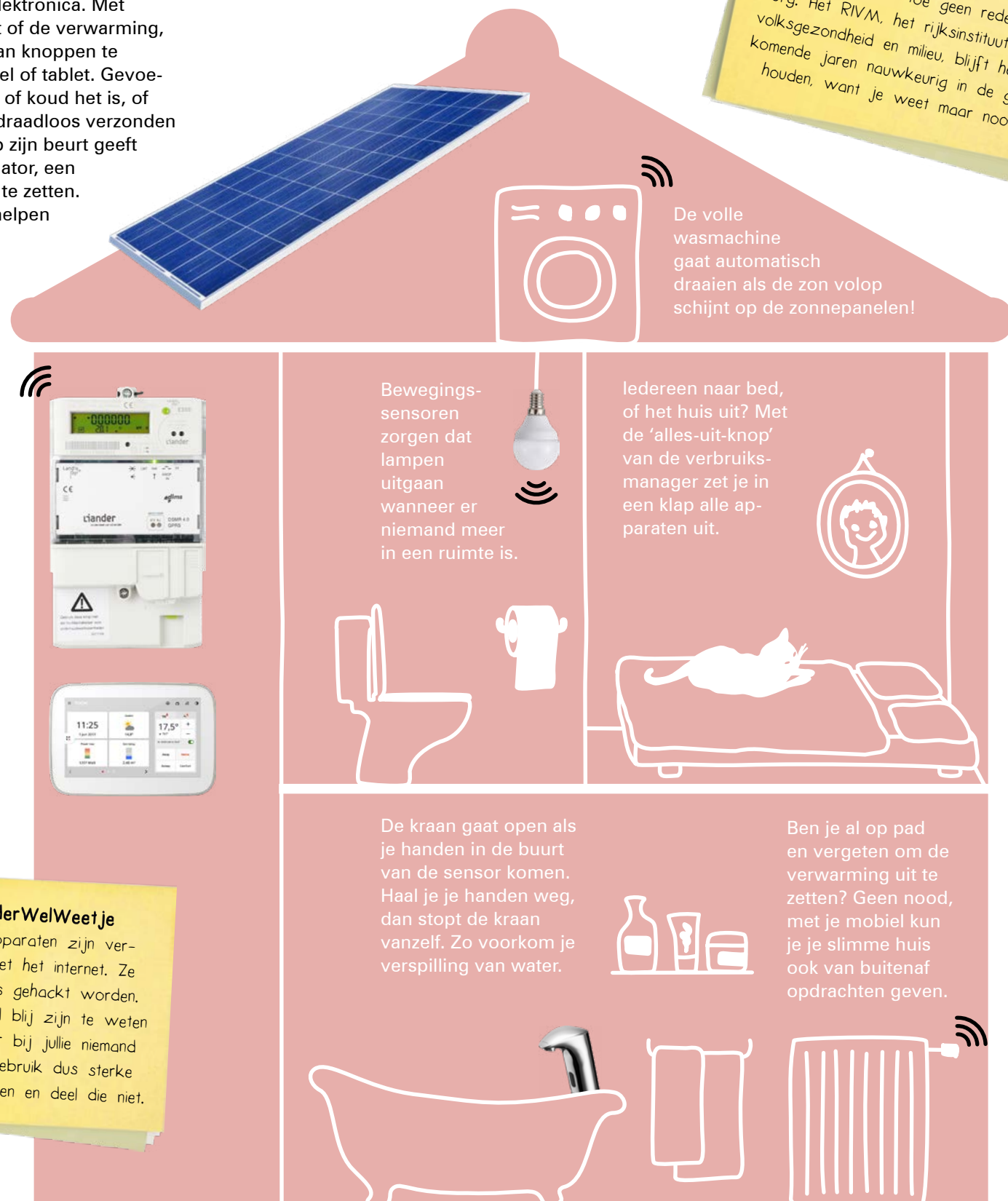
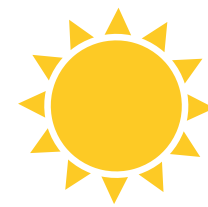
Een smartphone had je al, maar ook je huis wordt steeds smarter, slimmer dus. Dat komt door domotica. 'Domus' betekent huis in het Latijn. En het achtervoegsel 'tica' komt van elektronica. Met domotica kun je apparaten in huis, zoals het licht of de verwarming, automatisch aansturen. Je hoeft niet meer zelf aan knoppen te draaien, je stelt je wensen gewoon in op je mobiel of tablet. Gevoelige apparaatjes, sensoren, signaleren hoe warm of koud het is, of dat er mensen in huis zijn. Die informatie wordt draadloos verzonden naar een computer. Dat is de spin in het web! Op zijn beurt geeft die computer een draadloos seintje aan een actuator, een schakelaar zeg maar, om een apparaat aan of uit te zetten. Heel comfortabel allemaal, maar het kan je ook helpen om zuiniger te zijn met energie.

Wat heb je nodig?

- Een slimme meter: de leverancier kan nu op afstand lezen wat je verbruikt. Deze meter wordt nu in de meeste huizen geïnstalleerd.
- Een verbruiksmanager: een apparaatje aan de muur, of als app. In grafiekjes zie je hoeveel energie je gebruikt en wanneer. Hoe beter je dat weet, hoe beter je kunt besparen.
- Slimme stekkers per apparaat: in combinatie met de verbruiksmanager kun je van elk apparaat zien wat dat verbruikt. Helpt ook om sluipverbruik tegen te gaan. Denk aan het lampje van tv of wasmachine terwijl die niet aan staan.
- Een tablet of mobiel waarop je instelt hoe laat je het licht of de verwarming automatisch aan- of uit wilt zetten.
- Heb je zonnepanelen? Er is een speciale meter die bijhoudt hoeveel energie je opwekt, gebruikt of teruglevert aan het net.

WonderWelWeet je

Slimme apparaten zijn verbonden met het internet. Ze kunnen dus gehackt worden. Een dief zal blij zijn te weten wanneer er bij jullie niemand thuis is! Gebruik dus sterke wachtwoorden en deel die niet.



De volle wasmachine gaat automatisch draaien als de zon volop schijnt op de zonnepanelen!

Bewegings-sensoren zorgen dat lampen uitgaan wanneer er niemand meer in een ruimte is.

Iedereen naar bed, of het huis uit? Met de 'alles-uit-knop' van de verbruiksmanager zet je in een klap alle apparaten uit.

De kraan gaat open als je handen in de buurt van de sensor komen. Haal je je handen weg, dan stopt de kraan vanzelf. Zo voorkom je verspilling van water.

Ben je al op pad en vergeten om de verwarming uit te zetten? Geen nood, met je mobiel kun je je slimme huis ook van buitenaf opdrachten geven.

WonderWelWeet je
Is al die extra straling van 5G wel gezond? Het risico van straling wordt al jaren onderzocht, maar wetenschappers zien tot nu toe geen reden tot zorg. Het RIVM, het rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, blijft het de komende jaren nauwkeurig in de gaten houden, want je weet maar nooit.

Fotonica: het nieuwe goud?

Internet kost heel veel energie. Hoe moet dat verder in het huis van de toekomst? Een nieuwe techniek die misschien uitkomst biedt is fotonica. Bij fotonica is de energiebron licht. Er wordt gewerkt met lichtdeeltjes: fotonen. De techniek wordt al gebruikt in zonnepanelen, in ledlampen en bij het versturen van informatie via glasvezelkabels. Maar het kan ook gebruikt worden in chips in elektronische apparaten, zoals de smartphone. Anders dan elektronische chips werken fotonische chips vooral op licht. Elektriciteit is nog steeds nodig, maar veel minder. Met fotonica wordt maar één procent gebruikt van de elektriciteit die nu met elektronica wordt gebruikt. Het is allemaal nog in ontwikkeling, maar wie weet zorgt het voor een doorbraak!

WonderWelWeet je

In Brabant werken ze aan een plan om Nederland fotonica-rijp te maken! We zijn in de wereld een voorloper op dit gebied. Dat komt omdat Philips, van de gloeilampen, hier al vroeg mee bezig was. Daarnaast hebben we de grote chipmachinebouwer ASML en veel kleinere bedrijven die zich bezighouden met fotonica.

TEST HET THUIS UIT!

... _ _ _ ...

Er was een tijd zonder telefoon. En toch konden ze ook toen al berichten overseinen: met een telegraaf en met morsetekens. Hierboven staat het meest bekende morsesignaal: SOS, drie keer kort, drie keer lang, drie keer kort. Iedereen weet wat je dan bedoelt: hellup!!! Probeer het uit en maak je eigen telegraaf met een zaklamp!

A	· _	J	· _ _ _	S	... _	1	· _ _ _ _
B	_ _ _	K	_ _ ·	T	_ _	2	_ _ _ _
C	_ _ ·	L	· _ _	U	_ _ _	3	_ _ _ _
D	_ _	M	_ _ _	V	_ _ _	4	_ _ _ _
E	·	N	_ ·	W	· _ _	5	_ _ _ _
F	_ _ ·	O	_ _ _	X	_ _ _	6	_ _ _ _
G	_ _	P	· _ _	Y	_ _ _	7	_ _ _ _
H	_ _ _	Q	_ _ _	Z	_ _ _	8	_ _ _ _
I	_ _	R	· _	0	_ _ _ _	9	_ _ _ _

De kleuren van licht

Zonlicht en ander wit licht is eigenlijk 'alle-kleuren-licht': alle kleuren zitten er in. Als je alle kleuren tegelijkertijd ziet, zie je dus wit! Water kan al die kleuren uit elkaar trekken, zodat je ze los van elkaar kunt zien. Dat gebeurt bijvoorbeeld als zonlicht door regenwater heen gaat. Dan zie je een regenboog. Je kunt dat na-apen met een glas water en een wit velletje papier.

Nodig:

- zonnige dag
- hoog glas
- wit vel papier
- water

Aan de slag:

- Vul het glas met water.
- Zet het glas water zo neer, dat er flink veel zonlicht op valt.
- Leg er het witte vel papier achter.
- Wacht tot het water niet meer beweegt.
- Beweeg het velletje papier en probeer een regenboog te vangen.

Je ziet een regenboog op het witte vel papier als het zonlicht door het glas water heen op het papier valt. De zon staat dus achter het glas en het papier ligt er voor.

Licht bestaat uit golven. Die worden een beetje afgebogen als ze van de lucht in het water terechtkomen. Nu hebben de verschillende kleuren van licht een verschillend snelheid. Daardoor worden ze in het water een beetje anders afgebogen. En daardoor kunnen we ze los van elkaar zien. Als een regenboog!



De snelheid van het licht

Niet zo'n gek idee om licht te gebruiken als de nieuwe koerier van ons almaar groeiende internet! De snelheid van het licht is namelijk onvoorstelbaar groot: 300.000 km per seconde. Bedenk dat de omtrek van de aarde 40.000 km is. Op een lichtstraal zou je de aarde dus met gemak 7 keer rond kunnen vliegen, in één seconde! Wow!

Dat licht sneller is dan geluid wist je misschien al door te luisteren en te kijken naar onweer. Hoog boven in de wolken ontstaan bliksem en donder op hetzelfde moment. Toch zie je bliksem altijd eerder dan dat je de donder hoort: het licht is sneller dan het geluid. Hoe langer het duurt voordat je de donder hoort, hoe verder weg het onweer is. Als de donder bijna meteen volgt op de bliksem, dan zit je er waarschijnlijk middenin. Om het verschil te ervaren in de snelheid van licht en geluid kun je ook het volgende testje doen.

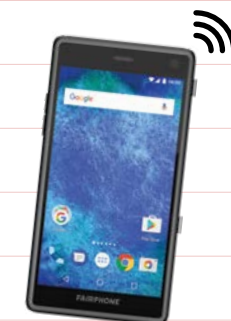
Nodig:

- 2 houten latten
- 100 meter ruimte
- iemand die je helpt

Aan de slag:

- Geef de ander twee latten.
- Vraag diegene om de latten tegen elkaar te slaan. Je ziet het slaan en hoort gelijktijdig het geluid.
- Ga nu 100 meter van elkaar staan. Vraag de ander om de latten tegen elkaar te slaan zodra jij je arm omhoog steekt.
- Steek je arm omhoog. Kijk en luister goed.
- Doe het een paar keer. Wat valt je op?

Je ziet eerst de latten tegen elkaar gaan en hoort pas daarna het geluid. Merk je geen verschil, ga dan nog wat verder van elkaar staan. De snelheid van geluid is ongeveer 330 meter per seconde. Veel minder snel dus dan licht.



WonderWelWeet je

Je staat er niet bij stil, maar het internet slurpt energie. Een netflix filmpje downloaden vraagt net zoveel als 30 km autorijden.



Wat doet een milieumanager? - Ik kijk wat KPN kan doen voor een duurzame toekomst. We gebruiken bijvoorbeeld alleen maar groene stroom. Die krijgen we van windmolens op zee. Ook willen we in 2025 helemaal klimaatneutraal zijn. We hebben als bedrijf veel auto's, gebouwen en apparaten. Die brengen natuurlijk uitstoot van CO₂ met zich mee. Dat moet minder! Zolang dat nog niet genoeg lukt, compenseren we het, bijvoorbeeld door bomen te laten planten.

Wat is jouw droom? - Dat we helemaal circulair, afvalvrij werken. Dat begint al bij het ontwerp van een apparaat. We overleggen nu bijvoorbeeld met de leveranciers van modems. Kun je de buitenkant van die kastjes misschien maken van recyclebaar plastic? Hoe kan zo'n modem langer meegaan? Dan ben je bezig met het voorkomen van afval in plaats van achteraf kijken wat je ermee moet.

Wat is jullie grootste uitdaging? - Telefoneren en internetten kost enorm veel energie. Er worden dagelijks grote hoeveelheden data verstuurd en opgeslagen. Dat gaat met elektriciteit. Gelukkig helpen nieuwe technologieën om zuiniger te zijn. Nieuwe computers zijn zuiniger dan de oude. Wat ook helpt, is het opslaan van data in de cloud. De opslag in datacenters is veel efficiënter dan bij mensen thuis. Daarnaast loopt Nederland voorop in de ontwikkeling van fotonica. Dat is een nieuwe technologie waarbij informatie wordt verstuurd via licht in plaats van elektriciteit. Dat gaat sneller en is veel energiezuiniger.

INTERVIEW

Naam: Jeroen Cox
Functie: Energie- en milieumanager
Werkt bij: KPN

