

## Docentenhandleiding

### Doel

Mensen zijn altijd vindingrijk geweest bij het oplossen van problemen van hun tijd. Kinderen leren dat het internet veel energie verbruikt. Dat is een probleem, want we wilden net zuinig zijn met energie om opwarming van de aarde tegen te gaan. Kinderen maken kennis met een aantal nieuwe technologieën en ideeën om dit probleem te tackelen.

### Introductie

Zet **dia 1** (mobieltje) op het digibord.

Grijp kort terug op wat aan bod is gekomen in de eerdere twee lessen over het internet: de zon als natuurkracht achter het internet; de weg die een mobiel bericht aflegt van een 'zender' naar een 'ontvanger' aan de andere kant van de wereld; mensen die zorgdragen voor een goede werking van het internet. Laat ook nog eens de afbeelding zien van het elektromagnetisch spectrum zoals besproken in de eerste les. **Dia 2.**

In deze les gaan we bekijken wat het internet kost aan energie. En dat is meer dan je denkt! We kijken welke oplossingen er worden bedacht om het energieverbruik van het internet te beperken en zo duurzamer te maken.

Eerst nu maar het probleem: je staat er niet bij stil, maar het internet kost veel energie. Laat op **dia 3** een aantal cijfers zien van wat het internet vraagt aan energie. Digitale apparaten en permanent online zijn vragen veel elektriciteit. Daarnaast ook veel water om installaties in de datacentra te koelen. Met alle nieuwe vormen van internetgebruik, zoals AI, zal dat op termijn alleen maar meer worden.

Haal met kinderen hun voorkennis op waarom dit een probleem is. (We gebruiken nog veel fossiele brandstoffen om elektriciteit op te wekken. Dat leidt tot CO<sub>2</sub> uitstoot en opwarming van de aarde. Momenteel is er nog niet genoeg 'groene' energie om te voorzien in de almaar groeiende energievraag van het internet. Kernenergie is nog geen duurzame optie. Het geeft geen CO<sub>2</sub> uitstoot, maar wel radioactief afval dat generatieslang gevaarlijk blijft.)

Bespreek hierna met kinderen wat duurzaamheid is. Laat **dia 4** (afbeelding duurzaamheid) zien. Geef kinderen de tijd om hier hun eigen ideeën over te formuleren. Een conclusie kan zijn dat duurzaamheid betekent dat je zuinig bent met de natuur. In deze les gaan we kijken naar ideeën en uitvindingen om te zorgen voor een duurzamer gebruik van het internet.

## Verwondering

Vertel eerst dit: Mensen hebben altijd al gezocht naar oplossingen voor problemen van hun tijd. Mensen zijn goede uitvinders! Zoals we in les 2 hebben besproken is het internet in feite een opeenstapeling van heel veel eerdere uitvindingen. Herhaal met **dia 5** enkele voorlopers van het internet. Met elke nieuwe uitvinding stappen we in de voetsporen van eerdere uitvinders. Geef daarna het onderstaande voorbeeld.

### Een duik in de geschiedenis:

Al aan het einde van de 19de eeuw bedacht de natuurkundige James Maxwell dat de straling van de zon zich als golven door de lucht moest bewegen. Hij kon het alleen niet bewijzen. Dat lukt een andere natuurkundige, Heinrich Hertz, wel. Met een experiment kon hij laten zien dat straling van de zon inderdaad door de lucht 'golft'. Toen een student hem vroeg: 'Wat nu?' antwoordde Hertz: 'Niets denk ik. Het bewijst alleen maar de theorie van Maestro Maxwell.' Hertz zag dus nog niet hoe je zijn ontdekking praktisch kon gebruiken.

Weer een andere uitvinder, Guglielmo Marconi, lukte dat even later wel. Met een zelf geknutselde antenne wist hij via radiogolven een signaal over een langere afstand te verzenden en te ontvangen. **Dia 6.** Zijn uitvinding, 'de telegraaf', werd eerst vooral op boten gebruikt en zou de voorloper worden van de latere radio. Anekdote: De Titanic was in 1912 uitgerust met zo'n zender. Dankzij die zender konden toch nog 700 van de 2200 passagiers worden gered. Zie een Engelstalig filmpje over 'De Titanic, Marconi en de draadloze telegraaf', **dia 7.**

Maxwell, Hertz en Marconi zouden hun ogen waarschijnlijk niet geloven als ze even in deze tijd konden staan. Zoveel nieuwe uitvindingen zijn er gedaan voortbordurend op hun prille kennis over de straling van de zon! In onze tijd maakt het hele internet en alle apparaten die daarop zijn aangesloten gebruik van die straling. Sta er even met jouw kinderen bij stil hoe bijzonder dat is!

## Vertel

Terug naar vandaag. Het internet is een fantastische uitvinding. Via het internet kunnen we eindeloos informatie opzoeken, contact hebben met anderen, films kijken en spelletjes spelen. De mogelijkheden zijn eindeloos! Ook als het gaat om duurzamer leven kan het internet helpen. Zo kun je contact maken met groepen elders in de wereld die zich inzetten voor duurzaamheid. Bovendien zijn er allerlei apps die je helpen om thuis zuinig te zijn met energie. We noemen dat 'domotica'. Via je telefoon krijg je dan informatie over het energieverbruik van allerlei apparaten. Je kunt een tijd instellen waarop licht of verwarming automatisch aan of uit gaan. Ben je vergeten de verwarming uit te zetten thuis? Dan kan dat met jouw telefoon, ook als je heel ergens anders bent. (Voor meer voorbeelden kun je kinderen verwijzen naar bladzijde 78 in het Wonderwelboek.)

### De olifant in de kamer

Helaas is er dan toch een 'olifant in de kamer' (**dia 8**). Het internet zelf gebruikt ook enorm veel elektriciteit en daarnaast veel water. De elektriciteit is nodig als energiebron om signalen van licht en geluid te versterken en te verplaatsen en zo

continue 'online' te kunnen zijn. Het water is nodig om de installaties in de datacentra te koelen. Er komt namelijk veel warmte vrij bij het versturen van data.

Dit alles is vooral een probleem als je bedenkt dat we steeds méér gaan doen met het internet. Niet alleen berichten verzenden of filmpjes downloaden, maar ook gebruik maken van AI of van drones en zelfrijdende auto's. **Dia 9.** Hoe gaan we dat oplossen? Zijn er al nieuwe uitvindingen om het internet energiezuinig te laten werken?

### Fotonica, het nieuwe goud?

Een ontwikkeling die hoop biedt is de fotonica. **Dia 10.** In het woord fotonica zit het woord 'foto'. Foto is Grieks en betekent 'licht'. Fotonica is dus de studie naar licht. Onderzoekers bestuderen hoe je lichtdeeltjes (fotonen) kunt gebruiken voor het verwerken en verzenden van informatie. Het gebruik van fotonen kan ook het internet nog sneller en energiezuiniger maken. Goed nieuws als het gaat om duurzaamheid!

Hoe het werkt? We gebruiken fotonica al een hele tijd in glasvezelkabels (zie bladzijde 76 in het Wonderwelboek). **Dia 11.** Via die kabels kan informatie letterlijk met de snelheid van licht worden verstuurd over hele grote afstanden. Op dit moment wordt onderzocht of we fotonica ook kunnen gebruiken binnenin apparaten, beter gezegd op het allerkleinste niveau, in de microchips in die apparaten. Microchips gebruiken nu elektriciteit om informatie om te zetten en door te geven. Daarom moet je jouw apparaten ook steeds opladen: ze hebben steeds weer elektriciteit nodig. Met fotonica proberen ze nu om de chips te laten werken met lichtdeeltjes (fotonen), in plaats van met elektriciteit. Dat werkt veel sneller en bovendien veel zuiniger met energie. Daarom wordt fotonica ook wel 'het nieuwe goud' genoemd!

Het leuke is dat de voorlopers in de ontwikkeling van fotonische chips uit Nederland komen. Het zijn bijvoorbeeld wetenschappers aan de Technische Universiteit van Eindhoven en Twente of mensen die werken bij bedrijven zoals het Brabantse ASML, 's werelds grootste fabrikant van apparaten om chips te maken. **Dia 12.** Op dat soort plekken werken veel jonge uitvinders van vandaag! Zij staan op de schouders van hun beroemde voorgangers zoals Maxwell, Herz en Marconi.

Ook met fotonica is er nog steeds elektriciteit nodig, maar wel tien tot honderd keer minder. Voordat je nu denkt: dat is dan mooi opgelost, is het goed te beseffen dat we in de nabije toekomst (met onder meer AI) nog wel honderd keer méér gebruik gaan maken van het internet. Voorlopig is daarvoor dus nog steeds heel veel elektriciteit nodig.

## **Verwerking**

Ter afsluiting drie opties voor gesprekken die je in je klas kunt voeren.

### Vragen voor de uitvinders:

Bespreek met kinderen hoe ze het zouden vinden om te werken in de wereld van onderzoekers en uitvinders die zich bezighouden met fotonica (en een energiezuiniger internet). En ook al hebben ze andere toekomstplannen, wat zouden ze van die onderzoekers willen weten?

Stel klassikaal, in groepjes of individueel interviewvragen op en stuur die naar mensen werkzaam op het gebied van fotonica, bijvoorbeeld bij ASML. Bel van tevoren om de kans op een antwoord groter te maken. Bekijk eventueel eerst het volgende filmpje 'Buurten bij ASML – Ingenieurs van de toekomst' (**dia 13**). Of boek een workshop of gastles waarbij kinderen hands-on aan de slag kunnen met science of maakonderwijs. Kijk voor suggesties onder '**extra**'.

#### Zuinig zijn met het internet:

Je kunt ook een gesprek voeren over zuinig zijn met het internet. Iedereen weet ondertussen wel dat het qua duurzaamheid verstandig is om zuinig te zijn met water, minder vlees te eten of minder te vliegen. Maar hoor je ooit iemand over zuinig zijn met internet? Nu is het ook zo dat minder vliegen en minder vlees eten meer zoden aan de dijk zet als je duurzaam wilt leven. Maar zuinig zijn met het internet kan wel helpen. Het is in elk geval goed om je ervan bewust te zijn dat internetgebruik energie kost.

Lees en bespreek samen met kinderen het artikel van One world, zie **bijlage: 'De impact van het internetverkeer'**. Daarin staat welke impact ons internetgebruik heeft op het milieu en tevens tips om onze digitale voetafdruk te verkleinen.

#### Het internet voor een betere wereld:

Het energiezuiniger maken van het internet is een serieus probleem. Niettemin biedt juist ook het internet kansen om te komen tot een meer duurzame wereld. Duurzaamheid is een uitdaging voor iedereen op aarde en het internet geeft ons de unieke mogelijkheid om wereldwijd met elkaar in contact te staan. Daarnaast zou je het internet van binnenuit kunnen veranderen. Nu staan algoritmes veelal ingesteld op ophef en nargheid. Je zou ze ook kunnen instellen op 'iets goed doen voor een ander' of 'originele ideeën voor een duurzame planeet'. Laat kinderen in groepjes sparren hoe we het internet zouden kunnen gebruiken (en aanpassen) om te werken aan een betere wereld waarin de natuur wordt beschermd en grondstoffen eerlijk worden verdeeld over iedereen op onze planeet.

## **Terugblik**

Concludeer: Goed hoe jullie hebben meegedacht over een energiezuiniger internet en een duurzame toekomst. Complimentje voor jezelf: ik doe het WONDERWEL! (**dia 14**)

## **Extra**

Om de 'ingenieurs van de toekomst' en andere nieuwsgierige kinderen in jouw klas een plezier te doen is een gastles of workshop natuurlijk het allerleukste.

- Woon je in de buurt van ASLM? Dan heb je geluk. Je kunt een gastles of workshop boeken via: <https://www.asml.com/en/company/community-engagement/education/asml-junior-academy>
- Mad Science geeft workshops op scholen in het hele land: <https://nederland.madscience.org/>
- In Amsterdam kun je terecht bij het Nemo Science museum: <https://www.nemosciencemuseum.nl/nl/onderwijs/primair-onderwijs/>
- In diverse steden hebben de openbare bibliotheken 'Maakplaatsen'. Zij hebben workshops waarin maken met oude en nieuwe technieken, experimenteren en programmeren aan bod komen. <https://www.bibliotheek.nl/maakplaats.html#:~:text=Steeds%20meer%20bibliotheek%20hebben%20een,%2Dprinten%2C%20bouwen%20of%20programmeren>. Zie bijvoorbeeld de Maakplaatsen van de OBA in Amsterdam: <https://www.oba.nl/jeugd/maakplaats-.html>.
- Alle universiteiten hebben wetenschapsknooppunten die voor het basisonderwijs onderzoeksactiviteiten organiseren of faciliteren: <https://www.wetenschapsknooppunten.nl/>
- Kijk in jouw eigen gemeente naar vergelijkbare mogelijkheden van science workshops of maakonderwijs.