

# DOCENTENHANDLEIDING

## Elementen in je smartphone



Docentenhandleiding behorende bij lessenserie 'Elementen in je smartphone'

V3 – juni 2019

**Ontwikkeld door**

**Onderzoekers**

Michiel van Harskamp, Marie-Christine Knippels, Wouter van Joolingen  
Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

**Docenten**

Baukje Lobregt, Caspar Lapré, Claire Boerée-Kamphorst, Coen Klein Douwel,  
Janet Stapelbroek, Michiel Tolboom

**Contact**

Michiel van Harskamp  
[m.vanharskamp@uu.nl](mailto:m.vanharskamp@uu.nl)

Dit project is gefinancierd door het NRO, onder projectnummer 40,5.18540.030 /  
7004

## **INHOUD**

### **Overzicht** **4**

### **Deel 1** **5**

Les 1	5
Promotievideo	5
Demontage smartphone	5
Aangepast periodiek systeem	6
Groepswerk: onderzoek	7
De <b>elementenboom</b>	8

### **Deel 2** **9**

Les 2	9
Het <b>levensloopschema</b>	9
Les 3	10
Mogelijkheden & stelling	10
Beweegredeneren	11
Reflectie	11

## OVERZICHT

Leerlingen voeren een onderzoek uit naar de elementen die nodig zijn voor het produceren van smartphones en denken hierbij aan de duurzaamheid en wenselijkheid van processen die zij vinden, de betrouwbaarheid van informatie en de effecten van tijd.

Niveau	3 <sup>e</sup> klas havo/vwo
Aantal lessen	3 (elk van 60 minuten, <b>de laatste twee bij voorkeur als blokuur</b> )
Leerdoelen	<ul style="list-style-type: none"><li>• De leerling kan beschrijven dat duurzaamheidsvraagstukken complex, veelvormig en open zijn</li><li>• De leerling kan een wetenschappelijk- en sociaal gefundeerde mening vormen over duurzaamheidsvraagstukken.</li></ul>
Benodigdheden	<ul style="list-style-type: none"><li>• Een (oude) smartphone die uit elkaar gehaald kan worden (kijk op <a href="https://www.ifixit.com">https://www.ifixit.com</a> en zoek bij het model smartphone dat je gaat gebruiken de 'teardown' op. Het is mogelijk dat je enkele speciale schroevendraaiers moet bestellen van tevoren, die zijn voor €8,- te koop op deze website)</li><li>• Smartboard/beamer om YouTube video af te spelen</li><li>• Computers met internetverbinding voor groepjes leerlingen</li><li>• Uitgeprinte werkbladen</li><li>• Post-its</li><li>• Stiften</li><li>• Scharen</li><li>• Lijm/plakband</li></ul>

## DEEL 1

### LES 1

Samenvatting	<b><i>In deze les introduceer je het onderwerp, vormen leerlingen groepjes waarin ze van één belangrijk element dat voor de smartphone wordt gebruikt onderzoek doen.</i></b>
Vorbereiding	Demonteer je smartphone (zie hieronder hoe)

#### **\*\*\*** 1 min **Promotievideo**

Laat de volgende video (of een vergelijkbare promovideo van een recenter model!) aan de klas zien:

'Galaxy S10 Official TVC: The Next Generation'

<https://www.youtube.com/watch?v=sbQZ0Mrpp80>



De leerlingen maken hierna **vraag 1 voor zichzelf**, over of ze de telefoon willen hebben, hoe lang ze met hun telefoons doen en wat ze met hun afdankertjes doen.

#### **\*\*\*** 5 min **Demontage smartphone**

**Het is raadzaam om dit gedeelte voor te bereiden.**

Haal nu de meegebrachte smartphone uit elkaar. Op <https://www.ifixit.com> kun je per model smartphone uitzoeken hoe dat moet, stap voor stap. Zoek naar jouw specifieke model, en bekijk de **teardown**. Het is mogelijk dat je hiervoor enkele speciale schroevendraaiers moet bestellen van tevoren, veel fabrikanten

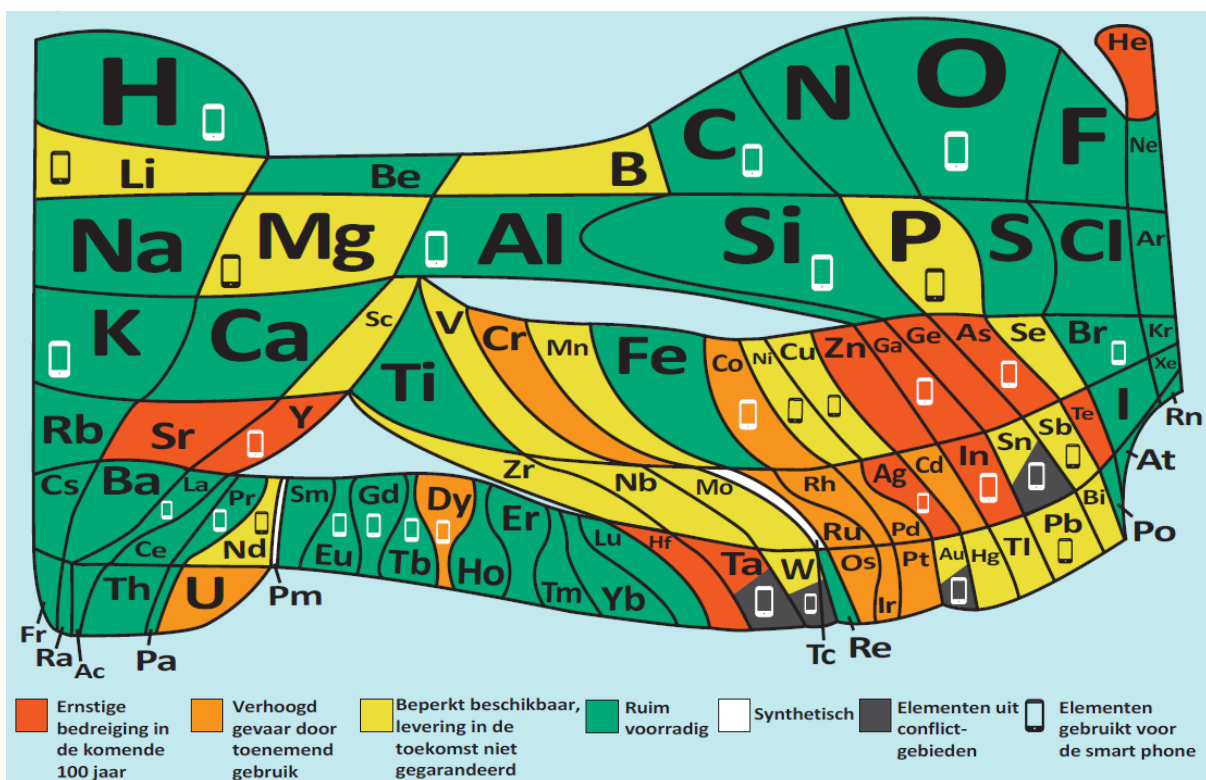
van telefoons willen niet dat er met hun producten wordt gerommeld. Op de website wordt aangegeven als je deze schroevendraaiers nodig hebt, ze zijn er ook voor kleine bedragen te bestellen (circa €8,-).

Bespreek de onderdelen met de klas, laat ze eventueel rondgaan. Je kunt er ook voor kiezen om de leerlingen zelf te laten schroeven (LET WEL OP! De demontage is niet geheel ongevaarlijk), wel kost dit natuurlijk meer tijd.

### \*\*\* 5 min **Aangepast periodiek systeem**

Laat nu aan de klas het aangepaste periodiek systeem der elementen zien (zie volgende pagina) dat is ontwikkeld door de European Chemical Society (hier te downloaden: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/> ). Er is ook een docentenhandleiding bij dit periodiek systeem beschikbaar op dezelfde website.

Richt de aandacht van de leerlingen op de verschillende kleuren die gebruikt zijn. Schenk aandacht aan het feit dat dit de 90 meest voorkomende elementen op Aarde zijn, en op de grootte van de hokjes, die staat voor de hoeveelheid aanwezige materie (wel een logaritmische aanduiding, zie eerdergenoemde handleiding). Er is ook aangegeven welke elementen in de smartphone voorkomen, welke in conflictgebieden worden gewonnen en welke synthetisch zijn.



European Chemical Society, 2018: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/>

Hierna maken de leerlingen **vraag 2**.

**\*\*\*** 10 min **Groepswerk: onderzoek**

De rest van de les werken de leerlingen in groepjes. Je kunt ze zelf indelen, de leerlingen kunnen natuurlijk ook zelf kiezen. Per groepje wordt er onderzoek gedaan naar één element. In de lesmodule is nu gekozen voor tin, kobalt, nikkel en tantaal, maar er zijn natuurlijk ook andere opties. Deze zijn echter gemakkelijk aan specifieke telefoononderdelen te koppelen. Als je meer elementen nodig hebt, kun je gebruikmaken van dit schema om te kijken waarvoor ze gebruikt worden.

# ELEMENTS OF A SMARTPHONE

ELEMENTS COLOUR KEY: ● ALKALI METAL ● ALKALINE EARTH METAL ● TRANSITION METAL ● GROUP 13 ● GROUP 14 ● GROUP 15 ● GROUP 16 ● HALOGEN ● LANTHANIDE

**SCREEN**

- In (49) Indium, Sn (50) Tin, O (8) Oxygen: Indium tin oxide is a mixture of indium oxide and tin oxide, used in a transparent film in the screen that conducts electricity. This allows the screen to function as a touch screen.
- Al (13) Aluminium, Si (14) Silicon, O (8) Oxygen, K (19) Potassium: The glass used on the majority of smartphones is an aluminosilicate glass, composed of a mix of alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and silica (SiO<sub>2</sub>). This glass also contains potassium ions, which help to strengthen it.
- Y (39) Yttrium, La (57) Lanthanum, Tb (65) Terbium, Pr (59) Praseodymium, Eu (63) Europium, Dy (66) Dysprosium, Gd (64) Gadolinium: A variety of Rare Earth Element compounds are used in small quantities to produce the colours in the smartphone's screen. Some compounds are also used to reduce UV light penetration into the phone.

**ELECTRONICS**

- Cu (29) Copper, Ag (47) Silver, Au (79) Gold, Ta (73) Tantalum: Copper is used for wiring in the phone, whilst copper, gold and silver are the major metals from which microelectrical components are fashioned. Tantalum is the major component of micro-capacitors.
- Ni (28) Nickel, Dy (66) Dysprosium, Pr (59) Praseodymium, Tb (65) Terbium, Nd (60) Neodymium, Gd (64) Gadolinium: Nickel is used in the microphone as well as for other electrical connections. Alloys including the elements praseodymium, gadolinium and neodymium are used in the magnets in the speaker and microphone. Neodymium, terbium and dysprosium are used in the vibration unit.
- Si (14) Silicon, O (8) Oxygen, Sb (51) Antimony, As (33) Arsenic, P (15) Phosphorus, Ga (31) Gallium: Pure silicon is used to manufacture the chip in the phone. It is oxidised to produce non-conducting regions, then other elements are added in order to allow the chip to conduct electricity.
- Sn (50) Tin, Pb (82) Lead: Tin & lead are used to solder electronics in the phone. Newer lead-free solders use a mix of tin, copper and silver.

**BATTERY**

- Li (3) Lithium, Co (27) Cobalt, O (8) Oxygen, C (6) Carbon, Al (13) Aluminium: The majority of phones use lithium ion batteries, which are composed of lithium cobalt oxide as a positive electrode and graphite (carbon) as the negative electrode. Some batteries use other metals, such as manganese, in place of cobalt. The battery's casing is made of aluminium.
- Mg (12) Magnesium, C (6) Carbon, Ni (28) Nickel, Br (35) Bromine: Magnesium compounds are alloyed to make some phone cases, whilst many are made of plastics. Plastics will also include flame retardant compounds, some of which contain bromine, whilst nickel can be included to reduce electromagnetic interference.

**CASING**

© COMPOUND INTEREST 2014 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem  
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

Te downloaden op [www.compoundchem.com](http://www.compoundchem.com)

Bij **vraag 3** schrijven leerlingen hun groepsgenoten op en **vraag 4** gaat over de bronnen die ze voor hun onderzoek gebruiken. Je kunt zelf bronnen aanreiken, ze kunnen ook volledig zelf zoeken. Er is een los blad aanwezig met bronnen voor als de leerlingen vastlopen. Dit kun je uitdelen als het nodig is.

**Vraag 5** gaat over belanghebbenden die betrokken zijn in het proces van winning van de mineralen/de smartphone. Er is een voorbeeld gegeven voor de invulling.

In **vraag 6** kijken de leerlingen naar de betrouwbaarheid van de bronnen die ze hebben gevonden. Daarna schrijven ze bij **vraag 7** de rest van de bronnen op, ook aangevend hoe betrouwbaar ze zijn.

**\*\*\*** 20 min **Groepswerk: de elementenboom**

Deel het A3-vel uit waarop de **elementenboom** staat afgebeeld (per groepje één blad). Hierin vullen de leerlingen de informatie in die ze in de bronnen hebben gevonden. In het leerlingmateriaal staan onder **vraag 8** ook enkele vragen die de leerling kunnen helpen bij het invullen. Ook staat er in het boekje een voorbeeldboom ingevuld voor goud, een element dat veel voorkomt in de microchips van allerhande elektronica.

De boom is de volgende les nodig omdat er dan nieuwe groepjes worden gevormd, met vertegenwoordigers van alle elementen (een aangepaste expertmethode dus). Maak per groepslid **één kopie** van de **elementenboom** zodat ze die de volgende les in hun nieuwe groepjes kunnen bespreken/bij de hand hebben.



## DEEL 2

### LES 2

**Nb. Het is wenselijk om LES 3 gelijk achter deze les aan te geven (als blokkuur).**

Samenvatting	<b><i>In deze les worden er nieuwe groepjes gevormd zodat elk groepje van elk element minstens één lid heeft. Deze groepjes gaan een Life Cycle Analysis van de smartphone maken als samenvatting van hun opgedane kennis. Ze letten hierbij ook op de invloed van tijd, ontstane tekorten en overschotten en de mogelijkheden en wenselijkheid van 'kansen' om iets te veranderen aan het systeem</i></b>
Vorbereiding	Printje per leerling van hun eigen A3 <b>elementenboom</b> uit les 1; Printjes van de icoontjes voor het <b>levensloopschema</b> ; Stiften/scharen/lijm/post-its/plakband/lege A3-vellen (liefst groter!)

**\*\*\*** 60 min **Nieuwe groepjes: het levensloopschema**

Leerlingen worden in nieuwe groepjes geplaatst, zodat elk nieuw groepje kennis heeft van de gehele telefoon (dus minstens één lid per element). Dit kan bij **vraag 9** worden opgeschreven.

Leerlingen bespreken hun **elementenbomen** uit les 1. Iedereen wordt dus ingelicht over de elementen die ze niet hebben onderzocht.

Hierna beginnen de leerlingen aan **vraag 10**. Daarbij maken ze een groot overzicht waarin alle informatie die ze in les 1 hebben opgedaan wordt samengevat in een **levensloopschema**. Hiervoor deel je lege flipover-vellen, post-its, stiften, scharen en bladen met de icoontjes **Winning grondstoffen, Productie, Transport, Gebruik en onderhoud** en **Afvalverwerking** uit (meerdere kopietjes per groepje, ze mogen de onderdelen meerdere keren gebruiken als ze willen!) en één kopietje van de **verschillende telefoononderdelen**.

De leerlingen doen zo een *Life Cycle Analysis*, zorg ervoor dat er informatie in komt te staan die de verschillende onderdelen van de **elementenboom**. Dit kan

moelijk voor de leerling zijn, misschien is het nodig dat je een deel voordoet op het bord, ze klassikaal helpt om ze op gang te brengen.

In **vraag 11**, die ze pas moeten gaan maken als het schema af is, denken de leerlingen na over hoe het schema zich gedraagt als er 20 jaar verstrijken. Waar zijn tekorten en waar juist ophopingen? Wie worden er armer en wie rijker? Dergelijke vragen helpen hierbij. Leerlingen plakken post-its in hun schema om aan te geven waar er dingen veranderen onder invloed van tijd.

**Vraag 12** gaat over mogelijkheden voor verandering in hun schema. Ze bedenken samen waar de kansen liggen om iets te veranderen. Er is nog geen oordeel over welke kansen wenselijker zijn dan andere, dit komt bij de volgende vraag.

### **LES 3**

***Nb. Het is wenselijk om LES 3 gelijk achter deze les aan te geven (als blokkuur).***

**\*\*\*** 20 min

#### **Mogelijkheden voor verandering en het bedenken van een stelling**

Bij **vraag 13** schrijven de leerlingen **voor zichzelf** op welke mogelijkheid voor het uitoefenen van invloed volgens hen de meest wenselijke is. Ook denken ze voor zichzelf na wie er bij deze verandering op vooruit en achteruit gaan.

Bij **vraag 14** bespreken ze welke mogelijkheden er door de groepsleden zijn gekozen als meest wenselijke. Hierbij kunnen ze elkaar bevragen naar het 'waarom' achter de keuze. Dit kan lastig voor ze zijn, hierbij is mogelijk hulp van de docent nodig.

Uiteindelijk formuleren de leerlingen samen een **stelling** uit de besproken mogelijkheden voor verandering (of ze bedenken er zelf een nieuwe) bij **vraag 15**. Deze stelling wordt tijdens de volgende opdracht gebruikt voor '**beweegredeneren**'. Mogelijke stellingen zijn bijvoorbeeld 'Er moet statiegeld op telefoons komen', 'Mensen moeten minimaal 3 jaar met een telefoon doen', en 'Producenten van smartphones moeten onderdelen gemakkelijk vervangbaar maken'.

**\*\*\*** 30 min **Beweegredeneren**

Hierna volgt een klassikale activiteit: beweegredeneren. Deze is ontwikkeld door Paul van der Zande en er is meer informatie te vinden op <https://elbd.sites.uu.nl/2017/07/28/beweegredeneren/> .

Jullie gaan de door de leerlingen zelfbedachte stellingen gebruiken. Hang de vooraf uitgeprinte afbeeldingen **voor** en **tegen** tegenover elkaar, en op de andere twee muren **hart** en **hoofd**. Noem een stelling en laat de leerlingen eerst op de lijn voor-tegen plaatsnemen. Hierna bevraag je ze of ze dit standpunt hebben ingenomen op basis van hun gevoel (hart) of een rationele overweging (hoofd). De leerlingen nemen nu op deze as plaats.

Hierna bevraag je de leerlingen op socratische wijze (vragen als: "Waarom denk je er zo over?", "Welke ervaringen hebben je hiertoe gebracht?", "Kan je het nog verder toelichten?"; bedoeld voor verheldering). De leerlingen kunnen ook een andere plek op de hoofd-hart-as innemen en daar argumenten bij geven. Hiermee leren leerlingen het verschil tussen gevoel en ratio en zien ze in dat beide legitiem kunnen zijn.

**\*\*\*** 10 min **Reflectie**

Tot slot zijn er nog enkele reflectievragen bij **vraag 16** die de leerlingen individueel beantwoorden. Deze zijn evaluatief, vragen naar wat ze hebben geleerd en of ze herkennen dat deze lesmodule over duurzaamheid gaat.