

# Lesbrief

## Les onderzoekend en ontwerpnd leren De duurzame fabriek



## Handleiding voor de leerkracht

Link naar de digibordles en de werkbladen: [c3.nl/de-duurzame-fabriek](https://c3.nl/de-duurzame-fabriek)

In deze les in onderzoekend en ontwerpnd leren maken leerlingen online een eigen verffabriek. Spelenderwijs ontdekken leerlingen de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van verduurzaming. Welke duurzame keuzes maken ze en wat zijn de gevolgen?

De les maakt gebruik van de didactiek van onderzoekend en ontwerpnd leren. Zie ook [c3.nl/onderzoekend-leren](https://c3.nl/onderzoekend-leren) en [c3.nl/ontwerpnd-leren](https://c3.nl/ontwerpnd-leren)

## Doelgroep

Groep 6 t/m 8  
Onderbouw VO klas 1 en 2

## Duur van de les

60 – 90 minuten

## Leerdoelen

Kinderen leren over

- Duurzaamheid
- Het productieproces van verf
- Ontwikkelingen in duurzaamheid op verschillende onderdelen in een productieproces

## Werkvormen

Leerlingen werken in tweetallen, als je voldoende computers hebt.  
Anders kun je de les ook klassikaal doen.

## Concepten en contexten

- Duurzaamheid
- Onderzoeken
- Verf

## Benodigheden

- Een digibord met internetverbinding

Als je leerlingen in tweetallen laat werken:

- Per tweetal een computer/laptop met internetverbinding

## Voorbereiding

### Van tevoren

1. Lees deze lesbeschrijving door.
2. Bekijk de online verffabriek zelf.
3. Beslis of je de les in tweetallen of klassikaal doet.

### *In het geval van tweetallen*

4. Regel de benodigde computers/laptops
5. Zet de link voor de online verffabriek klaar in de online lesomgeving voor de leerlingen:  
<https://www.c3.nl/ontdekchemie/verffabriek/>

*Tip: Is er een ouder in de klas met een technische of natuurwetenschappelijke achtergrond? Vraag of deze ouder wil helpen bij de lessen. Misschien kan hij of zij meer vertellen over het werk of de studie!*

# Lesbeschrijving

Deze lesbeschrijving gaat uit van het werken in tweetallen.

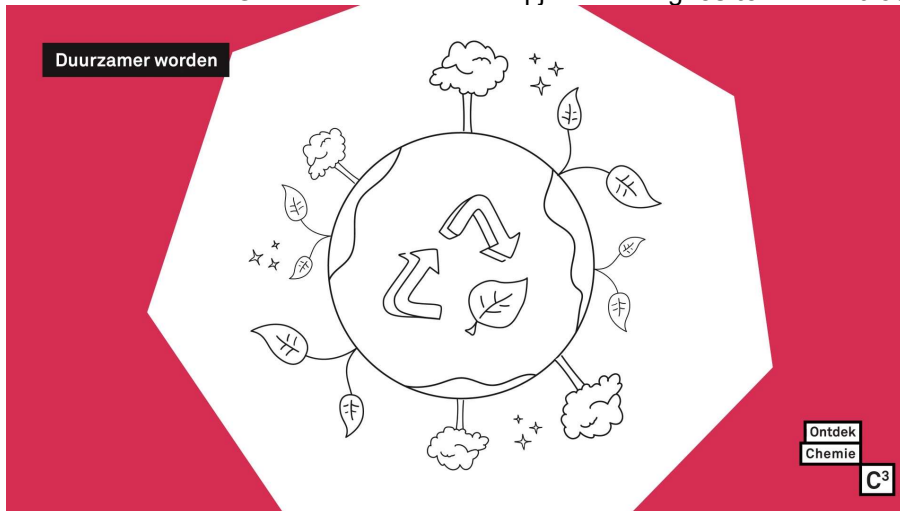
Voor het klassikaal werken doe stap 2 'uitleg over de online verffabriek' en stap 3. 'Aan de slag' net anders en gezamenlijk op het digibord. Bij de sterretjes (\*) vind je suggesties hoe je dit kunt doen.

## 1. Introductie (5 min)

Open de les op je digibordles [c3.nl/de-duurzame-fabriek](https://c3.nl/de-duurzame-fabriek)

Zet de pagina op volledig scherm.

Introduceer de les. Gebruik hiervoor het filmpje met uitleg **lesitem 1 – Introductie**



Dit filmpje legt in 1,5 minuut uit wat jullie gaan doen.

## 2. Uitleg over de online verffabriek (10 min)

Leg uit dat de leerlingen zo dadelijk allemaal in tweetallen hun eigen online verffabriek gaan maken.

Ga naar het volgende **lesitem 2 – wat moet je doen?**







Bespreek de stappen die de leerlingen moeten gaan nog eens.

Ga naar **lesitem 3 – Score van de keuzes**

### De duurzame fabriek

Score van de keuzes

	<p><b>Effect op klimaat en milieu</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #00b09b;">●</span> 1-3 <i>Goed</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #ffcc00;">●</span> 4-7 <i>Matig</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #cc0000;">●</span> 8-10 <i>Slecht</i> </div> </div>		<p><b>Kosten per pot verf</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #00b09b;">●</span> 1-3 <i>Laag</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #ffcc00;">●</span> 4-7 <i>Gemiddeld</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #cc0000;">●</span> 8-10 <i>Hoog</i> </div> </div>
	<p><b>Kwaliteit van de verf</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #00b09b;">●</span> <i>Zeker</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #cc0000;">●</span> <i>Onzeker</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #cccccc;">●</span> <i>N.v.t.</i> </div> </div>		<p><b>Wanneer start je fabriek?</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #00b09b;">●</span> <i>Nu</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #ffcc00;">●</span> <i>Over 1-2 jaar</i> </div> <div style="text-align: center;"> <span style="color: #cc0000;">●</span> <i>Over 5-10 jaar</i> </div> </div>


c3.nl/ontdekchemie

Ontdek  
Chemie

C<sup>3</sup>

Bespreek hoe de score voor de gevolgen per keuzemogelijkheid in elkaar zit. De getallen die gebruikt zijn hebben geen eenheid. Het is meer een indicatie om een gevoel te geven voor de gevolgen die er zijn. Ook de kleur van de stip achter de score geeft informatie over de score.

**Toelichting bij gevolgen voor ‘Kwaliteit van de verf’**

	<p>Zeker = de verf is zeker weten goed</p> <p>Onzeker = er is onderzoek nodig of je dezelfde kwaliteit verf kunt maken.</p> <p>N.v.t. = Niet van toepassing = de keuze heeft geen invloed op de kwaliteit van de verf.</p>
--	--

*Aan het einde van de handleiding vind je een uitgebreide uitleg over de score van de gevolgen.*

Ga naar **lesitem 4 – Aan de slag**

### De duurzame fabriek

Ga aan de slag met de online verffabriek



Maak je verffabriek zo duurzaam mogelijk.

c3.nl/ontdekchemie

Ontdek  
Chemie

C<sup>3</sup>

Klik op de link ‘Ga aan de slag met de online verffabriek’

Een nieuw tabblad opent zich in de browser en je komt in de online verffabriek terecht.

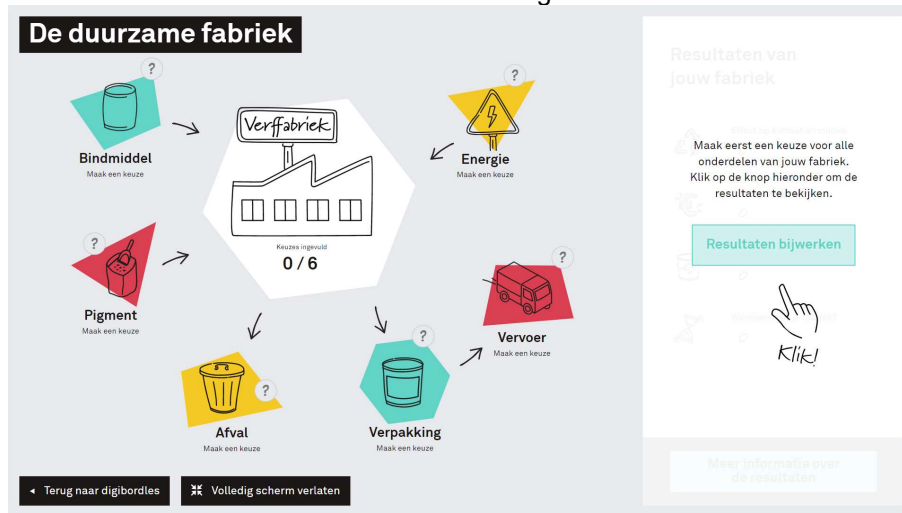
### Voordoen hoe de verffabriek werkt\*

Leg uit dat de leerlingen zo aan de slag gaan met deze online verffabriek.

Laat de leerlingen zien hoe de online verffabriek werkt door het voor te doen.

1. Bedenk een naam voor jullie fabriek en vul deze in.  
Je fabriek start nu op.
2. Zet het scherm op 'Volledig scherm' dat werkt het beste, want dan zie je alle informatie goed in beeld. Zie hieronder een afbeelding van de fabriek.

**\*Werk je klassikaal? Geef deze uitleg dan niet. Loop samen met de leerlingen alle stappen door en maak samen de keuzes.**



3. Klik op een van de onderwerpen. Bijvoorbeeld bindmiddel.  
Er schuift nu een blok met informatie in beeld



4. Bespreek met de klas dat bij ieder onderwerp ze in het linkermenu de volgende dingen vinden:
  - a. Uitleg, met algemene uitleg over het onderwerp.
  - b. De keuze opties met een korte naam. Bijvoorbeeld bij bindmiddel zie je:
    - i. Uit aardolie
    - ii. Van planten
    - iii. Nieuw van planten
    - iv. Aardolie + gerecycled
  - c. Door op deze namen te klikken, bekijk je de verschillende keuzes voor dit onderwerp. Bij ieder onderwerp zijn er drie, vier of vijf keuzes.

**Bindmiddel gemaakt vanuit plantaardig materiaal**

Dit is precies hetzelfde als bindmiddel gemaakt vanuit aardolie. Met één groot verschil: dit bindmiddel is gemaakt vanuit plantaardig materiaal.

Plantaardig materiaal is bijvoorbeeld tuinafval of afval van voedsel, zoals aardappelschillen. Bedrijven bewerken dit met behulp van reacties tot dit bindmiddel. Materialen die gemaakt zijn vanuit planten of biologisch materiaal noemen we ook wel **biobased** materialen.

**Voordelen**

- Planten groeien steeds weer opnieuw en raken nooit op
- Het is een uitstekend bindmiddel
- Alle eigenschappen zijn bekend

**Nadelen**

- Er is veel energie nodig om het te maken
- Het kost meer

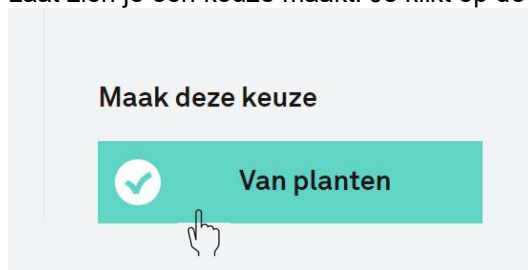
**Gevolgen**

- 5
- 7
- zeker
- Nu

**Maak deze keuze**

Van planten

- d. Leg uit dat er bij iedere keuzemogelijkheid de volgende vakken te zien zijn.
  - i. Algemene uitleg over deze keuze.
  - ii. De score van deze keuze op de vier gevolgen.
  - iii. Een lijstje voor- en nadelen met een icoontje op welk gevolg ze invloed hebben. Bij de voor- en nadelen staat ook met een icoontje weergegeven op welk gevolg het voor- of nadeel effect heeft.
  - iv. De knop om deze keuze te maken.
5. De leerlingen moeten straks in hun tweetal beslissen welke keuze ze willen maken op dit onderdeel voor hun fabriek.
6. Laat zien je een keuze maakt. Je klikt op de knop rechtsonder 'Maak deze keuze'.



7. Daarna sluit de uitleg. Bij het onderwerp zie je nu een vinkje staan. Eronder staat welke keuze je gemaakt hebt.



8. Als de leerlingen alle keuzes hebben gemaakt kunnen ze op de knop 'Resultaten bijwerken' drukken en het resultaat van hun keuzes zien voor de verschillende gevolgen.

### 3. Aan de slag (15 - 30 min)

Geef de leerlingen instructie wat de werkwijze gaat zijn.

- Hoe maken ze de tweetallen?
- Wanneer mogen ze de computers/laptops pakken?

Als iedereen in de tweetallen zit en de computer aan heeft staan, krijgen ze de link.

Vertel waar de leerlingen de link vinden naar de online verffabriek. De link naar de online verffabriek is <https://www.c3.nl/ontdekchemie/verffabriek/>

*Tip: zet deze in een online omgeving klaar, zodat de leerlingen er alleen op hoeven te klikken.*

#### Opdracht

Geef de leerlingen de opdracht om een zo duurzaam mogelijke verffabriek te maken. Dus een fabriek die goed scoort op het 'effect op klimaat en milieu'.

#### Aan de slag

Laat de leerlingen aan de slag gaan.

Loop rond om te kijken of het alle leerlingen lukt om aan de slag te gaan. Geef uitleg waar nodig en bespreek de keuzes die ze maken.

### 3. Resultaten bespreken (10 min)

Laat de leerlingen stoppen met werken wanneer alle tweetallen in ieder geval één keer de onderwerpen van de fabriek hebben gekozen.

Bespreek de resultaten van de leerlingen

- Is het ze gelukt om een zo duurzaam mogelijke verffabriek te maken?
- Wat zijn de resultaten van hun keuzes?
- Welke keuzes hebben ze gemaakt?
- Waarom hebben ze deze keuzes gemaakt?

#### Meer informatie bekijken

Zet de online fabriek weer op je digibord open op volledig scherm.

Kies een van de tweetallen uit en voer hun keuzes door bij alle onderwerpen.

Bekijk het resultaat van deze keuzes door op de knop 'Resultaten bijwerken' te klikken.

Klik op de knop 'Meer informatie over de resultaten' en bekijk samen het overzicht van alle keuzes die gemaakt zijn en de invloed die zij hebben op de totaalscore.

Zie hieronder een voorbeeld score.

Resultaten voor De duurzame fabriek					
	Gemaakte keuze	Effect op klimaat en milieu	Kosten per pot verf	Kwaliteit van de verf	Wanneer start je fabriek?
Bindmiddel	Van planten	5	7	zeker	Nu
Pigment	Van steen of mineralen	7	3	onzeker	Nu
Energie	Van fossiele brandstoffen	10	4	n.v.t.	Nu
Verpakking	Van planten	6	8	zeker	Over 2 jaar
Vervoer	B7 diesel	10	1	n.v.t.	Nu
Afval	Weggoien	10	2	zeker	Nu
<b>Totaal score</b>		<b>48</b>	<b>25</b>	<b>onzeker</b>	<b>Over 2 jaar</b>

[Terug naar je fabriek](#)
[Terug naar digibordles](#)
[Download resultaat](#)
[Verstuur resultaat](#)

Bespreek met de leerlingen de scores die je ziet.

*Tip: Download de score in pdf of verstuur de pdf naar jouw e-mailadres. Zo kun je deze score bewaren.*

#### 4. Aanpassen? (5 - 10 min)

Ga nu terug naar de digibordles.

Gebruik **lesitem 5 – Kan het beter?**



Bespreek met de leerlingen welke score beter zou kunnen en waarom.

- Bijvoorbeeld. Scoort jullie fabriek bijvoorbeeld wel heel goed op effect op klimaat en milieu? Maar kan de fabriek pas van start over meer dan 10 jaar?
- Is dat handig? Kun je een verffabriek voor 10 jaar stil leggen?
- Is het slim om een heel dure pot verf te hebben? Gaan mensen deze verf dan kopen?

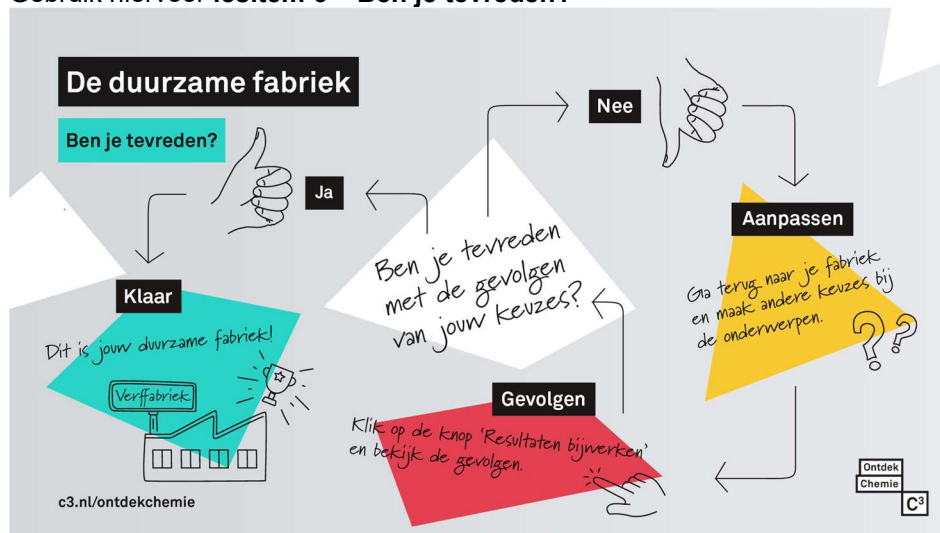


- Waar kiezen jullie voor als je kunt kiezen tussen een pot verf voor 10 euro of een pot verf voor 20 euro?
- Waarom moet verf zeker goed van kwaliteit zijn?

## 5. Verbeteren, opnieuw testen en beoordelen (10 - 20 min)

Vertel dat de leerlingen nog een keer aan de slag mogen tot ze tevreden zijn.

Gebruik hiervoor **lesitem 6 – Ben je tevreden?**



### Opdracht

Geef de leerlingen de opdracht om een fabriek te maken die **nu** van start kan.

## 6. Weer resultaten bespreken (5 min)

Wanneer de leerlingen dit allemaal gedaan hebben, laat je ze stoppen.

Besprek weer de keuzes die ze nu hebben gemaakt en welk resultaat ze hebben gehaald.

Ga terug naar de online verffabriek.

Kies weer een tweetal uit in overleg met de klas en voer hun keuzes in op de fabriek. En bekijk gezamenlijk wat de score nu is.

- Voldoet deze verffabriek nu aan hun wensen?
- Of zouden ze willen dat de score anders was?
- Wat zou de ideale score zijn van de fabriek?

### (Eventueel nog een keer)

Als je voldoende tijd hebt en de kinderen niet tevreden zijn over de verffabriek, kun je ze hun keuzes nog een keer laten aanpassen.

## 7. Afsluiting (5 min)

Vertel de leerlingen dat het eigenlijk nog niet mogelijk is om op alle gevolgen goed te scoren. Dat kan helaas op dit moment nog niet.

Sluit de verffabriek af en ga terug naar de digibordles.

Laat het filmpje **De duurzame fabriek - afsluiting** zien, dit is **lesitem 7**.



- Bespreek met de kinderen wat ze van de les vonden.
- Wat hebben ze geleerd over duurzamer worden?

## Vervolgsuggesties

Enkele suggesties om met de kinderen verder te gaan naar aanleiding van deze les.

- Doe het verfexperiment. In deze les maken leerlingen zelf verf van huis-, tuin- en keukenmaterialen. Ze leren over de ingrediënten van verf en ervaren ze wat er gebeurt als andere ingrediënten voor een verf kies.
- Doe het plasticexperiment. In twee lessen maken jouw leerlingen zelf een stukje bioplastic van melk en azijn (les 1), onderzoeken ze de eigenschappen hiervan en vergelijken dit met een stuk plastic verpakking (les 2).

## Extra uitleg over de gevolgen en de achterliggende scores

In de les hebben alle keuzemogelijkheden een score op de vier gevolgen. Hieronder vind je meer informatie over wat deze score betekenen en hoe deze scores tot stand zijn gekomen.

### 1. Effect op klimaat en milieu.

Met deze score wordt aangegeven hoeveel effect deze keuze heeft op het klimaat en het milieu.

Deze score is tussen de 1 en de 10.

1-3 betekent dat er weinig effect is = goed

4-7 betekent dat er een matig effect op klimaat en milieu is = matig

8-10 betekent dat er een groot effect op klimaat en milieu = slecht

De score vertelt iets over de volgende vragen.

- Wat is de CO<sub>2</sub> Balans? Hoeveel CO<sub>2</sub> wordt er tijdens de levensloop van deze keuzeoptie opgenomen en hoeveel wordt er uitgestoten?
- Hoe circulair is het?
  - Is het een hernieuwbare (bio) bron
  - Is het recyclebaar?
  - Maakt het gebruik van fossiele grondstoffen of spullen die op kunnen raken?
  - Is er aardolie voor gebruikt?
- Is er directe milieubelasting?
  - Zijn er gevaarlijke stoffen die vrijkomen?
  - Wat voor afval geeft het?

In de industrie wordt de Levenscyclusanalyse (LCA) gebruikt. Dit is een complexe berekening die onder andere antwoord geeft op bovenstaande vragen. Bij een LCA berekening wordt echter veel meer meegenomen.

### 2. Kosten per pot verf

Met deze score wordt aangegeven hoeveel effect deze keuze heeft op de prijs van een pot verf. Als iets veel meer kost of pas gebruikt kan worden als er eerst andere dingen gekocht zijn dan heeft dat invloed op de kosten van en pot verf.

Deze score is tussen de 1 en de 10.

1-3 betekent weinig kosten = laag

4-7 betekent iets meer kosten = gemiddeld

8-10 betekent hoge kosten = hoog

De prijs van een pot verf wordt bepaald door”

- De grondstofprijs
  - Bindmiddel
  - Pigment
  - Vulstoffen
  - Hulpstoffen
  - Oplosmiddel (water)
- Kosten die de productie mee brengt:
  - Elektriciteit gebruik
  - Verwarming
  - Watergebruik tijdens productie
  - Milieuvergunningen
  - Mensenwerk
    - Magazijn medewerkers
    - Ondersteunende afdelingen
    - Operators
    - Laboranten (keuringslab / ontwikkellab)
    - Verpakkers
    - Chauffeurs/logistiek
    - Schoonmaak
  - Apparaten aanschaf/onderhoud
    - Tanks voor opslag
    - Mengtanks
    - Lopende band, tapstraten (vulapparaten)
    - Lampen
    - Computers
- Verpakkingskosten
  - Aanschafprijs verpakking
- Opslag
  - Grondstoffen nodig voor het verf maken
  - Verpakkingsmaterialen
  - Eindproducten (opslag is vorst vrij, water gedragen producten kunnen namelijk bevriezen)
- Afval
  - Kosten voor afvalverwerking

### 3. Kwaliteit van de verf

Met deze score wordt aangegeven hoeveel effect deze keuze heeft op de garantie dat de verf van goede kwaliteit is.

Er zijn drie scores mogelijk:

Zeker: met deze keuze verf is goed van kwaliteit

Onzeker: met deze keuze kan de kwaliteit niet gegarandeerd worden, dit moet eerst onderzocht worden.

Nvt, niet van toepassing: deze keuze heeft geen invloed op de kwaliteit van de verf

Kwaliteit van de verf hang af van de gebruikte grondstoffen:

- De kwaliteit ervan
- De eigenschappen ervan
- De hoeveelheid van de grondstof

Ook het recept kan verschillen zodra er een ander ingrediënt gebruikt wordt. Dit wordt eerst door het laboratorium onderzocht worden om de kwaliteit te kunnen garanderen

De verf moet wel blijven doen wat ie moet en het liefst gebruik je zo weinig mogelijk verf om zo'n goed mogelijk resultaat te krijgen.

#### 4. Wanneer start je fabriek?

De innovatie op het gebied van duurzaamheid is bezig, maar innovatie gebeurt niet van de ene op de andere dag. Ook komen nieuwe grondstoffen niet ineens op de markt in de gewenste hoeveelheden.

Op sommige gebieden loopt er eerst onderzoek om meer te weten te komen over de mogelijkheden en nieuwe opties tot productie te verkennen.

Daarom duurt het soms een tijd voor iets nieuws gebruikt kan worden.

In de les gaan zijn de volgende scores voor op welke termijn de keuze mogelijk is.

- Nu
- Over 1-2 jaar
- Over 5 jaar
- Over 10 jaar
- Meer dan 10 jaar

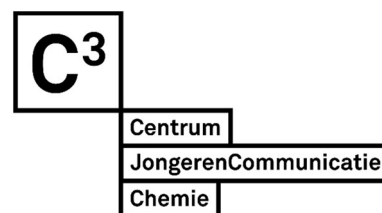
## Colofon

*Uiteraard is door Centrum Jongeren Communicatie Chemie veel zorg aan deze handleiding besteed.*

*Centrum Jongeren Communicatie Chemie aanvaardt echter geen aansprakelijkheid voor schade die eventueel is ontstaan bij het geven van een les 'De duurzame fabriek'*

© Centrum JongerenCommunicatie Chemie,  
mei 2023

Deze leerkrachthandleiding voor de les 'De duurzame fabriek' is een uitgave van:



Ontdek, ervaar, kies

Deze les is ontwikkeld in samenwerking met:

