Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

De koolstofkringloop

klas 1 - 2

In oktober 2016 is de eerste ExoMars-missie aangekomen bij Mars. Deze missie heeft een belangrijke opdracht: de dampkring van Mars onderzoeken op tekenen van leven. Dit zal ExoMars onder andere doen door te speuren naar de aanwezigheid van methaan in de dampkring. Methaan (CH_4) is een van de vele vormen van koolstof die voorkomt op Mars.

In deze les maken de leerlingen kennis met de ExoMars-missie, processen waarin koolstof een rol speelt en de koolstofkringloop.

Lesdoelen
De leerlingen
- maken kennis met de ExoMars-missie en de doelen hiervan,
- ontdekken de wederzijdse beïnvloeding tussen leven en atmosfeer,
- voeren in groepjes twee proefjes uit die de reacties die bij verbranding en ademhaling plaatsvinden aantonen,
- maken kennis met de koolstofkringloop.

Voorbereiding
Bekijk zelf de NTR-video over ExoMars. Benodigdheden per tweetal verzamelen en klaarzetten. Plaats de plant voor de demonstratie in een afgesloten plastic zak op een zonnige plek.

Benodigdheden
- NTR-video ExoMars (www.schooltv.nl/video/expertvideos-onderzoek-naar-leven-op-de-planeet-mars/)
- 1 plant
- 1 plastic zak
- 1 koolstofdioxidemeter

Per tweetal
- Werkblad *Vlammetjes kijken*
- 2 waxinelichtjes
- 2 grote drinkglazen
- 1 aansteker of lucifers
- 1 stopwatch (of smartphone)

Tijdsduur
1 uur

Kerndoelen
28, 29, 30, 31

Vakken
Biologie
Scheikunde
Science
Aardrijkskunde

Lesbeschrijving *De koolstofkringloop*

Introductie: ExoMars 5 minuten

De leerlingen bekijken de NTR-film ExoMars (www.schooltv.nl/video/expertvideos-onderzoek-naar-leven-op-de-planeet-mars/). In de film wordt de achtergrond van de missie toegelicht. Deze missie naar Mars gaat onder andere zoeken naar methaan in de dampkring. Methaan bestaat uit koolstof en waterstof. Uit eerdere metingen blijkt dat de hoeveelheid methaan in de dampkring van Mars varieert. Er moet dus op Mars een bron van methaan zijn, maar dit moet ook weer afgebroken worden. Wetenschappers hopen te ontdekken hoe dat kan!

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Dampkring en leven 10 minuten

Voer een onderwijsleergesprek met de leerlingen. Bespreek de volgende punten:

- Welke voorwaarden zijn nodig voor het ontstaan en voortbestaan van leven op een planeet? Denk daarbij aan de volgende punten:
  - Aanwezigheid van water: voor leven op aarde is water essentieel. Wetenschappers denken dat water ook op andere planeten noodzakelijk is voor het ontstaan en voortbestaan van leven. Verschillende ruimtemissies uit het verleden hebben water op Mars gevonden. Het water dat op Mars aanwezig is, is grotendeels bevroren. Maar wetenschappers denken dat er in het verleden wel veel vloeibaar water aanwezig was op het oppervlak van de planeet. Zo zijn er op de oppervlakte sporen gevonden van vloeibaar water.
  - Aanwezigheid van een dampkring: de dampkring is de laag lucht om een planeet heen. Een dampkring is niet alleen belangrijk omdat levende wezens er stoffen uit halen die ze nodig hebben (zoals de zuurstof die cellen nodig hebben voor verbranding en de koolstofdioxide die planten nodig hebben voor fotosynthese). De dampkring biedt ook bescherming tegen schadelijke straling van de zon en reguleert de temperatuur aan de oppervlakte van de planeet. Mars heeft een dampkring, maar die dampkring is een stuk dunner dan die van de aarde. Zo varieert de temperatuur van Mars tussen dag en nacht van 20 tot -70 graden, omdat de dampkring van Mars te dun is om de temperatuur te reguleren. Wetenschappers denken dat Mars in het verleden een dikkere dampkring had, omdat er op de oppervlakte sporen van stromend water zijn gevonden (en het water bij een te ijle dampkring weg zou dampen).
  - Ook is het voor het ontstaan en voortbestaan van leven handig als de omstandigheden langere tijd stabiel zijn (bijvoorbeeld geen grote veranderingen in temperatuur of samenstelling van de dampkring).

Tips voor de docent
U kunt hierbij eventueel gebruik maken van deze les over de voorwaarden voor leven: **www.ruimtevaartindeklas.nl/lespakketten/voorwaarden-en-bedreigingen**

Conclusie: op Mars zou er in het verleden leven kunnen zijn geweest. Heel misschien zijn er nog steeds simpele organismen aanwezig op Mars. De ExoMars-missie is erop gericht om de vragen over leven op Mars te helpen beantwoorden.

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Koolstof in de dampkring *5 minuten*

- Een van de manieren om te onderzoeken of er leven op een planeet is, is het bestuderen van de dampkring en dan met name het kijken naar de aanwezigheid van methaan. Uit eerdere metingen op Mars is duidelijk dat er methaan is in de dampkring van Mars, maar ook dat het vrij snel wordt afgebroken.
- Op aarde wordt methaan vooral door levende organismen gemaakt. Wetenschappers zijn daarom erg geïnteresseerd in het methaan in de dampkring van Mars en de fluctuaties in concentratie die gemeten zijn. Met deze missie hopen ze daar meer over te ontdekken.
- Methaan is een van de vele moleculen waarin koolstof een sleutelrol speelt. Koolstof is een van de atomen die door wetenschappers worden gezien als essentieel voor het leven, onder andere omdat koolstof lange ketens kan vormen.
- Koolstof zit in alle levende organismen, maar ook in water, lucht en gesteente.
  - Bespreek een aantal voorbeelden van stoffen waar koolstof in zit. Te denken valt aan koolstofdioxide, organische stoffen (zoals suiker, zetmeel en vet), grafiet, diamant, en andere gesteenten.
- Omdat de aarde een dynamisch systeem is, blijft de koolstof niet op één plek zitten. Koolstofatomen worden gevormd in sterren en worden bijna niet afgebroken. De moleculen waar de koolstofatomen in zitten worden bij verschillende processen echter wel afgebroken en in andere samenstellingen opgebouwd.
- Welke processen zijn er, hier op aarde, waarbij koolstof in verschillende vormen terugkomt? Denk bijvoorbeeld aan:
  - Menselijke activiteiten, zoals het verbranden van aardolie of aardgas. De koolstof die in deze brandstoffen zat komt vrij in de vorm van CO_2.
  - Dieren gebruiken de zuurstof die ze inademen bij celademhaling om glucose te verbranden. Daarbij komt er koolstofdioxide en waterdamp vrij.
  - Planten gebruiken weer koolstofdioxide, water en licht van de zon om suiker en zuurstof te maken (fotosynthese).
- Deze processen zijn terug te zien in de samenstelling van de dampkring. Door te kijken naar de samenstelling van de dampkring kunnen wetenschappers dus iets ontdekken over wat er op de oppervlakte gebeurt. De aanwezigheid van een dampkring is dus essentieel voor leven. Maar als er leven is op een planeet, beïnvloedt dit ook de dampkring! Er is dus sprake van wederzijdse beïnvloeding.
- Wetenschappers hopen dus meer te ontdekken over mogelijk leven op Mars de dampkring van Mars te bestuderen.
- Het is daarbij handig om vanaf een afstandje naar de planeet te kijken, omdat de missie daarmee een groter oppervlak kan verkennen (een lander op een planeet kan alleen de plek onderzoeken waar hij geland is).
- De ExoMars-missie zal specifiek op zoek gaan naar methaan in de dampkring van Mars. Methaan (opgebouwd uit koolstof en waterstof) wordt op aarde voornamelijk gemaakt door levende organismen, zoals bacteriën. Door goed te kijken naar waar en wanneer er methaan voorkomt in de dampkring van Mars, hopen wetenschappers beter te begrijpen waar het op Mars vandaan komt, zoals in de film is beschreven.

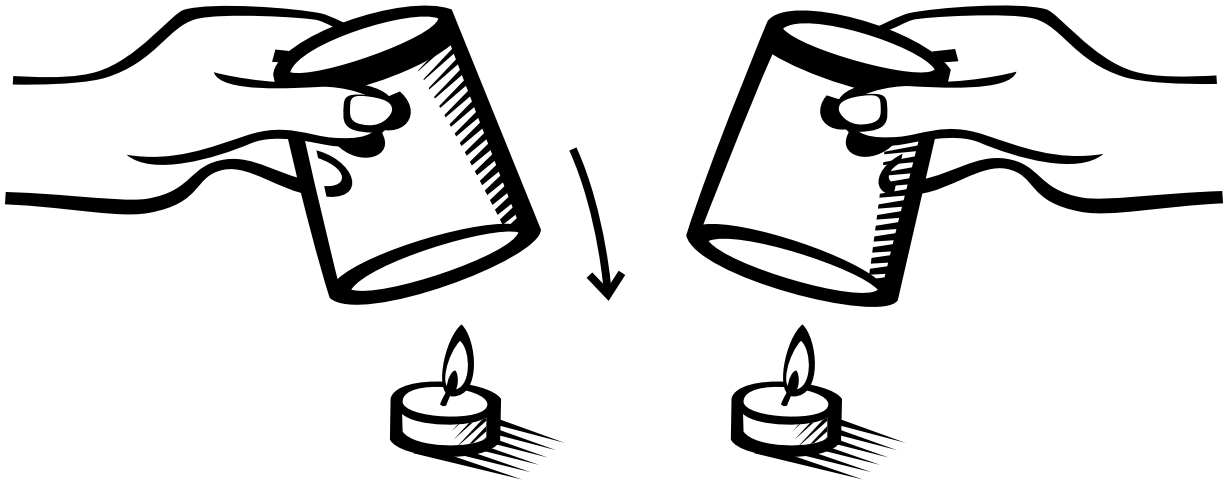
Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verbranding en ademhaling **proefjes** 10 minuten

Verdeel de klas in groepen van 2. Elke groep doet twee proefjes.
We hebben net besproken dat verbranding en ademhaling processen zijn waarbij koolstof betrokken is. Met deze proeven gaan we die processen aantonen. Laat de leerlingen de proeven zelfstandig uitvoeren en bespreek na afloop de resultaten.
U kunt er ook voor kiezen om de resultaten tussentijds (na het doen van de eerste proef) te bespreken.

Proef 1: de leerlingen steken een waxinelichtje aan en plaatsen er een glas overheen.

Proef 2: de leerlingen steken twee waxinelichtjes aan. Over een hiervan plaatsen ze een glas, over de andere een glas waar ze in hebben uitgeademd.



Bespreek na afloop de resultaten van de proeven.

- Een kaars onder een glas dooft na een tijdje omdat het kaarsvet (dat uit koolstof en waterstof bestaat) bij de verbranding reageert met de zuurstof in de lucht. Hierbij ontstaat er waterdamp en koolstofdioxide. Als er niet meer genoeg zuurstof onder het glas zit, dooft de kaars.
- Je ziet ook dat er zich een beetje waterdamp aan de binnenkant van het glas verzamelt. Dit komt doordat er bij verbranding dus ook water ontstaat.
- Als je eerst onder het glas hebt uitgeademd, zit er minder zuurstof in de lucht onder het glas. De kaars onder het glas met uitgeademde lucht gaat sneller uit dan de andere kaars.

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Verbranding en ademhaling demonstratie 5 minuten

- Voorbereidingen: plaats een plant onder een doorzichtig plastic zak. Zorg dat de zak goed is afgesloten. Plaats de plant op een zonnige plek.
- Leg uit dat de koolstofdioxidemeter de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht meet.
- Meet de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht buiten het raam en in de klas en schrijf het resultaat van de metingen op. Zijn die heel verschillend? Hoe komt dat?
- Vraag aan de leerlingen hoe ze denken dat de hoeveelheid koolstof onder een plastic zak om een plant, die in de zon heeft gestaan, is veranderd.
- Laat een van de leerlingen vervolgens de lucht onder de plastic zak meten en schrijf de resultaten van de meting op.
- Hoe kunnen ze de veranderingen verklaren?



Tip bij koolstofdioxidemeter

Tip: afhankelijk van de gevoeligheid van de koolstofdioxide-meter, kunt u dit aan het begin van de les, of aan het begin van de demonstratie doen.

Tips voor de docent

U kunt deze demonstratie ook uit uitbreiden door een tweede plant onder een lichtdichte zak (of in een donkere kast) te plaatsen en te meten hoe de hoeveelheid koolstofdioxide daar is veranderd.



Bespreek daarna de resultaten met de leerlingen.

- Overdag gebruikt een plant zonlicht, koolstofdioxide en water om suiker en zuurstof te maken. Nadat de plant een tijdje in de zon heeft gestaan, zie je dat de hoeveelheid koolstofdioxide onder de zak is afgenomen. De plant heeft de koolstofdioxide deels omgezet in suiker. Dit is in de metingen met de koolstofdioxidemeter ook te zien: de hoeveelheid koolstofdioxide onder de plastic zak neemt af.
- Als het donker is, verbranden planten zuurstof en suiker en stoten daarbij koolstof-dioxide uit.
- Mensen ademen koolstofdioxide uit. In een afgesloten ruimte is dit ook terug te zien in de metingen.

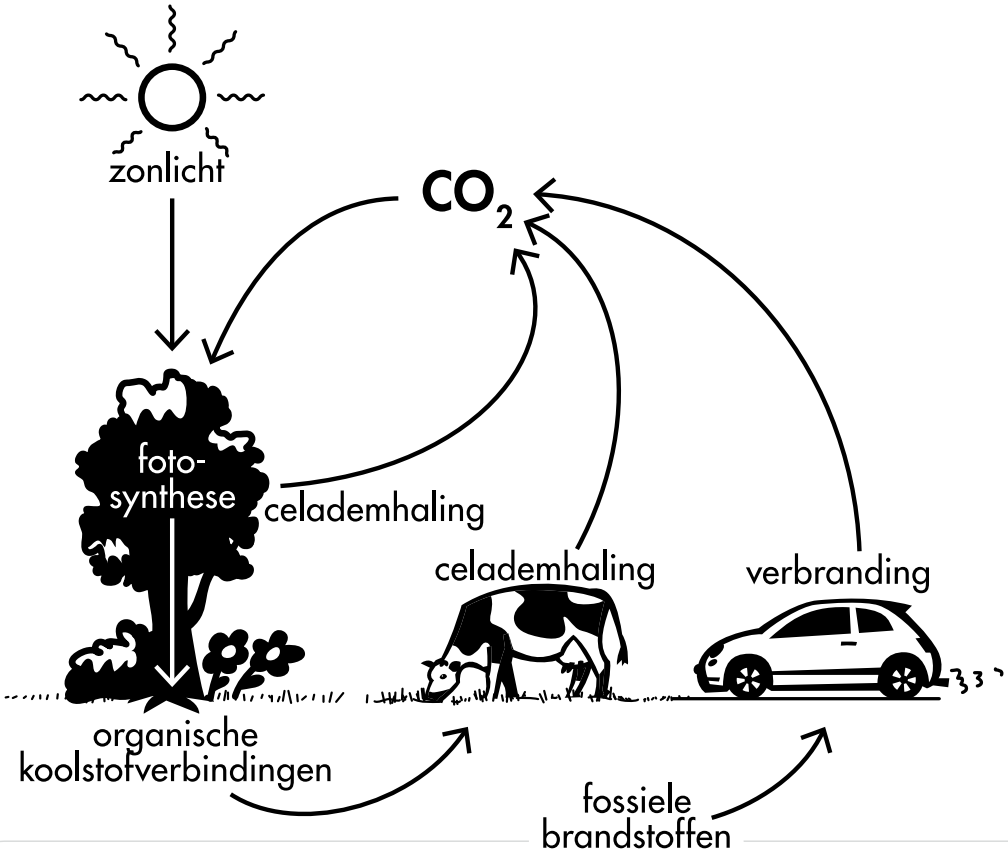
Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

De koolstofkringloop 10 minuten

Naast de processen die we net hebben gezien, waarbij koolstof wordt omgezet van een vorm naar een andere, zijn er op aarde nog vele andere processen waar koolstof een rol in speelt. Allemaal bij elkaar worden die de koolstofkringloop genoemd. Het wordt een kringloop genoemd, omdat er geen koolstofatomen bij komen of verdwijnen. De koolstofatomen worden in verschillende moleculen 'hergebruikt'.

Een voorbeeld van een deelkringloop is:
- Een plant zet koolstofdioxide uit de lucht om in suikers door middel van fotosynthese.
- Een dier eet de plant en gebruikt de suikers uit de plant om zijn eigen cellen op te bouwen.
- Tijdens het leven van het dier worden de suikers uit planten gebruikt in celademhaling, waarbij het dier koolstofdioxide uitademt.
- Als het dier overlijdt, worden de cellen door bacteriën afgebroken, waarbij er weer koolstofdioxide vrijkomt.

Maar er zijn ook andere processen betrokken bij de koolstofkringloop, onder andere:
- de koolstof die in stenen zit, komt vrij als de stenen verweren (bijvoorbeeld door regen),
- koolstofdioxide uit de atmosfeer lost op in het water van de oceanen,
- koolstof wordt vastgelegd in stenen (bijvoorbeeld krijtgesteente).



Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Afsluiting *5 minuten*

Door de dampkring van Mars te onderzoeken kunnen wetenschappers dus iets ontdekken over de verschillende processen die plaatsvinden aan de oppervlakte van de planeet of iets dieper onder de grond. Die processen kunnen complex zijn: als we de aarde als voorbeeld nemen, zien we dat dieren, planten, maar ook het weer en geologische processen, invloed hebben op de koolstofkringloop, en daarbij ook op de dampkring. Op Mars zal het ook complex zijn. Gelukkig staan er nog meer missies gepland om nog meer informatie te verzamelen over de planeet.

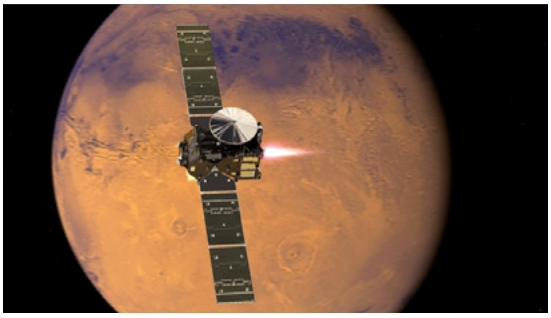
Tips voor de docent

U kunt de leerlingen ter afsluiting eventueel nog een verhaal laten schrijven over het leven van een koolstofatoom. In welke verschillende moleculen wordt dit opgenomen en wat maakt het atoom daarbij mee?

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Achtergrondinformatie

ExoMars
De ExoMars-missie is een samenwerking van de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA en de Russische Ruimtevaartorganisatie Roscosmos. Het programma bestaat uit meerdere missies: de eerste is in 2016 gelanceerd, de tweede vertrekt in 2018. De huidige missie bestaat uit twee onderdelen: de Trace Gas Orbiter-sonde (TGO) en de Schiaparelli-lander. De TGO-sonde zal om Mars heen cirkelen en metingen aan de atmosfeer uitvoeren. De Schiaparelli-lander zal op de oppervlakte van Mars landen. De lander wordt gebruikt om verschillende technologieën uit te testen, maar zal ook tijdens de afdaling metingen uitvoeren.



Artistieke impressie van ExoMars in een baan om Mars. Bron: ESA/ATG medialab



Artistieke impressie van de lander tijdens de afdaling. Bron: ESA/ATG medialab

De 'exo' in 'ExoMars' verwijst naar exobiologie: het zoeken naar buitenaards leven. Er zijn aanwijzingen dat er op Mars in het verleden omstandigheden heersten (met name de aanwezigheid van vloeibaar water) waarbij er leven zou kunnen zijn ontstaan. Mogelijk is er nog steeds eenvoudig leven op Mars aanwezig, bijvoorbeeld onder de bevroren oppervlaktes. Het voornaamste doel van de ExoMars-missie is om sporen van leven op Mars te vinden.

Missies uit het verleden (de Mars Express van 2004) hebben aangetoond dat er methaan aanwezig is in de dampkring van Mars. Methaan wordt op aarde voornamelijk geproduceerd door biologische processen (bij anaerobische afbraak van biomassa). Andere bronnen van methaan zijn fossiele brandstoffen en geologische processen (vulkanische en hydrothermische activiteit).

Methaan op Mars wordt door het ultraviolet licht van de zon afgebroken. De aanwezigheid van methaan in de dampkring wijst er dus op dat er een bron van methaan is op Mars. Deze zou biologisch of geologisch kunnen zijn. Daarnaast zou de wind op Mars voor een homogene distributie van methaan in de dampkring moeten zorgen. Metingen van voorgaande missies wijzen erop dat er seizoensgebonden variaties zijn in de concentraties methaan op Mars. Dit wijst er ook op dat er methaan aan de dampkring wordt toegevoegd, maar er ook uit wordt verwijderd.

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

Voor meer informatie over ExoMars, zie:

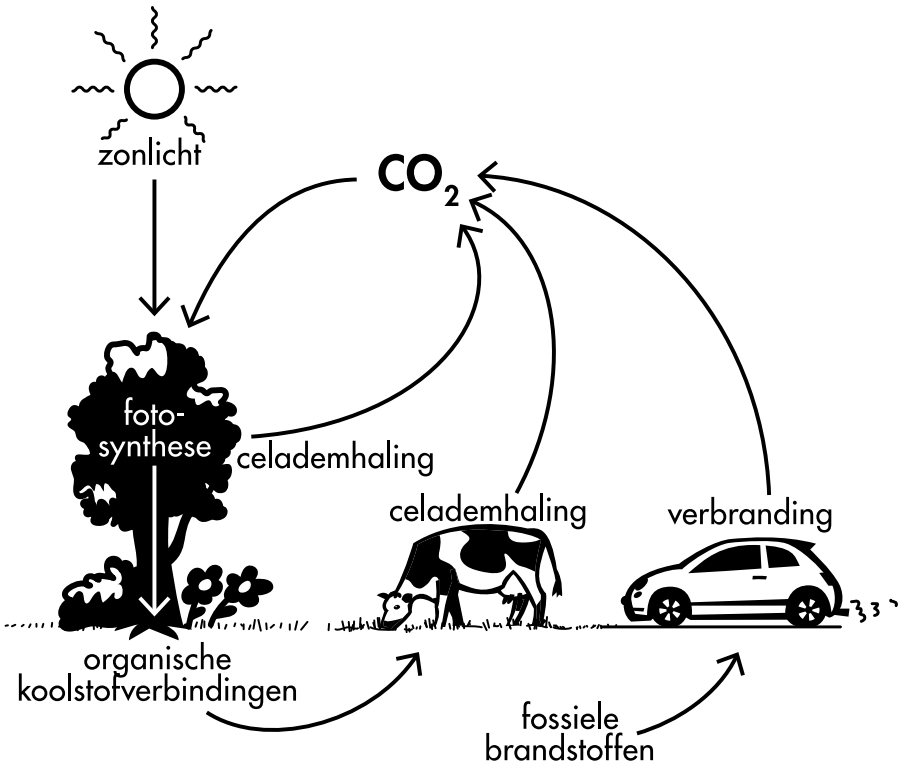
- **www.esa.int/dut/ESA_in_your_country/The_Netherlands/ExoMars_op_weg_naar_de_rode_planeet**
- **www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ExoMars/ExoMars_frequently_asked_questions** (Engels)
- **exploration.esa.int/mars/46038-methane-on-mars/** (Engels)

De koolstofkringloop

Koolstof is in allerlei verschillende vormen aanwezig op aarde. De lithosfeer bevat 99,8% van de koolstof op aarde, in de vorm van sedimenten, gesteente, steenkool, aardolie, maar ook aarde (humus en turf) en grafiet. Daarnaast bevat ook de dampkring koolstof (in de vorm van CO_2). Ook de hydrosfeer bevat koolstof in de vorm van opgeloste koolzuur- en carbonaat-ionen. De biosfeer bevat koolstof in de vorm van organismen.

De koolstof blijft niet op een plek zitten, maar is continu in beweging van de ene omgeving naar de andere. Dit heet de koolstofkringloop.

De koolstofkringloop (ook wel koolstofcyclus) is een biochemische kringloop, die alle processen beschrijft waarbij koolstof circuleert. De kringloop kan grofweg onderverdeeld worden in een langlopende organische kringloop, een langlopende anorganische kringloop en een kortlopende organische kringloop.



Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

De langlopende anorganische kringloop bestaat onder andere uit de mechanische en chemische verwering van steen waarbij grote steenblokken in kleinere stukjes uiteen-vallen. Deze kunnen door stromend water worden getransporteerd en uiteindelijk door subductie in de aardmantel terechtkomen. Door tektonische veranderingen kunnen de gesteenten weer aan de oppervlak terechtkomen. De processen die hierbij betrokken zijn, duren duizenden tot miljarden jaren.
Bij de langlopende organische kringloop wordt gesedimenteerd organisch materiaal in een lange tijd omgezet in fossiele brandstoffen, zoals aardolie of steenkool.
De koolstof in deze brandstoffen kan door vulkanisch activiteit weer in de atmosfeer terugkeren.

Onder de kortlopende organische kringloop valt het omzetten van koolstofdioxide in organische stoffen door fotosynthese van planten en algen, en het omzetten van organische stoffen in CO_2 door celademhaling (dissimilatie).

Invloed van de mens
Sinds het begin van de industriële revolutie dragen menselijke activiteiten (met name het verbranden van fossiele brandstoffen) bij aan een steeds toenemende concentratie CO_2 in de dampkring. Deze kringloop is niet gesloten: er wordt dus meer CO_2 toegevoegd dan er afgevoerd wordt door processen als fotosynthese en opname door de oceanen. De toegenomen concentratie CO_2 in de dampkring heeft gevolgen voor het klimaat.

Voor meer informatie over de koolstofkringloop zie bijvoorbeeld **https://nl.wikipedia.org/wiki/Koolstofkringloop** .

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapp.

werkblad

Vlammetjes kijken

groep 1 - 2

Een koolstofatoom maakt van alles mee: zo kan het de ene dag deel uitmaken van een suikermolecuul en de volgende dag in een koolstofdioxidemolecuul worden opgenomen. In deze proefjes ga je een paar voorbeelden van processen waarbij koolstofdioxide een rol speelt onderzoeken.

Wat heb je nodig?

- 2 waxinelichtjes
- 2 glazen
- 1 aansteker of doosje lucifers
- 1 stopwatch (of smartphone om de tijd te meten)

Wat ga je doen?

Proef 1



1 Steek een van de waxinelichtjes aan.

2 Zet een glas over het waxinelichtje.

3 Wat gebeurt er?

_____

_____

4 Herhaal de proef, waarbij je nu meet hoe lang het duurt voordat er iets gebeurt. Tijd: _____

_____

5 Bekijk de binnenkant van het glas goed. Wat zie je?

_____

_____

Bron: www.ruimtevaartindeklas.nl

Dit document is gedownload door () op November 2, 2026.
Mag alleen gekopieerd worden voor gebruik binnen de school van 'gebruiker'. Zie ook de abonnementsvoorwaarden van Leapo.

6 Hoe verklaar je je twee observaties:

Wat er met het waxinelichtje gebeurt:

Wat je aan de binnenkant van het glas ziet:

Proef 2

1 Steek beide waxinelichtjes aan.

2 Pak de twee glazen. Adem een paar keer in en uit in een van de twee glazen.

3 Zet tegelijk een glas over elk waxinelichtje. Houd goed bij in welk glas je hebt uitgeademd!

4 Meet hoe lang het duurt voordat er iets gebeurt en noteer je antwoorden in de onderstaande tabel.

5 Herhaal de proef nog twee keer en noteer weer je meetresultaten.

	Glas 1 gewone lucht	Glas 2 uitgeademde lucht
1		
2		
3		

6 Hoe verklaar je je observaties?.