

Broeikaseffect

Les over het broeikaseffect en de gevolgen voor de
biodiversiteit

DynaLearn niveau 2 | Versie 1.0

Samenvatting	
In deze les gaat de leerling zelf ontdekken wat er gebeurt als er een verandering plaatsvindt bij één van de oorzaken die invloed heeft op de opwarming van de aarde. De leerling wordt uitgedaagd om ook over andere oorzaken na te denken. Tot slot verdiept de leerling zich in de hoofdstukken 'extra' in de gevolgen die optreden door de opwarming van de aarde.	
Voornaam	
Achternaam	
Klas	
Datum	
Opmerkingen door docent	

1. Inleiding

Zeker in complexe systemen, zoals het broeikaseffect, is het moeilijk te overzien wat er gebeurt als een bepaalde factor verandert. Met modellersoftware zoals DynaLearn maken we een overzicht en kunnen we voorspellen wat er gaat gebeuren. We krijgen zo een beter beeld van de factoren die een rol spelen in een complex systeem.



2. DynaLearn starten

Er zijn meerdere manieren om in te loggen. Gebruik één van de twee onderstaande opties. Controleer daarna of het inloggen is gelukt (zie 'even controleren').

Via een code:

1. **Ga** naar DynaLearn (<https://create.dynalearn.nl/>).
2. **Klik** op 'inloggen met code', links onderin.
3. **Vul** de projectcode en je (school)email adres in.
4. **Kopieer** de code uit de bevestigingsmail van de afzender *dynalearn.nl* (zie eventueel het spam folder) en **vul** de overige gegevens in.
5. **Log in** op DynaLearn.

Via een e-mail uitnodiging:

1. **Kopieer** de inloggegevens uit de uitnodigingsmail van de afzender *dynalearn.nl*.
2. **Ga** naar DynaLearn (<https://create.dynalearn.nl/>).
3. **Log in** op DynaLearn.

Even controleren!

Na inloggen kom je automatisch in de witte werkruimte van de opdracht. Je herkent het aan het grijze vraagteken aan de rechterkant in het scherm . Ontbreekt het vraagteken? Doe dan eerst:

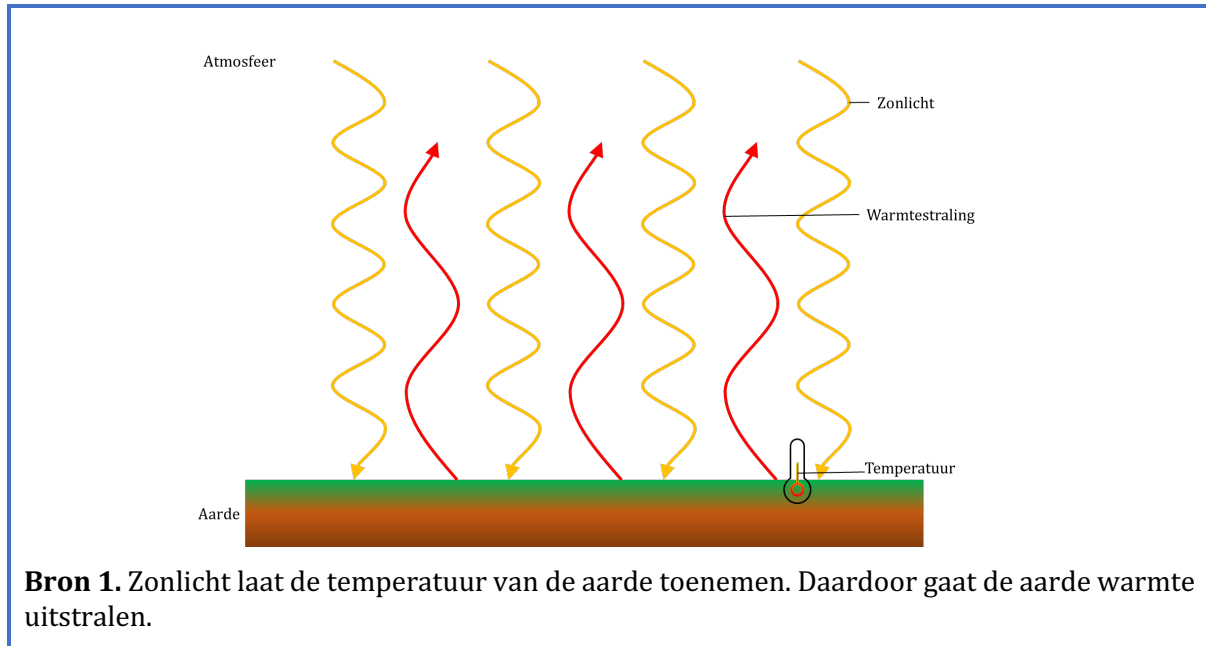
- **Klik** in DynaLearn op . **Klik** op 'Kies richtmodel'.
- **Kies** 'Broeikaseffect' en **druk** op 'Laden'.

Model opslaan en beginnen:

1. **Klik** op  linksboven. Verander de modelnaam in 'Broeikaseffect' en **klik** op 'Opslaan'.
2. Hoe ga je verder aan de slag? **Volg** gewoon de stappen in dit werkboek. Let op! Je kunt geen stappen overslaan. Vraag om hulp als je er bij een bepaalde stap niet uitkomt. De video-functie  in DynaLearn laat zien hoe een modelingrediënt gemaakt kan worden. In de **bronnen** staat informatie over het broeikaseffect en in de **kaders** staat een korte uitleg over het modelingrediënt. Zet een vinkje ✓ door het nummer van een stap die je hebt uitgevoerd. Zo hou je bij waar je bent gebleven.

3. De aarde wordt opgewarmd door de zon en geeft warmte af

1. Lees Bron 1.



2. Lees Kader 1 over de modelonderdelen.

Kader 1. Entiteit en grootheid.

Een entiteit  is meestal een fysiek ding in een systeem (bijv. auto, mens).

Een grootheid  is een meetbare eigenschap van een entiteit (bijv. temperatuur, lengte).

Je gaat eerst een klein model maken met de entiteiten 'Zon' en 'Aarde'. **Later** voeg je de entiteit atmosfeer toe.

3. Maak de entiteit Zon (zie → .

4. Maak de entiteit Aarde.

5. Lees Kader 2.

Kader 2. Hulpfunctie.

Als het vraagteken  of een ingrediënt in je model  rood is, dan is er iets niet in orde.

Klik op het vraagteken  voor een hint. Klik vervolgens op een nummer, bijvoorbeeld  om te zien waar de fout in je model zit. Gebruik het vraagteken alleen als je er zelf niet uitkomt!

6. Maak de grootheid Zonlicht van de entiteit Zon (zie → .

7. Maak de grootheid Oppervlaktetemperatuur van de entiteit Aarde.

8. Lees Kader 3.

Kader 3. Een oorzaak-gevolg verband.

In Dynlearn zijn er twee typen oorzaak-gevolg verbanden:

- Positief verband $\oplus$: de grootheden veranderen dezelfde kant op (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 ook toe)
- Negatief verband $\ominus$: de grootheden veranderen tegengesteld (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 af. Of andersom: als grootheid 1 afneemt, dan neemt grootheid 2 toe)

9. Maak een verband ($\oplus$ of $\ominus$) tussen de grootheden *Zonlicht* en *Oppervlaktetemperatuur* (zie $\rightarrow$).

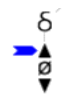
10. Lees Kader 4.

Kader 4. Verandering van een grootheid.

Een grootheid  kan veranderen. Dit wordt aangeven met . Het delta symbool (δ) is het wiskundige teken voor verandering (ook wel de afgeleide). Het pijltje omlaag (∇) is een afname, de nul ($\emptyset$) is constant en de het pijltje omhoog ($\blacktriangle$) is een toename.

11. Er zijn drie mogelijk beginsituaties. De hoeveelheid *Zonlicht* kan afnemen, gelijk blijven of toenemen. Stel in als beginverandering (zie $\rightarrow$):

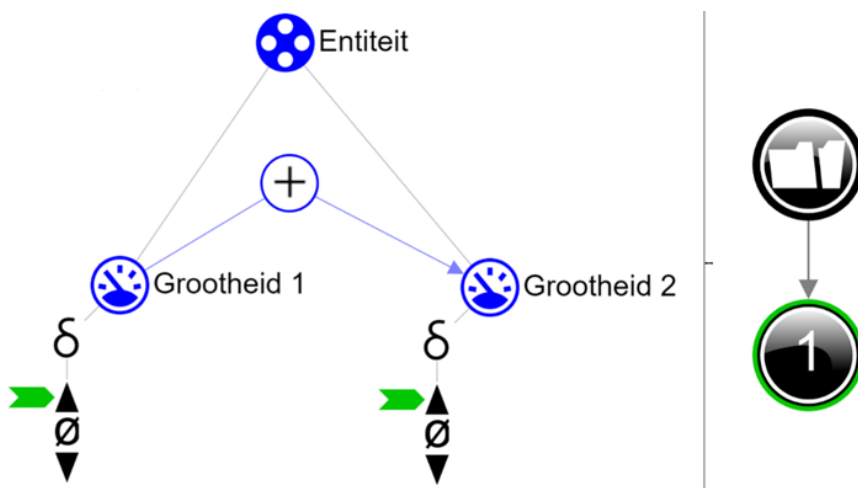
- a. Zonlicht neemt toe. Klik bij *Zonlicht* op $\blacktriangle$ en kies . Het ziet er dan zo uit:



12. Lees Kader 5.

Kader 5. De uitkomst van een simulatie aflezen.

Na het starten van een simulatie (met ) verschijnt aan de rechterkant een venster waarin de mogelijke toestanden van het systeem worden aangegeven. Er is in dit voorbeeld één mogelijke toestand .



Je kunt de toestand aanklikken om de uitkomst van de simulatie te bekijken. De toestand krijgt dan een groene rand. In het model worden de verandering voor deze toestand aangegeven met een groene pijl ➡. In het model valt af te lezen dat in toestand  *Grootheid 1* toeneemt en dat daardoor *Grootheid 2* ook toeneemt.

13. Lees Kader 6.

Kader 6. Hulpfunctie

Als het uitroepteken  verschijnt dan is er iets niet in orde tijdens de simulatie. Klik op het vraagteken  voor een hint. Klik vervolgens op een nummer, bijvoorbeeld  om te zien waar de fout in je simulatie zit.

14. Start de simulatie. **Varieer** de instelling voor zonlicht (zet  nu één voor één op, $\emptyset$ en ▼) en **simuleer** je model steeds door op  te klikken. **Geef** de resultaten weer in de tabel hieronder.

Hoeveelheid zonlicht...	Oppervlaktetemperatuur aarde...
Neemt af	<i>Neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>
Blijft gelijk	<i>Neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>
Neemt toe	<i>Neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>

Je gaat nu het model van de aarde verder afmaken.

15. **Maak** de grootheid *Uitgestraalde warmte* van de entiteit *Aarde*.

16. **Maak** het verband tussen *Oppervlaktetemperatuur* en *Uitgestraalde warmte*. Je moet weer beslissen of dit een positief verband is of een negatief verband.

17. **Stel** in als beginverandering (zie  → ):

a. *Zonlicht* van de entiteit *Zon* neemt toe   .

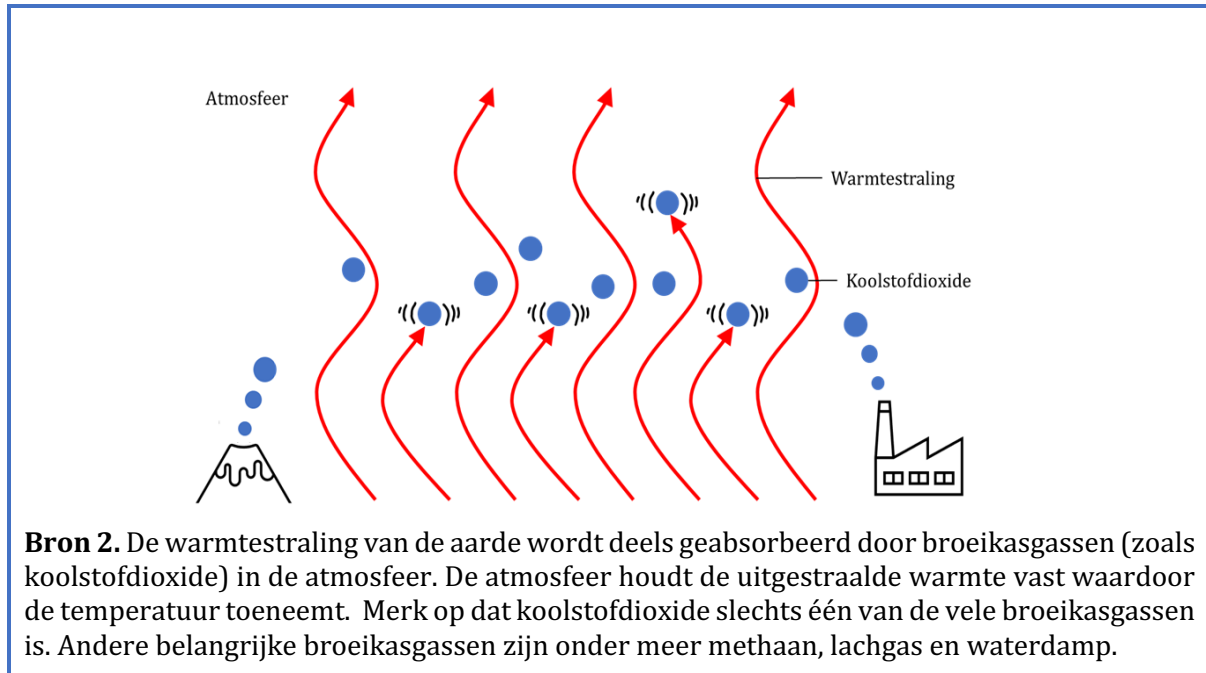
18. **Start** de simulatie .

a. **Streep** het foute antwoord door in onderstaande zinnen.

Als de hoeveelheid zonlicht dat de aarde bereikt toeneemt dan zal de oppervlaktetemperatuur van de aarde *toenemen/gelijk blijven/afnemen*. De hoeveelheid uitgestraalde warmte van de aarde zal hierdoor *toenemen/gelijk blijven/afnemen*.

4. Versterkt broeikaseffect

1. Lees Bron 2.



De atmosfeer is ook een entiteit en heeft drie grootheden die een rol spelen.

2. Voeg entiteit *Atmosfeer* toe.

3. Voeg de drie grootheden van de atmosfeer toe.

4. Is je scherm inhoud een beetje rommelig? Klik op  om alles netjes uit te lijnen. Klik op  om je model passend te maken op je scherm.

5. Lees Kader 7 om de bepalen of je model compleet is.

Kader 7. Voortgangsbalk

Onder in het scherm staat de *voortgangsbalk* (zie voorbeeld hieronder).

Bij entiteit staat:  4/4/0, dit betekent: 4 gemaakt, 4 nodig, 0 fout. Bij grootheid staat:  5/17/1: dit betekent: 5 gemaakt, 17 nodig, 1 fout. Als alle cijfers **groen** zijn, is dat type afgehandeld.



6. Er zijn nu drie oorzaak-gevolg verbanden die nog missen. Voeg het ontbrekende oorzaak-gevolg verband toe aan het model.

- Let op de juiste richting (van welke grootheid, naar welke andere grootheid?)
- Is het een negatief  of een positief  verband?

Je gaat het model weer controleren met behulp van een simulatie.

7. Behalve de beginsituatie van het zonlicht kan nu ook de beginsituatie van de hoeveelheid broeikasgas variëren. Het is niet moeilijk te voorspellen wat er gebeurt als het zonlicht én de hoeveelheid broeikasgas toeneemt. En ook niet moeilijk om te voorspellen als beide afnemen. Maar wat als de één toeneemt en de ander afneemt?
8. **Zet** Zonlicht op afnemen en Broeikasgas op toenemen.
9. **Simuleer** het model. Hoeveel toestanden zijn er? Als het goed is, zijn er drie mogelijke uitkomsten. We noemen dit **ambigüiteit**. Dit komt omdat de omvang van de effecten van zonlicht en broeikasgas onbepaald zijn. Wanneer beide grootheden een tegengesteld effect hebben op een derde grootheid, wordt de resulterende verandering in deze grootheid onbepaald en zijn alle mogelijke toestanden vertegenwoordigd.
10. **Maak** onderstaande tabel kloppend (verwijder fouten of streep door). **Geef** ook een korte uitleg bij elke toestand.

Uitkomsten	Temperatuur van de atmosfeer	Geef je uitleg
Toestand 1	<i>neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>	
Toestand 2	<i>neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>	
Toestand 3	<i>neemt af/blijft gelijk/neemt toe</i>	

Als mensen het broeikaseffect beïnvloeden dan spreken we over het antropogene broeikaseffect. De hoeveelheid broeikasgas (zoals koolstofdioxide) stijgt (en daalt) ook door natuurlijke oorzaken. We zouden het model dus kunnen uitbreiden door het gedeelte rondom toename en afname van broeikasgas preciezer te maken.

11. **Noem** minimaal 3 menselijke oorzaken die invloed hebben op de hoeveelheid broeikasgas in de atmosfeer.

1. 2. 3.

5. Biodiversiteitscrisis

Biodiversiteit en temperatuur (extra)

We laten diepere oorzaken van het antropogene broeikaseffect echter buiten het model. In plaats daarvan gaan we kijken naar één van de vele gevolgen, namelijk de gevolgen voor de biodiversiteit.

1. **Bekijk** dit filmpje: tinyurl.com/bioverzuur
2. **Voeg** de grootheid *Biodiversiteit* toe aan de entiteit *Aarde*.

Let op, de grootheid *Biodiversiteit* van de entiteit *Aarde* vertegenwoordigt alle organismen die in de bodem, op het land of in de lucht leven (maar niet die in de oceanen). Deze keuze is gemaakt omdat we zuinig willen zijn met het aantal ingrediënten en in dit geval geen aparte entiteiten willen creëren voor organismen die in de bodem, op het land en in de lucht leven, ieder met zijn eigen grootheid 'Biodiversiteit' en optioneel ook 'Temperatuur'.

3. **Voeg** de entiteit *Oceaan* toe. Maak onder deze entiteit de grootheid *Biodiversiteit* en *Temperatuur*.
4. **Maak** het juiste verband tussen de grootheid *Temperatuur* van de atmosfeer en de 3 nieuwe grootheden. Er moeten drie verbanden worden toegevoegd, waarvan er twee verbonden zijn met de grootheid *Temperatuur*.
5. **Zet** *Zonlicht* op afnemen en *Broeikasgas* op toenemen.
6. **Simuleer** het model en controleer of de uitkomsten overeenkomen met je verwachting.
7. De afname van de biodiversiteit is maar één van de vele gevolgen van het broeikaseffect. **Noem** minimaal 2 andere gevolgen voor mens en natuur.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1.2. |
|---|

Biodiversiteit en verzuring (extra)

1. **Bekijk** dit filmpje: tinyurl.com/bioverzuur

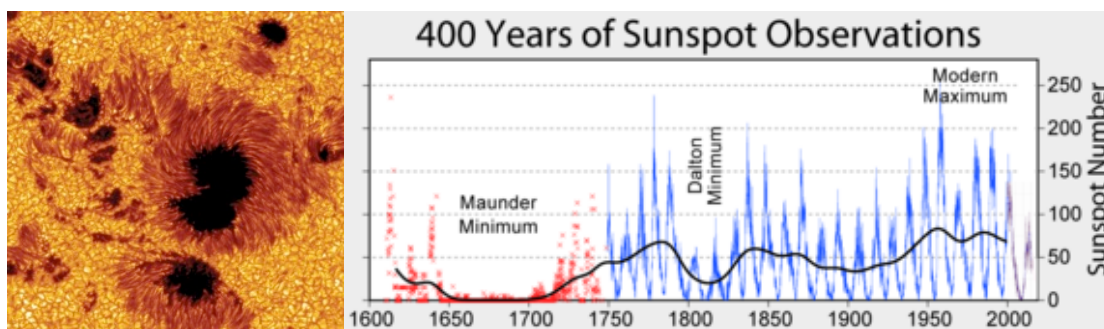
Het versterkte broeikaseffect heeft dus naast een stijging van de temperatuur van de oceanen nog een tweede gevolg voor de biodiversiteit in de oceaan.

2. **Maak** de nog missende grootheid aan onder de entiteit *Oceaan* en maak de juiste verbanden (oorzaak en gevolg) met deze grootheid.
3. **Controleer** of je alles hebt gemaakt (is alles **groen** in de voortgangsbalk? **Zie** ook kader 7).
4. **Zet** hoeveelheid *Zonlicht* op gelijk blijven (en *Broeikasgas* op toenemen).
5. **Simuleer** het model en controleer of de uitkomsten overeenkomen met je verwachting.

6. Natuurlijke variatie van zonnestraling

Zonnevlekken

In het verleden beweerden sommige mensen dat de opwarming van de aarde misschien niet door mensen wordt veroorzaakt, maar door de zon. Deze mensen hadden het meestal over een periode in de 17^e eeuw waarin de zon een laag aantal zonnevlekken had (zie Figuur 1). Gedurende deze periode was de temperatuur op aarde ook lager dan normaal. Uit recent onderzoek blijkt dat zonnevlekken slechts een kleine invloed hebben op het klimaat.



Figuur 1. Het verloop van 400 jaar metingen van zonnevlekken.

6. **Zet** hoeveelheid *Zonlicht* op afnemen (periode met weinig zonnevlekken) en laat de hoeveelheid *Broeikasgas* toenemen.
7. **Simuleer** het model. Je krijgt nu 5 eindtoestanden. Zet het nummer van de bijpassende eindtoestand onder in de tabel.

Beschrijving	Eindtoestand
Met minder zonnestraling daalt de temperatuur in de atmosfeer. De biodiversiteit in de oceaan neemt echter nog steeds af door verzuring.	
De lagere temperatuur in de atmosfeer en de oceanen heeft een groter effect op de biodiversiteit dan de verzuring van de oceanen.	
Het broeikaseffect is zo sterk dat de temperatuur van de atmosfeer nog steeds stijgt. Zelfs afgenomen hoeveelheid zonlicht kan het verlies aan biodiversiteit op aarde en in de oceaan niet stoppen.	
De temperatuurdaling van de oceanen compenseert perfect de effecten van verzuring op de biodiversiteit van de aarde.	
Het broeikaseffect compenseert de afname van zonnestraling. De temperatuur van de atmosfeer blijft hetzelfde en de biodiversiteit in de oceaan neemt nog steeds af door verzuring.	