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** | Maxim |
| **Achternaam** | van Duin |
| **Klas** |  |
| **Datum** | 23-2-2025 |
| **Opmerkingen door docent** | |
|  | |

# Inleiding

Zeker in complexe systemen, zoals het broeikaseffect, is het moeilijk te overzien wat er gebeurt als een bepaalde factor verandert. Met modelleersoftware 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.



# 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/](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 Icon  Description automatically generated. Ontbreekt het vraagteken? Doe dan eerst:   * + Klik in DynaLearn op Icon      Description automatically generated. 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.

# De aarde wordt opgewarmd door de zon en geeft warmte af

1. Lees Bron 1.

|  |
| --- |
| A picture containing background pattern  Description automatically generated  **Bron 1.** Zonlicht laat de temperatuur van de aarde toenemen. Daardoor gaat de aarde warmte uitstralen. |

|  |
| --- |
| **Kader 1.** Entiteit en grootheid.  Een entiteit  is meestal een fysiek ding in een systeem (bijv. auto, mens).  Een grootheid  is meetbare eigenschap van een entiteit (bijv. temperatuur, lengte). |

1. Lees Kader 1 over de modelonderdelen.

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

1. Maak de entiteit *Zon* (zie  ➙ ).
2. Maak de entiteit *Aarde.*
3. 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! |

1. Maak de grootheid *Zonlicht* van de entiteit *Zon* (zie  ➙ ).
2. Maak de grootheid *Oppervlaktetemperatuur* van de entiteit *Aarde*.

|  |
| --- |
| **Kader 3.** Een oorzaak-gevolg verband.  In Dynlearn zijn er twee typen oorzaak-gevolg verbanden:   * Positief verband: de grootheden veranderen dezelfde kant op (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 ook toe) * Negatief verband Icon    Description automatically generated: de grootheden veranderen tegengesteld (als grootheid 1 toeneemt, dan neemt grootheid 2 af. Of andersom: als grootheid 1 afneemt, dan neemt grootheid 2 toe) |

1. Lees Kader 3.
2. Maak een verband ( of ) tussen de grootheden *Zonlicht* en *Oppervlaktetemperatuur* (zie  ➙ ).
3. 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 () is constant en de het pijltje omhoog () is een toename. |

1. Er zijn drie mogelijk beginsituaties. De hoeveelheid *Zonlicht* kan afnemen, gelijk blijven of toenemen. Stel in als beginverandering (zie  ➙ Icon

   Description automatically generated):
   1. Zonlicht neemt toe. Klik bij *Zonlicht* op ▲ en kies. Het ziet er dan zo uit: 
2. Lees Kader 5.

|  |
| --- |
| **Kader 5.** De uitkomst van een simulatie aflezen.  Na het starten van een simulatie (met Icon  Description automatically generated) 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. |

1. 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. |

1. Start de simulatie. Varieer de instelling voor zonlicht (zet nu één voor één op, ø en ▼) en simuleer je model steeds door op Icon

   Description automatically generated te klikken. Geef de resultaten weer in de tabel hieronder.

|  |  |
| --- | --- |
| **Hoeveelheid zonlicht…** | **Oppervlaktetemperatuur aarde…** |
| Neemt af | *Neemt af* |
| Blijft gelijk | *Blijft gelijk* |
| Neemt toe | *Neemt toe* |

Je gaat nu het model van de aarde verder afmaken.

1. Maak de grootheid *Uitgestraalde warmte* van de entiteit *Aarde*.
2. Maak het verband tussen *Oppervlaktetemperatuur* en *Uitgestraalde warmte*. Je moet weer beslissen of dit een positief verband is of een negatief verband.
3. Stel in als beginverandering (zie  ➙ Icon

   Description automatically generated):
   1. *Zonlicht* van de entiteit *Zon* neemt toe .
4. Start de simulatie Icon

   Description automatically generated.
   1. 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.* De hoeveelheid uitgestraalde warmte van de aarde zal hierdoor *toenemen.* |

# Versterkt broeikaseffect

1. Lees Bron 2.

|  |
| --- |
| **Bron 2.** De warmtestraling van de aarde wordt deels geabsorbeerd door broeikasgassen (zoals koolstofdioxide) in de atmosfeer. De atmosfeer houdt de uitgestraalde warmte vast waardoor de temperatuur toeneemt. Merk op dat koolstofdioxide slechts één van de vele broeikasgassen is. Andere belangrijke broeikasgassen zijn onder meer methaan, lachgas en waterdamp. |

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

1. Voeg entiteit *Atmosfeer* toe.
2. Voeg de drie grootheden van de atmosfeer toe.
3. Is je scherminhoud een beetje rommelig? Klik op Icon

   Description automatically generated om alles netjes uit te lijnen. Klik op Icon

   Description automatically generated om je model passend te maken op je scherm.
4. 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. |

1. Er zijn nu drie oorzaak-gevolg verbanden die nog missen. Voeg het ontbrekende oorzaak-gevolg verband toe aan het model.
   1. Let op de juiste richting (van welke grootheid, naar welke andere grootheid?)
   2. Is het een negatief Icon

      Description automatically generated of een positief **** verband?

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

1. 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?
2. Zet *Zonlicht* op afnemen en *Broeikasgas* op toenemen.
3. Simuleer het model. Hoeveel toestanden zijn er? Als het goed is, zijn er drie mogelijke uitkomsten. We noemen dit **ambiguïteit**. 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.
4. 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* | *Neemt af* | Het effect in afname van zonlicht is sterker dan het effect in toename broeikasgassen. |
| *Toestand 2* | *Blijft gelijk* | Het effect in afname van zonlicht is gelijk aan het effect in toename broeikasgassen. |
| *Toestand 3* | *Neemt toe* | Het effect in afname van zonlicht is zwakker dan het effect in toename broeikasgassen. |

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.

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

|  |
| --- |
| 1. Luchtvaart  2. Ontbossing  3. Scheepvaart |

# 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](https://www.youtube.com/watch?v=6SMWGV-DBnk)
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'.

1. Voeg de entiteit *Oceaan* toe. Maak onder deze entiteit de grootheid *Biodiversiteit* en *Temperatuur*.
2. 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.
3. Zet *Zonlicht* op afnemen en *Broeikasgas* op toenemen.
4. Simuleer het model en controleer of de uitkomsten overeenkomen met je verwachting.

|  |
| --- |
| 1. Zeespiegelstijging  2. Extreme weersomstandigheden |

1. De afname van de biodiversiteit is maar één van de vele gevolgen van het broeikaseffect. Noem minimaal 2 andere gevolgen voor mens en natuur.

## Biodiversiteit en verzuring (extra)

1. Bekijk dit filmpje: [tinyurl.com/bioverzuur](https://www.youtube.com/watch?v=6SMWGV-DBnk)

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

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

# 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 17e 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.

1. Zet hoeveelheid *Zonlicht* op afnemen (periode met weinig zonnevlekken) en laat de hoeveelheid *Broeikasgas* toenemen.
2. 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. | 1 |
| De lagere temperatuur in de atmosfeer en de oceanen heeft een groter effect op de biodiversiteit dan de verzuring van de oceanen. | 3 |
| 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. | 5 |
| De temperatuurdaling van de oceanen compenseert perfect de effecten van verzuring op de biodiversiteit van de aarde. | 2 |
| 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. | 4 |