

Eutrofiering in TERRA NOVA

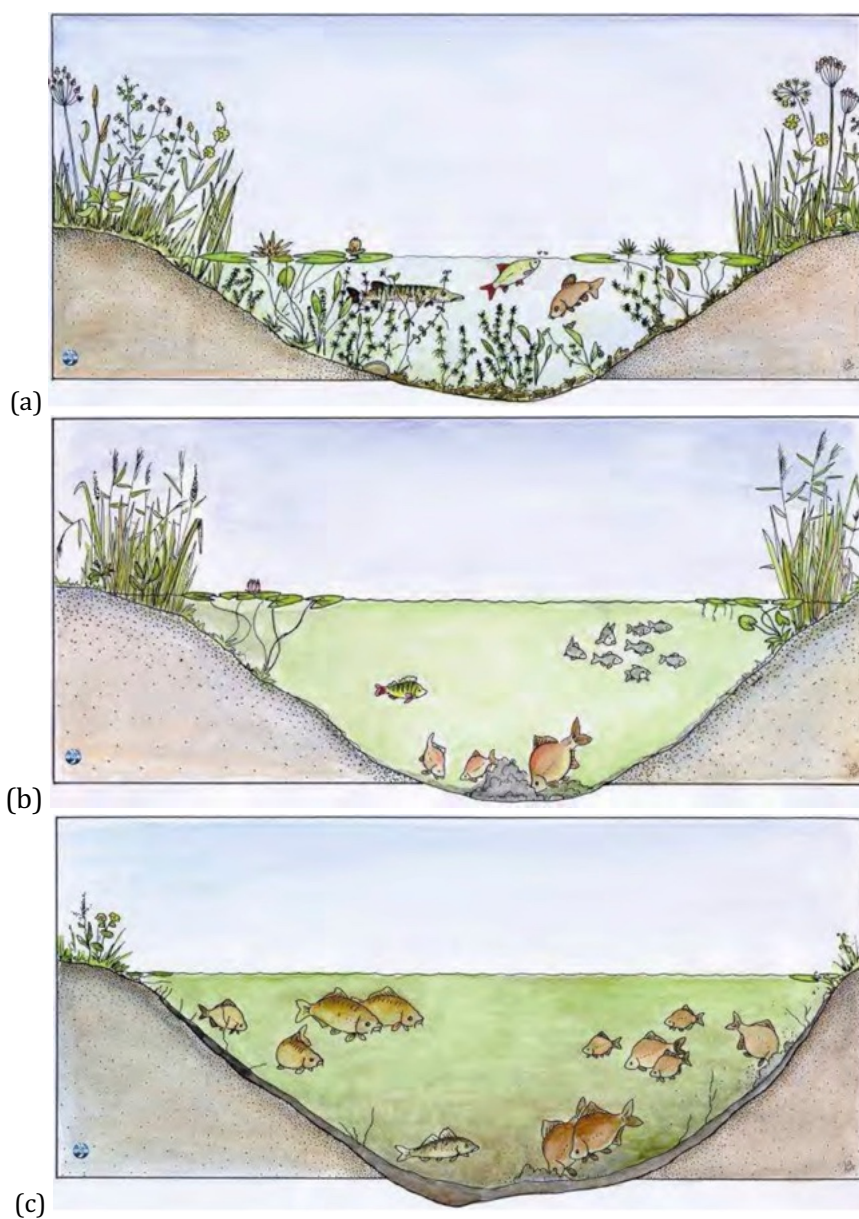
Les over het effect van meststoffen op het ecosysteem van
een laagveenplas.

DynaLearn niveau 2 | Versie 1.1

Samenvatting	
Deze les is gebaseerd op een situatie waarin een laagveenplas een soortenarm en troebel meer werd door een teveel aan landbouwmeststoffen. Je modelleert de voedselketen in het troebele, door algen gedomineerde meer en hoe een toename van meststoffen een reeks gebeurtenissen kan veroorzaken (een trofische cascade) die de waterhelderheid vermindert. Ten slotte onderzoek je en modelleer je de herstelmaatregelen die zijn genomen om het water in het meer weer helder te maken.	
Voornaam	
Achternaam	
Klas	
Datum	
Opmerkingen door docent	

1. Inleiding

De natuur in laagveenwateren zoals die bestonden tot aan de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw is een ijkpunt voor natuurbeheerders in het Nederlandse deltaland. De ondiepe meren, een paar meter water op resterende veenlagen, boden ruimte aan een bijzonder rijke flora en fauna. Tot de catastrofe. Met het op gang komen van de intensieve landbouw (waarbij veel meststoffen worden gebruikt) in de tweede helft van de twintigste eeuw, neemt de concentratie voedingsstoffen in het milieu toe. De heldere plas met roofvis (zoals snoek), watervlooien (algeneters) en waterplanten (zie Figuur 1a) veranderen in een paar maanden in een soortenarm troebel meertje waar brasems de bodem omwoelen en veel blauwalgen (producenten) voorkomen (zie Figuur 1c). **Terra Nova**, ten westen van Hilversum, is een water met zo'n geschiedenis. In deze les ga je een **model** maken om deze verandering te begrijpen.



Figuur 1. Verandering van een heldere laagveenplas (a) naar een troebel meer (c).

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 '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 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.

Controleren!

Na inloggen kom je automatisch in de 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 sjabloon'.
- **Kies** 'Terra Nova' en **druk** op 'Laden'.


Model opslaan en beginnen:

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







3. Blauwalgen

1. Lees Kader 1.



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).

2. Maak zelf een entiteit met de naam *Blauwalgen* (zie  → ). De entiteit *Laagveenplas* is al gemaakt.
3. Maak de grootheid *Aantal* van de entiteit *Blauwalgen* (zie  → ).
4. Maak de configuratie *Leven in* tussen de entiteit *Laagveenplas* en de entiteit *Blauwalgen* (zie  → ).
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. Probeer de hulpfunctie uit door een fout te maken in je model. Klik op  om te zien welke melding je krijgt. Herstel de fout.

4. Watervlooien, brasems en snoeken

Je weet nu hoe je entiteiten en grootheden een plek geeft in je model. Je gaat nu een voedselketen maken met organismen die in de laagveenplas van Terra Nova leven.

1. Lees de onderstaande tekst.

Zoals in de inleiding beschreven, is het meer in een soortenarme toestand terechtgekomen met een lage waterhelderheid, waarin **brasems** en **blauwalgen** (producenten) in overvloed aanwezig zijn (zie Figuur 1c). Deze toestand volhardt omdat brasems zich voeden met **watervlooien** (zoöplankton), waardoor de watervlooien afnemen. Met minder watervlooien worden er minder blauwalgen gegeten, wat algenbloei bevordert en de waterhelderheid verder vermindert. Bovendien woelen brasems de bodem van het meer om, wat de **helderheid** van het water vermindert en bijdraagt bij aan het in stand houden van deze troebele toestand.

2. Maak hieronder de voedselketen af met de organismen die **blauw** in de tekst voorkomen (de pijl betekent: *gegeten door*).

Blauwalgen	→	...	→	...	→	...
------------	---	-----	---	-----	---	-----



3. Maak een **entiteit** in je model voor **elk** organisme in de voedselketen.
4. Je kunt het model geordend en overzichtelijk houden door gebruik te maken van een aantal knoppen rechts onderaan het scherm. **Klik** regelmatig op  om alles netjes uit te lijnen. **Klik** op  om je model passend op het scherm te maken.
5. **Koppel** de entiteiten aan elkaar met een **configuratie** . Geef in het tekst-vakje 'configuratie' aan wat de voedselrelatie is. Let op de richting van de pijl (tip: wie eet wie?).
6. **Maak** voor **elke** entiteit (van de voedselketen) een **grootheid Aantal**.

In een voedselketen beïnvloedt het aantal (=grootheid) roofdieren (=entiteit) direct de aantallen van het prooidier.

7. Lees Kader 3.

Kader 3. Een oorzaak-gevolg verband

In DynLearn zijn er twee typen verbanden:



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

8. Op welke manier beïnvloedt het roofdier de prooi? **Streep door** of **verwijder** wat niet van toepassing is.



Als het aantal roofdieren toeneemt, zal het aantal prooien *afnemen/gelijk blijven/toenemen*.

9. Welk type verband past bij de relatie tussen roofdier en prooi?

Een *positief/negatief* verband.

10. **Maak** de oorzaak-gevolg verbanden tussen de grootheden *Aantal* (zie  → ). Er is steeds maar één verband tussen twee grootheden.

Zoals hierboven beschreven, wordt de helderheid van het water beïnvloed door twee organismen. We bekijken eerst het effect van de blauwalgen op de helderheid van het water.






11. **Maak** de grootheid *Helderheid* van de entiteit *Laagveenplas*,
12. **Maak** het oorzaak-gevolg verband tussen *Aantal* van *Blauwalgen* en *Helderheid*.
13. Is je scherminhoud een beetje rommelig? **Klik** voor een betere organisatie op . **Klik** op  om je model passend te maken op je scherm.

5. Het model simuleren


De volgende stap is het starten van de simulatie van je model.

1. Lees Kader 4.

Kader 4. Verandering van een grootheid.



Een grootheid  kan veranderen. Dit wordt aangegeven 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.

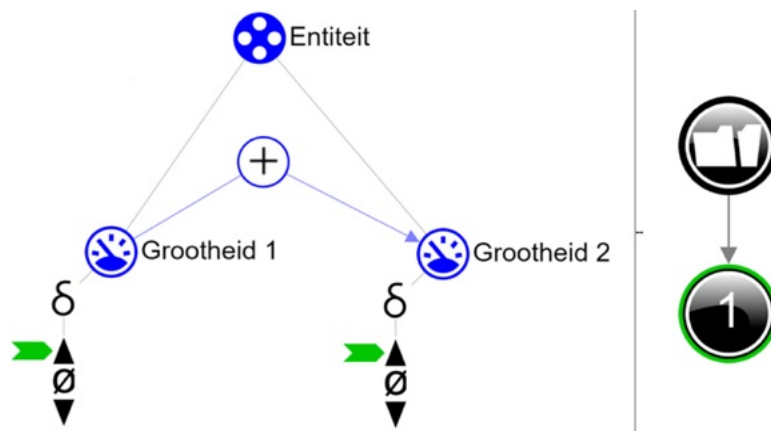
2. Stel in als beginverandering (zie  \rightarrow ):



- a. Aantal van de entiteit *Brasems* neemt toe .

3. 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 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.

4. Lees Kader 6.


Kader 6. Hulpfunctie

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

5. **Start** de simulatie .
6. Wat gebeurt er met de andere grootheden in de uitkomst van deze simulatie? **Streep door** of **verwijder** wat niet van toepassing is.

- Aantal (watervlooiën): neemt **af/toe**
- Aantal (blauwalgen): neemt **af/toe**
- Helderheid: neemt **af/toe**

Zoals beschreven in de tekst in hoofdstuk 4, verstoren **brasems** de bodem van het meer door sediment om te woelen, wat ook de **helderheid** van het water vermindert.

7. **Maak** een oorzaak-gevolg relatie tussen de grootheid *Aantal* van *Brasems* en de grootheid *Helderheid* van *Laagveenplas*.
8. **Start** opnieuw de simulatie .
9. **Leg uit** waarom het toevoegen van de oorzaak-gevolg relatie tussen *Brasems* en *Helderheid* het gedrag van het systeem niet verandert.

Uitleg: [\[invullen...\]](#)

6. Het effect van landbouw

1. Lees onderstaande tekst:

Zoals in de inleiding beschreven, is de **hoeveelheid voedingsstoffen** in de laagveenplas toegenomen door de grote **hoeveelheid meststoffen** die in de landbouw worden gebruikt. Hogere voedingsstoffen hebben een positief causaal effect op blauwalgen: met meer voedingsstoffen kunnen ze sneller groeien en zich voortplanten, waardoor hun aantal toeneemt.

2. Maak een nieuwe entiteit met de naam *Landbouw*
3. Maak de entiteit *Meststoffen* met de grootheid *Hoeveelheid*.
4. Verbind de twee nieuwe entiteiten middels de configuratie *Gebruikt*.
5. Maak de entiteit *Voedingsstoffen* met de grootheid *Hoeveelheid*.
6. Maak twee configuraties met deze nieuwe entiteit, één met de entiteit *Laagveenplas* en één met de entiteit *Blauwalgen*. Let op de juiste namen en richting van de pijlen.
7. Maak het oorzaak-gevolg verband tussen de *Hoeveelheid* van de entiteit *Meststoffen* en de *Hoeveelheid* van de entiteit *Voedingsstoffen*.
8. Maak het oorzaak-gevolg verband tussen de *Hoeveelheid* van *Voedingsstoffen* en het *Aantal* van *Blauwalgen*.
9. Is je scherminhoud een beetje rommelig? Klik voor een betere organisatie op . Klik op  om je model passend te maken op je scherm.

De volgende stap is het simuleren van je model.

10. Stel in als beginverandering (zie  → ):
 - a. *Aantal* van de entiteit *Brasems* blijft gelijk.
 - b. *Hoeveelheid* van de entiteit *Meststoffen* neemt toe.
11. Start de simulatie .
12. Wat gebeurt er met de andere grootheden in deze uitkomst van de simulatie? **Streep door of verwijder** wat niet van toepassing is.

- *Hoeveelheid* voedingsstoffen: neemt **af/toe**
- *Aantal* blauwalgen: neemt **af/toe**
- *Aantal* watervlooiën: neemt **af/toe**
- *Helderheid*: neemt **af/toe**

7. Laagveenplas herstellen



1. Lees onderstaande tekst.

Er zijn verschillende maatregelen om een laagveenplas te herstellen. Een belangrijke maatregel is het verminderen van de toevoer van voedingsstoffen. Met minder voedingsstoffen groeien blauwalgen minder, wat de helderheid van het water verbetert en ervoor zorgt dat waterplanten terugkeren (door de grotere lichtinval). Deze planten stabiliseren het sediment met hun wortels en stengels, waardoor het wervelen van sediment wordt verminderd en de effecten van brasems op de bodem worden beperkt. Helder, plantenrijk water biedt ook een geschikte leefomgeving voor snoeken (die migreren vanuit nabijgelegen, met elkaar verbonden plassen). Snoeken jagen op brasems (en andere vissen) en gebruiken waterplanten daarbij als dekking.

2. Maak de entiteit *Waterplanten* met de grootheid *Aantal*.
3. Verbind de entiteit *Waterplanten* met de entiteit *Laagveenplas* middels een configuratie.
4. Maak de entiteit *Snoeken* met de grootheid *Aantal*.
5. Verbind de entiteit *Snoeken* met de entiteit *Laagveenplas* middels een configuratie.
6. Voeg op basis van de bovenstaande tekst drie oorzaak-gevolg verbanden toe aan je model.
7. Is je scherm inhoud een beetje rommelig? Klik voor een betere organisatie op . Klik op  om je model passend te maken op je scherm.
8. Lees Kader 7. Is je model helemaal af?

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.






9. Ontbreken er misschien nog enkele configuraties? Maak de nog ontbrekende configuraties.

De volgende stap is het simuleren van je complete model.

10. Stel in als beginverandering (zie  → ):
 - a. Verwijder eerst het blauwe pijltje bij grootheid *Aantal* van de entiteit *Brasems* door erop te klikken en vervolgens op het vuilnisbakje te klikken.
 - b. Zet de *Hoeveelheid* van de entiteit *Meststoffen* op afnemen.
11. Start de simulatie .

12. Wat gebeurt er met de andere grootheden in deze uitkomst van de simulatie? **Streek door** of **verwijder** wat niet van toepassing is.

- Hoeveelheid voedingsstoffen: neemt toe/af
- Helderheid: neemt toe/af
- Aantal waterplanten: neemt toe/af
- Aantal snoeken: neemt toe/af
- Aantal brasems: neemt toe/af
- Aantal watervlooien: neemt toe/af
- Aantal blauwalgen: neemt toe/af

13. Je ziet dat er nu een uitroepteken verschijnt . **Klik** op het uitroepteken. Er zitten twee positieve feedbackloops in het model:  

Hoeveel positieve en negatieve **verbanden** zitten er in de loops? Kun je afleiden wanneer er een positieve feedbackloop ontstaat? **Vul** je antwoord hieronder **in**.



Aantal positieve verbanden: [#]

Aantal negatieve verbanden: [#]



Aantal positieve verbanden: [#]

Aantal negatieve verbanden: [#]

Een positieve feedbackloop ontstaat als ... **[aanvullen]**

8. Oplossingen

Veel andere laagveenplassen hebben nog steeds last van vertroebeling. Welke oplossingen om de vertroebeling tegen te gaan kun je bedenken? In het model zag je dat het verminderen van de voedingsstoffen de waterhelderheid kan verbeteren. Welke andere maatregelen zouden, op basis van de beschrijving en het model, kunnen helpen om het meer te herstellen en de waterhelderheid te vergroten? Leg uit hoe de door jou voorgestelde maatregel de oorzaak-gevolg verbanden in het systeem zouden beïnvloeden en wat het gewenste resultaat zou zijn.

Oplossing 1: [aanvullen....]

Oplossing 2: [aanvullen....]