

Examentrainer

Vragen

Duurzame landbouw door bodemschimmels

Omdat er in natuurgebieden over het algemeen veel bodemschimmels leven, wordt vaak gedacht dat de aanwezigheid van schimmels in een akker of in grasland een kenmerk is van duurzame landbouw. Doordat schimmels mineralen kunnen vasthouden, vindt er mogelijk minder uitspoeling van meststoffen naar het grondwater plaats. Franciska de Vries, onderzoekster aan de Wageningen Universiteit, heeft nu voor het eerst aangetoond dat dit inderdaad het geval is.

Door intensieve bemesting van een akker kan er stikstof uitspoelen naar het grondwater. Dit kan leiden tot eutrofiëring van sloten en plassen, wat soms leidt tot massale vissterfte.

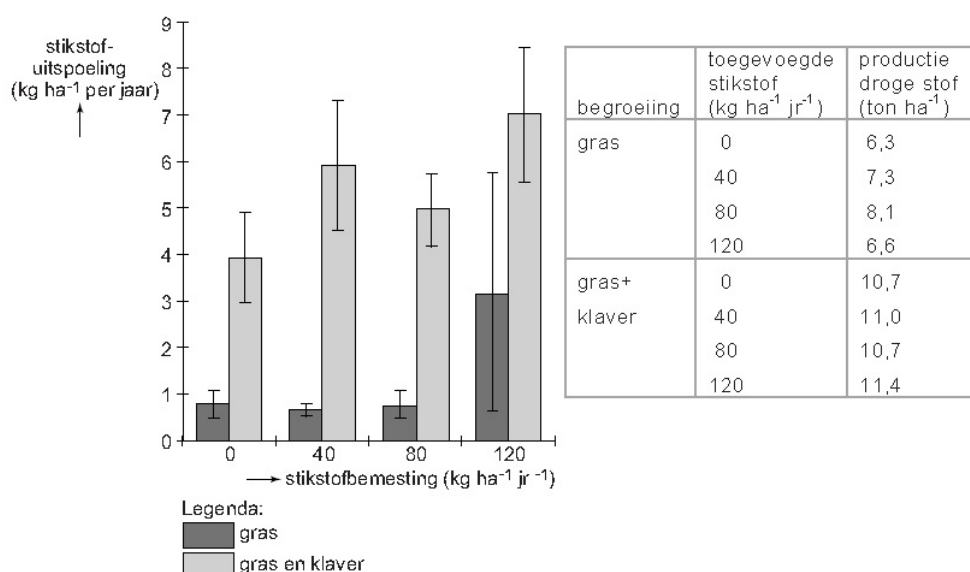
- 4p 1 Leg uit hoe eutrofiëring kan leiden tot vissterfte in een plas. Geef aan hoe algen, ondergedoken waterplanten en reducenten daarbij een rol spelen.

De Vries onderzocht in een veldstudie of het verrijken van weilanden met klaver de uitspoeling van meststoffen tegen kan gaan. Klavers worden wel groenbemesters genoemd, omdat deze planten in symbiose leven met bacteriën die stikstof leveren. Een veld in Oost-Nederland werd verdeeld in proefstroken met alleen Engels raaigras (*Lolium perenne*) en proefstroken met een mengsel van dit gras met witte klaver (*Trifolium repens*). Op de stroken werd ofwel niets, ofwel kunstmest met een per strook verschillend gehalte aan stikstof over het oppervlak uitgestrooid.

Na 50 mm regenval werd de hoeveelheid stikstof in het uitgespoelde water bepaald. Daarvoor waren opvangbekers 30 cm onder het oppervlak ingegraven. Ook werd van elke proefstrook de totale productie bepaald door na een bepaalde tijd de begroeiing te maaien en te wegen.

De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in het diagram en de tabel van afbeelding 1.

Afbeelding 1



Een boer die op grond van deze resultaten gaat voor de hoogste productie aan droge stof, is niet duurzaam bezig.

2p 2 Geef hiervoor twee argumenten, waarbij je gebruikmaakt van de gegevens in afbeelding 1.

Ook als graslanden niet zijn bemest, vindt er uitspoeling van stikstof plaats (zie afbeelding 1).

Drie processen zijn:

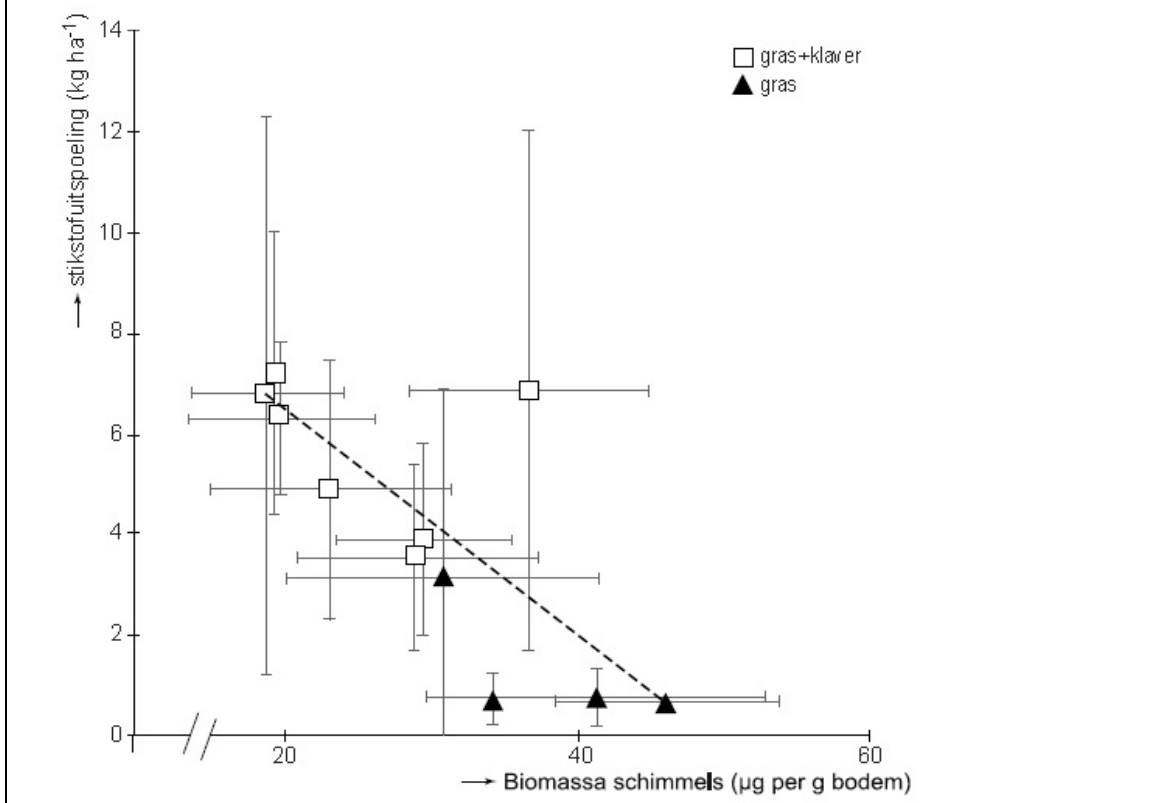
- 1 fotochemische stikstoffixatie;
- 2 nitrificatie;
- 3 denitrificatie.

2p 3 Van welk of welke van deze processen is de uitgespoelde stikstof mogelijk afkomstig?

- A alleen van 1
- B alleen van 2
- C alleen van 3
- D van 1 en 2
- E van 1 en 3
- F van 2 en 3

De afbraak van organische stoffen verloopt in sommige bodems voornamelijk door bacteriën. In andere bodems zijn schimmels de belangrijkste reductoren. In natuurlijke graslanden met extensief beheer worden meestal meer schimmels gevonden, terwijl in intensieve productiegroenlanden juist meer bacteriën aangetroffen worden. De Vries onderzocht of de biomassa van schimmels in de bodem een indicatie geeft voor de mate van uitspoeling van stikstof. Om de biomassa van de schimmels te bepalen, werden bodemmonsters van de proefstroken onder de microscoop bekeken. De lengte van de schimmeldraden hierin werd gemeten, en omgerekend in schimmelbiomassa per proefstrook. In afbeelding 2 is het resultaat weergegeven.

Afbeelding 2



Over de resultaten van dit onderzoek wordt het volgende beweerd:

- 1 Als er een geringere biomassa aan schimmels in de bodem is, is er meer uitspoeling van stikstof.
- 2 In grasland met klaver bevindt zich meer schimmelbiomassa dan in grasland zonder klaver.

- 2p 4 Welke van deze beweringen is of welke zijn juist op basis van de resultaten in afbeelding 2?
- A alleen 1
 - B alleen 2
 - C zowel 1 als 2

Een hypothese van De Vries was dat schimmels in de bodem de uitspoeling van stikstof beïnvloeden. Deze hypothese kan in twee groepen plantenbakken in een kas getoetst worden. Neem aan dat de temperatuur, luchtvochtigheid en hoeveelheid licht overal in de kas gelijk gehouden worden.

- 3p 5 Beschrijf de proefopzet van dit experiment. Geef aan:
- wat de overeenkomsten zijn in samenstelling en behandeling van de twee groepen plantenbakken;
 - wat de verschillen zijn in behandeling van de twee groepen;
 - hoe je de resultaten bepaalt.

Sommige schimmels hebben een mutualistische relatie met planten (mycorrhiza). Via de schimmeldraden, die plantenwortels omhullen en zelfs binnendringen, kunnen stoffen uitgewisseld worden.

- 2p 6 – Welk voordeel heeft de gastheerplant van de symbiose met de mycorrhiza-schimmel?
– Welk voordeel heeft de mycorrhiza-schimmel van de symbiose met de gastheerplant?

Vier groepen bacteriën die een rol spelen in de stikstofkringloop zijn:

- 1 denitrificerende bacteriën;
- 2 knolletjesbacteriën;
- 3 nitrificerende bacteriën;
- 4 rottingsbacteriën.

- 2p 7 Welke van deze groepen bacteriën heeft, net als mycorrhiza, een mutualistische relatie met planten?
- A de denitrificerende bacteriën
 - B de knolletjesbacteriën
 - C de nitrificerende bacteriën
 - D de rottingsbacteriën

Schimmels in de bodem van graslanden kunnen het uitspoelen van meststoffen naar omringende natuurgebieden tegengaan.

Eutrofiëring van oligotrofe (voedselarme) natuurgebieden heeft vaak een vermindering van de biodiversiteit tot gevolg.

- 1p 8 Waardoor leidt eutrofiëring vaak tot het verdwijnen van bepaalde plantensoorten?

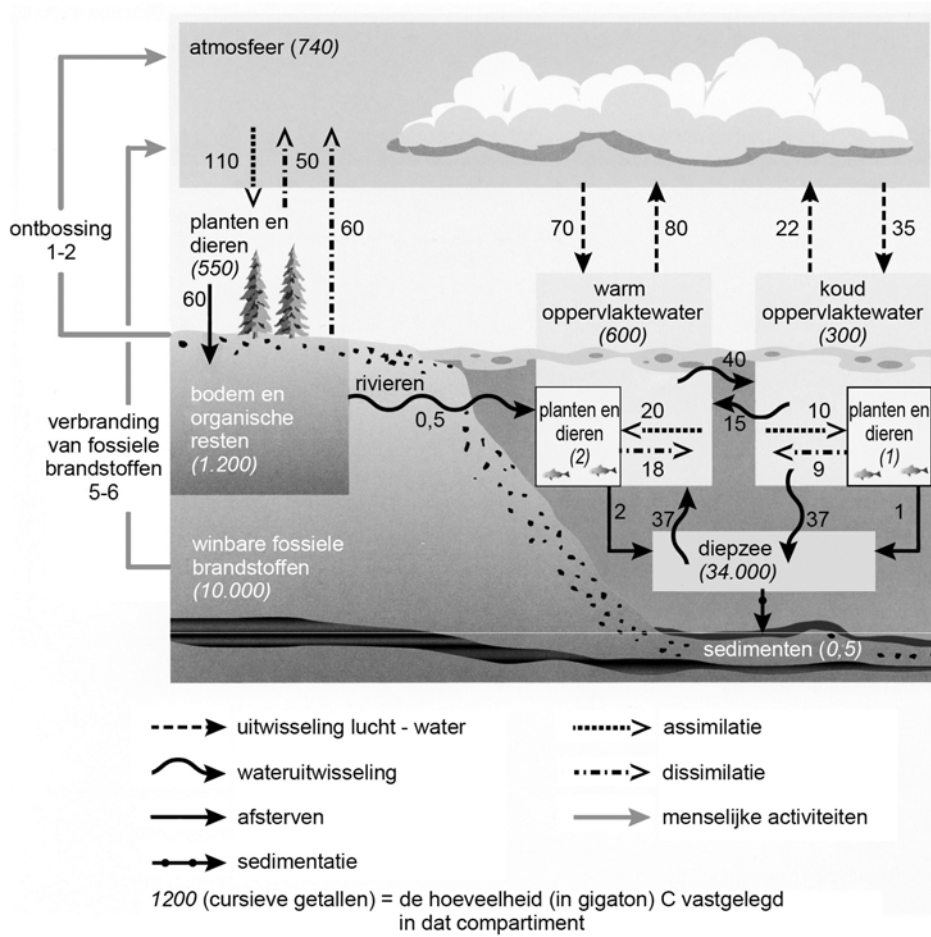
Bron: examen vwo 2013-1.

Verdwenen koolstof

Het is inmiddels wel duidelijk dat de toename van het CO₂-gehalte in de atmosfeer voor een deel door menselijk handelen veroorzaakt is. Ook is bekend dat slechts een deel van deze antropogene CO₂-emissie in de atmosfeer aanwezig blijft. Wetenschappers zijn het er nog niet over eens waar de rest van deze CO₂ gebleven is. Ze verschillen ook van mening over de mate waarin verschillende processen een rol spelen bij het vastleggen van die verdwenen koolstof. Het gebruik van modellen kan helpen inzicht te geven in de exacte gevolgen van menselijke activiteiten op de hoeveelheid koolstof die in de atmosfeer is vastgelegd.

Een bio-informaticus zou een eenvoudig model kunnen baseren op de schematische weergave van de koolstofkringloop zoals die te zien is in afbeelding 3. In ieder compartiment is de gemiddelde hoeveelheid vastgelegde koolstof in gigaton (Gt) aangegeven. De jaarlijkse koolstofstromen zijn door pijlen aangegeven met ernaast de hoeveelheden in Gt koolstof per jaar.

Afbeelding 3



Met behulp van de gegevens in het model van afbeelding 3 kun je een voorspelling doen over de toename van de hoeveelheid koolstof in de atmosfeer in een bepaald jaar.

- 2p 9 Hoe groot is die toename ongeveer?
- A 3 tot 5 Gt koolstof
 - B 212 Gt koolstof
 - C 218 tot 220 Gt koolstof
 - D 958 tot 960 Gt koolstof

De jaarlijkse toename van de hoeveelheid koolstof in de atmosfeer is niet gelijk aan de antropogene emissie ervan. Er is dus koolstof 'verdwenen'.

Met behulp van het model in afbeelding 3 kan afgeleid worden welke twee processen een rol spelen bij het verdwijnen van koolstof.

- 2p 10 Door welke twee processen verdwijnt volgens het model een deel van de antropogene CO₂-emissie weer uit de atmosfeer?

Doorrekenen van het model laat zien dat het model weinig realistisch is. De ontwerper zal het dus moeten bijstellen. Zo zal de hoeveelheid CO₂ die door planten uit de atmosfeer wordt vastgelegd niet alleen afhankelijk zijn van de atmosferische CO₂-concentratie, maar ook van de temperatuur en daarmee van de intensiteit van de dissimilatie.

Met betrekking tot de stofwisseling van planten worden drie mogelijke gevolgen van de temperatuurverhoging onderscheiden:

- 1 De dissimilatie blijft gelijk en de fotosynthese neemt toe.
- 2 De dissimilatie en fotosynthese nemen beide toe, maar de toename van de dissimilatie is minder dan die van de fotosynthese.
- 3 De dissimilatie en de fotosynthese nemen in gelijke mate toe.
Toename van de CO₂-opname door een ecosysteem (door toename van de temperatuur) leidt tot een toename van de bruto primaire productie (BPP), maar niet per se tot een toename van de netto primaire productie (NPP) van dat ecosysteem.

- 2p **11** In welke van de drie beschreven situaties kan, bij toename van de CO₂-opname als gevolg van een temperatuurverhoging, de NPP toenemen in een ecosysteem?
- A alleen in situatie 1
 - B alleen in situatie 2
 - C alleen in situatie 3
 - D in situatie 1 en 2
 - E in situatie 1 en 3
 - F in situatie 2 en 3

In tropische ecosystemen is de temperatuur doorgaans niet de beperkende factor. De toename van de fotosynthese in tropische ecosystemen wordt wel eens toegeschreven aan CO₂-bemesting op wereldschaal.

- 2p **12** Wat wordt hier bedoeld met CO₂-bemesting? En in welke bedrijfstak wordt CO₂-bemesting in Nederland toegepast?

In het model is nog geen rekening gehouden met ontwikkelingen die in gang gezet zijn op grond van internationale afspraken over CO₂-emissie.

Twee daarvan zijn:

- 1 Er wordt geëxperimenteerd met het opslaan van CO₂, dat vrijkomt bij verbranding van fossiele brandstoffen, in oude gasvelden.
- 2 Een aantal Nederlandse glastuinbouwers kan de benodigde extra CO₂ betrekken van oliemaatschappijen waarvoor dit gas een afvalproduct bij de winning van olie is.

- 2p **13** Hoe kunnen deze twee ontwikkelingen worden opgenomen in het model van afbeelding 3? Beschrijf waar de twee pijlen geplaatst moeten worden.
- 2p **14** Welke van de hierboven genoemde ontwikkelingen kan of welke kunnen bij het doorrekenen van het model bijdragen aan een vermindering van de stijging van het CO₂-gehalte in de atmosfeer?
- A geen van beide
 - B alleen 1
 - C alleen 2
 - D beide ontwikkelingen

Bron: vwo 2012-1 (pilot).

Antwoorden en uitleg

Duurzame landbouw door bodemschimmels

- 1 Door eutrofiëring vermenigvuldigen de algen (die aan de oppervlakte of zwevend in het water leven) zich massaal (en sterven vervolgens af) (1 punt).
Door gebrek aan (in het water doordringend) licht sterven ondergedoken waterplanten (1 punt).
Daardoor neemt de hoeveelheid dood organisch materiaal/detritus toe (1 punt).
Nu nemen de reducenten (die zuurstof verbruiken bij het verwerken daarvan) toe, wat leidt tot zuurstoftekort in het water (en dus vissterfte) (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 4

- 2 Er wordt dan erg veel stikstof ($120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$) toegevoegd aan de grond. Duurzaam werken houdt in dat er geen grondstoffen verspild worden en dat er geen overbesteding plaatsvindt (1 punt).
Door de aanplant van klaver spoelt relatief veel meer stikstof uit, waardoor de omgeving, bijvoorbeeld het grondwater en/of oppervlaktewater eutrofiëert (hetgeen de biodiversiteit niet ten goede komt) (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 4

- 3 Met de uitspoeling van stikstof wordt nitraat bedoeld. Nitraat ontstaat door fotochemische stikstoffixatie en door nitrificatie. Door denitrificatie verdwijnt het nitraat door omzetting in stikstofgas.
Het juiste antwoord is dus: D (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 4 In afbeelding 2 is te zien dat de lijn bij lagere biomassa oploopt. Dit betekent meer uitspoeling. Bewering 1 is dus juist. Bewering 2 is onjuist, want in grasland met klaver zit minder biomassa van schimmels. De vierkantjes (grasland met klaver) zitten namelijk over het algemeen links van de zwarte driehoekjes (grasland zonder klaver).
Het juiste antwoord is dus: A (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 5 De beschrijving van een juiste proefopzet bevat de volgende elementen:
- Alle plantenbakken bevatten dezelfde grond en plantengroei (bijvoorbeeld gras) en evenveel water en mest/stikstof (1 punt).
 - Het verschil tussen de twee groepen plantenbakken is de hoeveelheid (biomassa) schimmel in de grond (door aan een van de groepen extra schimmelsporen of juist een schimmeldodend middel toe te voegen) (1 punt).
 - Van elke groep wordt de concentratie meststoffen/stikstof in het (opgevangen) uitgespoelde water bepaald (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 6 – De plant heeft meer mineralen/stikstofverbindingen/fosfaat/P/anorganische stof tot zijn beschikking (1 punt).
– De schimmel krijgt koolhydraten/monosachariden/organische stof van de plant (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 7 De denitrificerende, nitrificerende en rottingsbacteriën leven niet in symbiose. De knolletjesbacteriën leven in symbiose (mutualisme) met hogere planten.
Het juiste antwoord is dus: B (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 8 Voorbeelden van een juist antwoord zijn (1 punt):
– De specifieke planten van voedselarme gebieden worden door de eutrofiëring weggeconcentreerd door beter aangepaste plantensoorten.
– Bij hoge stikstofconcentraties worden de tolerantiegrenzen voor steeds meer plantensoorten overschreden en blijven er minder soorten over.

THEMA 3 BASISSTOF 4

Verdwenen koolstof

- 9 De toename in de atmosfeer vanuit de winbare fossiele brandstoffen is 5 tot 6 Gt, vanuit de bodem en organische resten 1 tot 2 Gt en vanuit warm oppervlaktewater 10 Gt: samen 16 tot 18 Gt. De afname vanuit koud oppervlaktewater is 13 Gt. Het antwoord is dus een toename van 3 tot 5 Gt.
Het juiste antwoord is dus: A (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 4

- 10 De twee processen zijn:
1 fotosynthese/assimilatie (in planten) / metabolisme van planten (1 punt);
2 koolstof wordt uit de atmosfeer opgenomen in de oceanen / de CO₂ diffundeert naar diepzee/sediment (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 3

- 11 Als de netto primaire productie moet toenemen, dan zal de fotosynthese meer organische stoffen moeten maken dan de dissimilatie afbreekt. Dit is alleen het geval in de situaties 1 en 2. Bij situatie 3 blijft de hoeveelheid organische stoffen gelijk.
Het juiste antwoord is dus: D (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 2

- 12 Met CO₂-bemesting wordt de (antropogene) verhoging van het CO₂-gehalte van de lucht bedoeld, waardoor planten sneller gaan groeien (1 punt).
CO₂-bemesting wordt in de (glas)tuinbouw toegepast (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 4

- 13** Een pijl van 'verbranding fossiele brandstoffen' wijst naar 'bodem en organische resten' / naar 'sedimenten' (1 punt).
Een pijl van 'winbare fossiele brandstoffen' wijst naar 'planten en dieren' op het land (1 punt).

THEMA 3 BASISSTOF 4

- 14** Door beide ontwikkelingen neemt de CO₂-emissie af.
Het juiste antwoord is dus: D (2 punten).

THEMA 3 BASISSTOF 4