

6 Mens en milieu

Oriëntatie Plastic is overal, zelfs in ons lichaam

1

Op welke manieren kunnen micro- en nanoplastics in de voedselketen terechtkomen?

Micro- en nanoplastics kunnen in planten komen via de wortels, of via de plastic verpakking of neerslag op de plant vanuit de lucht. Micro- en nanoplastics kunnen in dieren komen via het voedsel, water en/of lucht.

2

Noordse stormvogels trekken lange perioden over zee, waardoor ze regelmatig zijn aangewezen op hun energiereserves. Wat kan het gevolg zijn voor een noordse stormvogel als hij lange afstanden vliegt na het eten van plastic?

Als een noordse stormvogel veel plastic eet, krijgt hij minder voedsel binnen en dus minder energie. Bij lange perioden van vliegen, raakt hij verzwakt en kan daardoor geen lange afstanden meer over zee vliegen.

3

Mosselen, krabben en zeeanemonen zijn kustdieren die ook op grote stukken plastic op open zee kunnen overleven. Zodoende zijn ze in staat om met het plastic mee te liften, waardoor ze zich op grote schaal naar andere kustgebieden kunnen verplaatsen.

Leg uit waarom het ecosysteem in die kustgebieden daardoor verstoord kan raken.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Er kan concurrentie optreden tussen de bestaande soorten en de nieuwe soorten.
- De nieuwe soorten kunnen ziekten met zich meebrengen.
- De nieuwe soorten kunnen uitgroeien tot een plaag, doordat er geen natuurlijke vijanden aanwezig zijn.

4

Veel verzorgingsproducten zoals douchecrème en tandpasta bevatten microplastics. Met de app *Beat the Microbead* kun je zelf onderzoeken of de verzorgingsproducten die jij of iemand anders gebruikt microplastics bevatten. Deze app kun je downloaden.

- Scan met behulp van de app de ingrediënten op de verpakking van de verzorgingsproducten die jij gebruikt en noteer of ze microplastics bevatten.
- Ben je bereid om het verzorgingsproduct dat microplastics bevat te vervangen door een product dat geen microplastics bevat? Licht je antwoord toe.

Eigen antwoord.

5

Microplastics zitten ook in tapijten en kleding. Ze komen ook vrij bij het openen van verpakkingsmaterialen.

Noteer twee maatregelen die je kunt nemen zodat er minder (micro)plastics in het milieu terechtkomen.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Je kunt minder synthetische kleding kopen.
- Je kunt kleding kopen die van natuurlijke materialen is gemaakt, zoals katoen of linnen.
- Je kleding kun je minder vaak wassen.
- Je kunt een speciaal filter gebruiken dat microplastics uit waswater haalt, voordat ze het riool in gaan.
- Je kunt minder plastic verpakkingen gebruiken.
- In plaats van water uit flesjes kun je kraanwater drinken.

1 Kringlopen

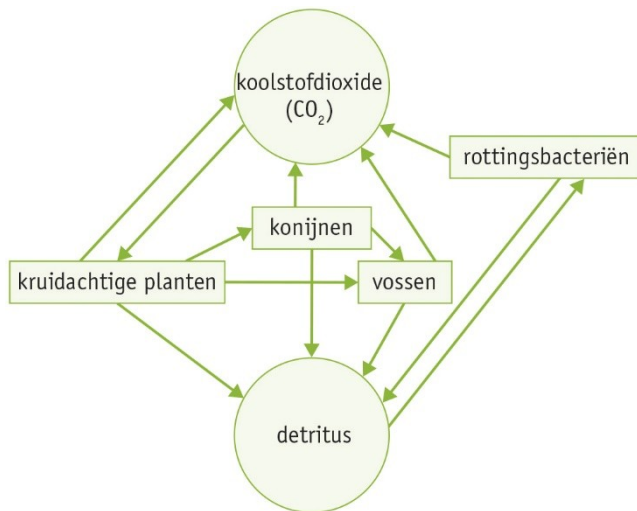
KENNIS

1

Maak een schema van de koolstofkringloop. Gebruik daarbij de volgende organismen en stoffen: *detritus* – *konijnen* – *koolstofdioxide (CO₂)* – *kruidachtige planten* – *rottingsbacteriën* – *vossen*.

Plaats in je schema alle voor deze koolstofkringloop relevante pijlen.

Voorbeeld van een juist schema:



2

In afbeelding 4 is de maandelijkse verandering van de CO₂-concentratie op aarde weergegeven. Leg deze verandering uit aan de hand van afbeelding 5.

Het grootste deel van de planten groeit op het noordelijk halfrond. In de late herfst en winter sterven daar veel planten of ze verliezen hun bladeren. Afbraak van dode planten en ademhaling zorgen voor een verhoogd CO₂-gehalte in de atmosfeer. Na aanvang van de lente, wanneer planten op het noordelijk halfrond opnieuw gaan groeien, nemen planten veel CO₂ op.

3

Door fotosynthese van planten wordt er elk jaar 121,3 miljard ton CO₂ uit de lucht vastgelegd in planten in de vorm van koolhydraten. Een deel van dit CO₂ komt weer vrij door dissimilatie in planten (60 miljard ton), in dieren (60 miljard ton) en door bosbranden (1,6 miljard ton). Daarnaast wordt 92 miljard ton CO₂ opgenomen in zeeën en komt er uit diezelfde zeeën 90 miljard ton in de atmosfeer. Door verbranding van fossiele brandstoffen komt 5,5 miljard ton CO₂ in de atmosfeer.

a Welke organismen in zeeën zorgen voor de opname van CO₂?

In zeeën leven cyanobacteriën en algen. Deze autotrofe organismen nemen CO₂ op uit het water en uit de lucht voor fotosynthese.

b Wat is de voornaamste bron voor de toename van CO₂ in de atmosfeer?

De voornaamste bron van toename van CO₂ in de atmosfeer is de verbranding van fossiele brandstoffen.

c Bereken de jaarlijkse toename van CO₂ in de atmosfeer.

Aan de lucht onttrokken: $121,3 + 92 = 213,3$ ton

Aan de lucht toegevoegd: $60 + 60 + 1,6 + 90 + 5,5 = 217,1$ ton

In totaal wordt per jaar $217,1 - 213,3 = 3,8$ miljard ton CO₂ toegevoegd aan de lucht.

4

Belgische onderzoekers ontdekten dat de buitenkant van een klein bosje meer koolstof opslaat dan de bomen midden in een groot bos. In 45 verschillende loofbossen maten ze zowel in de bomen, in de bodem, als in de strooisellaag (humus, organisch materiaal afkomstig van gedeeltelijk afgebroken detritus) de hoeveelheid opgeslagen koolstof. Uit hun onderzoek bleek dat aan de rand van het bos gemiddeld 230 ton koolstof per hectare voorkwam, terwijl dat 100 meter diep in het bos 176 ton was.

Geef een mogelijke verklaring voor deze hogere koolstofopslag aan de bosrand.

Voorbeelden van mogelijke verklaringen:

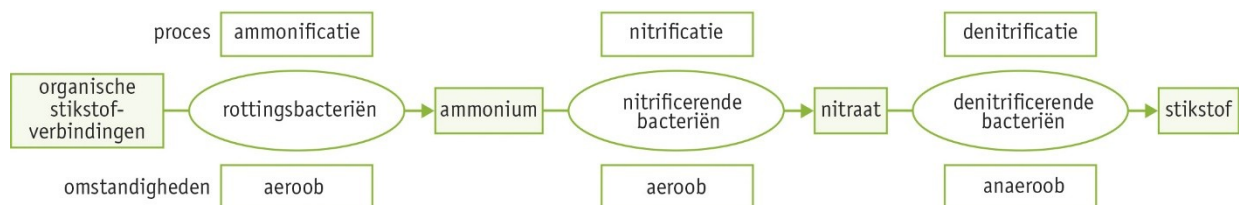
- Aan de bosrand is meer licht beschikbaar voor fotosynthese. Daardoor groeien bomen sneller / groeien er meer bomen.
- Aan bosranden liggen zeer vaak akkers of wegen. Via landbouw of verkeer komt er meer stikstof vrij. Dat zorgt voor een constante bemesting van de bosrand, waardoor er ook een snellere groei is van bomen.

5

Bij de vorming van stikstof uit organische stoffen in de bodem spelen verschillende bacteriën, processen en omstandigheden een rol.

Vul het schema van afbeelding 8 in. Kies uit: *aeroob* – *ammonificatie* – *anaeroob* – *denitrificatie* – *denitrificerende bacteriën* – *nitrificatie* – *nitrificerende bacteriën* – *rottingsbacteriën*.

Voorbeeld van een juist schema:



6

De Nederlandse regering wil de stikstofuitstoot drastisch verlagen, vooral rond natuurgebieden. Stikstofmaatregelen kun je nemen voor de industrie, de bouw, het verkeer, de landbouw en de veeteelt.

- a Over welke vorm van stikstof wordt gesproken als het gaat om een vermindering van de stikstofuitstoot door de boerensector?

Deze vorm van stikstof is NH_3 .

- b Zou denitrificatie een oplossing kunnen zijn om de stikstofuitstoot van landbouwbedrijven tegen te gaan? Leg uit waarom wel of waarom niet.

Voorbeelden van juist antwoorden:

- Denitrificatie is geen oplossing, omdat het om uitstoot van ammoniak gaat en je ammoniak niet kunt omzetten in N_2 .
- Denitrificatie is geen oplossing, omdat er eerst nitrificatie moet plaatsvinden / ammoniak eerst moet worden omgezet in nitraat door nitrificerende bacteriën. Dit gebeurt onder aerobe omstandigheden, terwijl denitrificatie van nitraat anaerobe omstandigheden vergt.

7

In diverse Nederlandse natuurgebieden wordt gewerkt aan natuurherstel. Toen de waterkwaliteit verbeterde, kwam in natuurgebied de Nieuwkoopse Plassen het blaasjeskruid terug: een vleesetende waterplant.

- a Hoe komt het blaasjeskruid aan stikstofverbindingen?

Het blaasjeskruid komt aan zijn stikstofverbindingen door vertering van eiwitten van gevangen waterdierpjes.

- b Door de natuurherstellende maatregelen is het water weer stikstofarm geworden. Hierdoor heeft het blaasjeskruid zo'n sterke comeback kunnen maken. Leg dit uit.

Het water is stikstofarm en dan wordt een vleesetende plant niet meer weggeconcentreerd door andere waterplanten, die juist profiteren van stikstofrijk water.

INZICHT

8

Voor de bossen op zandgronden vormen de strooisellaag en de bovenste bodemlagen een belangrijke opslag voor koolstof. De koolstofgehalten zijn het hoogst in de strooisellaag. Daaronder neemt het koolstofgehalte in de bovenste bodemlagen steeds verder af naarmate je dieper in de bodem komt.

Leg uit waarom het koolstofgehalte in de strooisellaag hoger is dan in de bovenste bodemlagen.

Het koolstofgehalte in de strooisellaag is hoger dan in de bovenste bodemlagen, omdat de strooisellaag nog veel onafgebroken of slechts gedeeltelijk afgebroken plantenresten en andere organische stoffen en dus koolstof bevat. In de bovenste bodemlagen is al veel organische stof door reducenten omgezet in anorganische stoffen (dissimilatie), waarbij CO_2 aan de lucht is afgegeven en dus koolstof uit de bodem is verdwenen.

9

Bij de verbranding van snoeiafval komt koolstofdioxide vrij. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt ook koolstofdioxide vrij.

Beredeneer waarom de verbranding van snoeiafval niet tot een toename van de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht leidt en de verbranding van fossiele brandstoffen wel.

Bij verbranding van snoeiafval komt CO_2 vrij die anders ook zou vrijkomen, maar dan door dissimilatie door reducenten gedurende de kortlopende koolstofkringloop. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen wordt koolstof afgegeven die al heel lang geleden aan de koolstofkringloop is onttrokken (langlopende kringloop) en dus komt er extra CO_2 in de lucht.

10

In de landbouw worden allerlei maatregelen genomen om de oogst te verhogen. Na het oogsten van gewassen blijft de bodem stikstofarm achter. Een oplossing is de bemesting van de grond met drijfmest. Drijfmest bestaat uit dode resten van planten (hooi en stro) en uitwerpselen en urine van dieren. Boeren kunnen ook kiezen voor bemesting met kunstmest.

- a Licht aan de hand van de koolstofcyclus toe of bemesting met kunstmest beter of slechter is voor het milieu.

Bemesting met kunstmest is slechter voor het milieu, want de kunstmest wordt in fabrieken geproduceerd. Dit kost veel energie en zorgt voor extra CO_2 -uitstoot. Ook de distributie van kunstmest kost meer energie en veroorzaakt dus meer CO_2 -uitstoot.

- b Een andere maatregel in combinatie met bemesting is het omploegen van de bodem in het voorjaar. Beredeneer waarom dit goed is voor de vorming van nitraat.

Door het omploegen van de grond komt er meer lucht en dus zuurstof in de grond. De ammoniumionen die in de grond aanwezig zijn, kunnen dan door de aerobe nitrificerende bacteriën worden omgezet in nitraat.

11

Door een daling van de grondwaterstand kan er meer lucht doordringen in een bodem. Op veengronden kan dit leiden tot de vorming van nitraat. Deze mineralisatie kan oplopen tot honderden kilogram stikstof per hectare per jaar. Verhoging van de grondwaterstand in veengebieden kan bijdragen aan de vermindering van de mineralisatie, zodat het nitraatgehalte van de bodem gelijk blijft of zelfs daalt.

Leg uit hoe een verhoging van de grondwaterstand in veengebieden op twee manieren kan leiden tot vermindering van het nitraatgehalte van veengronden. Gebruik bij deze opdracht **BiNaS** tabel 93G.

Door een verhoging van de grondwaterstand komt er minder zuurstof in de bodem. Daardoor vindt er:

- minder nitrificatie plaats, waardoor minder ammonium wordt omgezet in nitraat.
- meer denitrificatie plaats, waardoor meer nitraat wordt omgezet in N_2 .

12

Tijdens sommige evenementen wordt urine ingezameld en gerecycled tot kunstmest. In urine zit veel fosfaat, dat nu nog in mijnen wordt gewonnen. Over vijftig jaar zijn deze mijnen leeg.

- a Fosfaat is nodig voor de groei van gewassen. Voor de vorming van welke organische moleculen wordt fosfaat vooral gebruikt? Gebruik bij deze opdracht **BiNaS** tabel 91D.

Fosfaat wordt vooral gebruikt voor de vorming van DNA, RNA en ATP.

- b Leg uit dat met het terugwinnen van fosfaat uit urine de fosfaatkringloop wordt gesloten.

De fosfaatkringloop wordt gesloten doordat fosfaat in de kringloop tussen plant – mens – anorganische stof terechtkomt.

13

Het schema van afbeelding 9 toont de belangrijkste stikstofstromen in de traditionele intensieve landbouw in China (in kilogram stikstof per hectare per jaar). Om een zo hoog mogelijke inbreng van stikstof te krijgen, hergebruiken de Chinezen zoveel mogelijk organisch materiaal.

- a Welke twee compartimenten uit het schema vormen samen een kringloop?

Anorganische N in de bodem en organische N in de bodem vormen samen een kringloop.

- b Uit het schema van afbeelding 9 blijkt dat een geleidelijke toename van de stikstofvoorraad in de bodem plaatsvindt.

Bereken de hoeveelheid organische stikstof en de hoeveelheid anorganische stikstof die in de bodem wordt opgebouwd en tel deze bij elkaar op. Noteer de eenheid.

anorganische stikstof in = $(10 + 50 + 65 + 5 =) 130$

anorganische stikstof uit = $(5 + 5 + 80 + 5 + 15 =) 110$

dus netto extra in: $20 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$

organische stikstof in = $(15 + 40 + 5 + 5 + 20 =) 85$

organische stikstof uit = $(5 + 65 =) 70$

dus netto extra in: $15 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$

totaal extra in: $(20 + 15 =) 35 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$

14

Stikstofkringloop en bacteriën

Nederlandse Biologie Olympiade 2015, vraag 11.

Vier geïsoleerde stammen (A-D) van bodembacteriën werden onderzocht op hun invloed op de stikstofkringloop. Elke stam werd gekweekt op vier verschillende voedingsbodems: (1) pepton (korte polypeptiden), (2) ammonium, (3) nitraat en (4) nitriet. Alleen de nitraatvoedingsbodem bevat een koolhydraat als koolstofbron.

Na een incubatietijd van zeven dagen werden de bacterieculturen biochemisch onderzocht op veranderingen. De resultaten zijn in tabel 1 weergegeven.

Naar aanleiding van de resultaten worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 Bacteriestam A kan bestaan uit bacteriën die nitraat als oxidator gebruiken om energie te produceren.
- 2 Bacteriestam B behoort tot de denitrificerende bacteriën.
- 3 Bacteriestam C behoort tot de nitrificerende bacteriën.
- 4 Bacteriestam C en D behoren tot de heterotrofe bacteriën.

Geef voor iedere bewering aan of deze juist of onjuist is.

Bewering 1 is juist.

Bewering 2 is onjuist.

Bewering 3 is juist.

Bewering 4 is onjuist.

Context Een tekort aan stikstof

15

- a De studie lijkt een 'tekort' aan stikstof aan te tonen, maar dat is in feite niet juist. Leg uit waarom de onderzoekers in hun studie spreken over een 'relatief tekort aan beschikbare stikstof' in de onderzochte gebieden en niet over een 'stikstoftekort'.
Er is geen afname van stikstof, maar door een overmaat aan CO₂ neemt de vraag naar stikstof door planten toe. Maar de hoeveelheid stikstof in het natuurgebied blijft gelijk of is minder sterk toegenomen. Alleen relatief gezien is er in deze gebieden dus een tekort aan beschikbare stikstof.
- b Volgens de onderzoekers kan dit tekort aan beschikbare stikstof leiden tot een afname van de populaties planteneters in deze gebieden. Licht toe hoe dit kan gebeuren.
Bladeren bevatten minder (stikstofrijke) eiwitten en zijn dus minder voedzaam. Daardoor kunnen planteneters zich minder goed voeden met bladeren en zich minder voortplanten.
- c Welk gevolg kan dit verder hebben voor de voedselketen?
Een gevolg voor de voedselketen kan een afname van populaties van hogere trofische niveaus (door een tekort aan voedingsstoffen) zijn.

16

Zomaar stikstof toevoegen aan de stikstofarme gebieden is niet aan te raden volgens de wetenschappers. Maar het zorgt wel voor voedzamere bladeren voor planteneters.

- a Het toevoegen van stikstof kan ook leiden tot een verlaging van de hoeveelheid CO₂ in de lucht. Leg dit uit.
Door het toevoegen van stikstof zullen bomen beter groeien en dus veroorzaakt extra stikstof meer opslag van CO₂.
- b Andere onderzoeken die de effecten van bemesting met alleen stikstof in bossen in kaart brachten, lieten maar weinig effecten op de groei zien.
Wat is de meest voor de hand liggende verklaring hiervoor?
Niet alleen stikstof, maar ook andere voedingsstoffen (bijvoorbeeld fosfaat) beperken de groei van planten.

2 Voedselproductie

KENNIS

17

Uitspoeling kan leiden tot eutrofiëring van oppervlaktewater. Deze eutrofiëring kan soms leiden tot vissterfte, maar in eerste instantie treedt er vooral sterfte van planten op.

- a Op welke twee manieren ontstaat de enorme toename van dood organisch plantaardig materiaal? Leg je antwoord uit.

Door waterbloei (excessieve groei van algen en andere planten aan het wateroppervlak zoals kroos) wordt de hoeveelheid beschikbaar licht voor ondergedoken waterplanten sterk verminderd. Ze kunnen onvoldoende aan fotosynthese doen en sterven.

De algen die in eerste instantie explosief zijn gegroeid, hebben maar een korte levensduur en sterven tegelijkertijd ook massaal.

- b Leg uit waardoor er uiteindelijk ook vissterfte optreedt in een eutrofe plas.

Door de enorme toename van het dode organische materiaal nemen reducenten in aantal toe. Zij verbruiken enorm veel zuurstof bij de afbraak van het organisch materiaal. Door het gebrek aan zuurstof sterven de vissen.

18

Een fabriek loosde enige tijd afval met kwik in een meer. Het kwikgehalte in het water werd steeds hoger. Enkele mensen die vis uit het meer hadden gegeten, stierven door vergiftiging. Mensen lopen meer gevaar door het eten van een kilogram met kwik verontreinigde vis uit dit meer dan door het drinken van dezelfde hoeveelheid ongezuiverd water uit het meer.

Leg uit hoe dit komt.

Door accumulatie (ophoping) van gifstoffen is het kwikgehalte van een kilogram vis uit het meer veel hoger dan het kwikgehalte van een kilogram ongezuiverd water uit het meer.

19

Chemische bestrijdingsmiddelen hebben een slechte naam. Toch worden er tegenwoordig door de chemische industrie ook bestrijdingsmiddelen geproduceerd die veel minder impact op het milieu hebben.

- a Aan welke drie voorwaarden moeten deze milieuvriendelijkere chemische bestrijdingsmiddelen ten minste voldoen? Leg je antwoord uit.

- Deze milieuvriendelijkere chemische bestrijdingsmiddelen moeten soortspecifiek zijn, zodat er geen andere soorten worden gedood.
- Ze moeten niet-persistent zijn, zodat ze niet langdurig in het milieu achterblijven.
- Ze moeten niet tot resistentie leiden, anders heeft het bestrijdingsmiddel na verloop van tijd geen effect meer, waardoor de oogst kan mislukken.

- b Zal de chemische industrie in het algemeen meer kennis nodig hebben voor de productie van een soortspecifiek insecticide of voor de productie van een niet-soortspecifiek insecticide?

Leg je antwoord uit.

De meeste kennis zal nodig zijn voor de productie van een soortspecifiek insecticide.

Hiervoor moet een stof worden gevonden waarvoor alleen een bepaalde soort gevoelig is en andere soorten niet.

20

Als een boer meerdere jaren achtereen aardappelen op dezelfde akker verbouwt, treedt aardappelmoeheid op. Bij deze ziekte tasten microscopisch kleine parasitaire rondwormen (aardappelcystenaaltjes) de wortels van aardappelplanten aan, waardoor een deel van de oogst verloren gaat. Chemische bestrijding is niet toegestaan.

- a Leg uit hoe een boer aardappelmoeheid kan voorkomen door wisselteelt toe te passen.

Als de boer overgaat op een ander gewas, gaan de parasitaire rondwormen (aardappelcystenaaltjes) dood, omdat hun gastheer (de aardappelplant) er niet meer voorkomt.

- b Na de oogst van de aardappelen blijven eitjes van de rondwormen achter in de bodem. De eitjes kunnen lange tijd overleven en komen pas uit als ze worden geactiveerd door een stof die wordt uitgescheiden door groeiende aardappelplanten.

Leg uit waarom boeren het advies krijgen om minimaal drie jaar te wachten voordat ze op hetzelfde stuk land weer aardappelen telen.

De eitjes van de wormen in de cysten kunnen lange tijd overleven. Als er te snel weer aardappelplanten worden verbouwd, kunnen ze opnieuw de plant infecteren. Na drie jaar is dit risico blijkaar voldoende afgenomen.

- c Er bestaan aardappelrassen die beter resistent zijn tegen aardappelcystenaaltjes. Waarom duurt het via klassieke veredeling vaak jaren om een resistent aardappelras te krijgen?

Planten met de gewenste eigenschap (resistentie tegen aardappelcystenaaltjes) worden met elkaar gekruist en de nakomelingen die het meest resistent zijn worden geselecteerd. Die selectie kan pas plaatsvinden na blootstelling aan de aaltjes. Vervolgens worden de geselecteerde aardappelplanten weer verder gekruist, net zolang tot er een resistent ras ontstaat. Dit proces kan jaren duren.

- d Genetische modificatie is sneller. Welk gen of welke genen zou je op basis van de eerder verstrekte informatie kunnen modifieren om infectie van aardappelplanten te voorkomen?

Om infectie van aardappelplanten te voorkomen zou je het gen of de genen in de aardappelplant kunnen modifieren die verantwoordelijk zijn voor de productie van de lokstof.

21

In de biologische landbouw is het gebruik van kunstmest verboden en het gebruik van drijfmest aan banden gelegd. Daarom wordt vaak gebruikgemaakt van zogenaamde groenbemesting, liefst met vlinderbloemige planten. De planten worden ingezaaid wanneer het land braak ligt, vaak in de periode na de oogst. Voor het inzaaien van de productiegewassen plaatsvindt, worden de groenbemesters ondergeploegd.

Leg uit waarom je dit groenbemesting noemt.

Deze groenbemesting zorgt voor een toename van organische stoffen in de bodem, net als drijfmest. Reducenten kunnen vervolgens organische stoffen omzetten in anorganische mineralen. De bodem wordt dus weer rijk aan voedingsstoffen.

22

Over het algemeen wordt er iets anders bedoeld met het gebruik van biologische bestrijdingsmiddelen dan met de term biologische bestrijding.

Leg uit wat het verschil is.

Bij biologische bestrijding maak je gebruik van biologische verschijnselen, zoals de inzet van natuurlijke vijanden, bijvoorbeeld de sluipwesp tegen witte vlieg. Bij het gebruik van biologische bestrijdingsmiddelen maak je gebruik van stoffen van natuurlijke oorsprong om een plaag of ziekte te bestrijden, zoals plantenextract met een afwerende werking.

INZICHT

23

Een voorbeeld van biologische bestrijding die veelvuldig in de glastuinbouw tegen een spintmijtplaag wordt gebruikt, zijn de roofmijten *Phytoseiulus persimilis* en *Amblyseius californicus*. Spintmijten (zie afbeelding 21) zorgen in alle stadia voor schade aan planten. De larven, nimfen en volwassen spintmijten penetreren het plantweefsel aan de onderkant van de bladeren. Bij ernstige aantasting kan uiteindelijk de hele plant doodgaan.

- a *Phytoseiulus persimilis* is de meest ingezette natuurlijke vijand en voedt zich met alle stadia van de spintmijt. Leg uit hoe het komt dat er bij bestrijding van de spintmijt met *Phytoseiulus persimilis* geen kans bestaat op het ontstaan van een plaag van deze roofmijt.

Door de bestrijding met roofmijten zijn er steeds minder spintmijten en is er dus minder voedsel voor de roofmijt. Hierdoor neemt het aantal roofmijten vanzelf af.

- b *Amblyseius californicus* voedt zich ook met alle stadia van de spintmijt, met een voorkeur voor eieren, larven en nimfen. In tegenstelling tot de *Phytoseiulus* kan hij zich ook voeden met het stuifmeel van planten, indien nodig.

Leg uit waarom je deze roofmijt ook preventief kunt inzetten bij de bestrijding van spintmijt.

Als er nog geen prooi aanwezig is, kan deze roofmijt overleven door zich tijdelijk te voeden met het stuifmeel van planten. Zodra de spintmijt verschijnt, zal hij overschakelen op voeding door middel van zijn prooi en zo in een zeer vroeg stadium een spintmijtplaag voorkomen.

- c Leg uit waarom inzet van deze natuurlijke vijanden vooral geschikt is voor de glastuinbouw (de teelt van gewassen in kassen).

In een kas is sprake van een afgesloten ruimte, dus een ecosysteem dat min of meer gesloten is. De roofmijt kan hierdoor niet weg en zal zich voeden met de aanwezige prooien.

24

Bij de bestrijding van sommige insectensoorten worden feromonen gebruikt. Met behulp van feromonen worden in de paringstijd de mannetjesinsecten gelokt en gevangen. Een mannetje kan met veel vrouwtjes paren. Vrouwtjes die eenmaal hebben gepaard, verliezen hun belangstelling voor mannetjes. Er zijn twee maatregelen mogelijk: je kunt de gevangen mannetjes doden of ze onvruchtbaar maken en vervolgens weer in hetzelfde gebied loslaten.

Welke maatregel zal het aantal insecten in de volgende generatie het sterkst beperken? Leg je antwoord uit.

Het onvruchtbaar maken van de mannetjes en ze daarna weer in hetzelfde gebied loslaten, zal het aantal insecten in de volgende generatie het sterkst beperken. De onvruchtbare mannetjes zullen paren met vrouwtjes. Die vrouwtjes paren daarna niet meer en brengen dus geen nakomelingen voort. Het doden van mannetjes zal minder effect hebben. Je kunt niet alle mannetjes vangen. Eén mannetje kan met zeer veel vrouwtjes paren. Zo zullen toch veel vrouwtjes nakomelingen voortbrengen.

25

Onderzoekers zijn erin geslaagd de rijstproductie op een rijstveld door middel van genetische modificatie tot 40% te verhogen. Door het toevoegen van een extra kopie van een bepaald gen (coderend voor een transcriptiefactor) groeit de plant sneller en produceert hij meer rijstkorrels. De onderzoekers vertellen hoe belangrijk dergelijke oplossingen zijn om te voldoen aan de stijgende vraag naar voedsel zonder de aarde nog meer te belasten.

- a Tegenstanders van genetische modificatie zijn bang dat de gentechgewassen schade toebrengen aan mens en milieu. Geef een ecologisch argument tegen genetische modificatie.

Voorbeelden van ecologische argumenten:

- De kans bestaat dat deze toegevoegde genen zich in andere planten verspreiden.
- De kans bestaat dat planten met vreemde genen inheemse planten wegconcurreren.
- De kans bestaat dat de planten zodanig veranderen dat er een nieuwe soort ontstaat, met verstoring van ecosystemen tot gevolg.

- b De conclusie van de wetenschappers is dat hun genetisch gemodificeerde rijstplanten meer opbrengen, doordat ze in staat zijn tot een efficiëntere stikstofopname, zelfs op een stikstofarme bodem.

Stel dat de genetische modificatie breed inzetbaar is bij andere voedselgewassen. Hoe zou deze modificatie dan kunnen bijdragen aan een vermindering van een ander probleem zoals uitspoeling? Leg je antwoord uit.

Als voedselgewassen door een efficiëntere stikstofopname ook goed kunnen groeien op een stikstofarme bodem, is er geen bemesting nodig. Bemesting is verantwoordelijk voor een deel van de uitspoeling van voedingszouten naar de omgeving.

26

Intensieve bemesting kan leiden tot uitspoeling van mineralen. Uit onderzoek blijkt de mate waarin dat gebeurt te verschillen tussen grondsoorten.

Twee verschillende grondsoorten zijn klei en zand. Bij welke grondsoort verwacht je meer uitspoeling? Verklaar dit aan de hand van de structuur van de bodem.

Bij zandgrond verwacht je meer uitspoeling, want zandgrond heeft grotere holtes tussen de bodemdeeltjes dan klei. Daardoor loopt water sneller door zand dan door klei en spoelen de mineralen dus ook sneller uit.

27

DDT in voedselketen

Naar: Nederlandse Biologie Olympiade 2012, vraag 6.

In afbeelding 22 is de ophoping van het insecticide DDT (dichloordifenyiltrichloorethaan, concentratie is gegeven in ppm) in een voedselketen weergegeven.

De vier stappen in de voedselketen zijn genummerd.

- a Is uit deze gegevens in afbeelding 22 op te maken bij welke stap de relatieve accumulatie van DDT het grootst is? Zo ja, in welke stap is dit het geval? Licht je antwoord toe.
Bij stap 1 is de relatieve accumulatie van DDT het grootst. De concentratie DDT neemt bij die stap met een factor 1000 toe (van 0,000 05 ppm naar 0,05 ppm). Bij de andere stappen is deze factor veel kleiner.
- b DDT werd vanaf het begin van de Tweede Wereldoorlog gebruikt als bijzonder effectief middel om verspreiding van ziekten zoals malaria, tyfus, luizen en de builenpest tegen te gaan. Daarnaast werd het al snel breed ingezet voor de bestrijding van insecten in zowel de landbouw als binnenshuis. Inmiddels is het middel vrijwel overal ter wereld verboden, omdat nu bekend is hoe schadelijk het is. Daarnaast is de werkzaamheid sterk afgenomen. Beredeneer waarom er nog steeds significante concentraties van DDT worden gevonden in het water en organismen.
Het middel is veel gebruikt en is moeilijk biologisch afbreekbaar. Het is een persistente stof.
- c Hoe kun je verklaren dat de werkzaamheid van DDT sterk is afgenomen in de periode dat het intensief werd gebruikt?
DDT werd vaak gebruikt voor de bestrijding van insecten. Daarbij is de kans groot dat er individuen zijn die door genetische eigenschappen beter bestand zijn tegen het middel. Deze individuen van een soort hebben zich onderling voortgeplant en zo is er binnen de soorten steeds meer resistentie ontstaan tegen het middel.

Context Ben jij klaar voor het eten van insecten?

28

Bij onderzoek naar de efficiëntie van voedselproductie is de conversiefactor belangrijk. Deze geeft aan welk deel van de energie in het voedsel van een organisme wordt omgezet in biomassa. Als de biomassa van een dier door het eten van 100 kilojoule (kJ) biomassa toeneemt met 10 kJ, is de conversiefactor 0,1.

In tabel 2 staan gegevens over de energiestroom in een stabiel graslandecosysteem: de gemiddelde hoeveelheden van de voedselopname, de assimilatie, de onverteerbare resten, de opbouw van organische stoffen (productie) en de dissimilatie. De hoeveelheden zijn gebaseerd op een netto primaire productie (NPP) van 100 joule per m² per jaar.

- a Bereken op basis van de gegevens in tabel 2 de gemiddelde conversiefactor van plantenetende insecten. Geef je antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

$$\text{productie} / \text{opname} = 0,64 / 4,00 = 0,16$$
- b Bereken ook de gemiddelde conversiefactor van plantenetende dieren zoals kippen en koeien.

$$\text{productie} / \text{opname} = 0,25 / 25 = 0,01$$
- c Leg met behulp van de conversiefactor uit dat insecten eten minder belastend is voor het milieu dan het eten van kippen- of koeienvlees.
 De conversiefactor van ongewervelde herbivoren, waaronder insecten, is 16× zo hoog als die van gewervelde herbivoren, zoals kippen en koeien. Voor de productie van een kilo insectenvlees zijn dus veel minder grondstoffen en energie nodig dan voor een kilo kippen- of koeienvlees. Insecten eten is daardoor minder belastend voor het milieu.
- d Geef een verklaring waarom de conversiefactor bij insecten zoveel hoger ligt dan bij kippen en koeien.
 De conversiefactor ligt bij insecten veel hoger omdat de insecten poikilotherm zijn. Ze hebben dus geen constante lichaamstemperatuur en verspillen veel minder energie aan het handhaven van de lichaamstemperatuur rondom een vaste waarde, zoals de (homoiotherme) kip en koe.
- e Beargumenteer dat alleen de gegevens over het verschil in voedselconversie onvoldoende zijn voor de aanbeveling om meer insecten te eten.
 De tabel geeft geen informatie over andere aspecten van insectenkweek, zoals de benodigde oppervlakte voor huisvesting, brandstofverbruik (voor verwarming), soort voedsel en productie daarvan.

3 Versterkt broeikaseffect

KENNIS

29

Door ontbossing is ongeveer de helft van de oorspronkelijke bossen op aarde verdwenen. Vooral in het tropisch regenwoud vindt ontbossing nog steeds op grote schaal plaats.

- a Leg uit hoe ontbossing kan leiden tot een verhoging van het CO_2 -gehalte in de atmosfeer.
Bomen slaan CO_2 op in de vorm van organische stoffen. Als er ontbossing plaatsvindt, kunnen deze bomen geen CO_2 meer uit de atmosfeer opslaan. Bovendien komt de CO_2 die ze hadden opgeslagen (uiteindelijk) weer vrij, bijvoorbeeld door verbranding. Hierdoor stijgt het CO_2 -gehalte in de atmosfeer.
- b Welk effect heeft ontbossing op de uitstoot van methaan? Leg je antwoord uit.
Door ontbossing zal de methaanuitstoot afnemen, omdat ontbossing vooral speelt in het tropisch regenwoud, dat verantwoordelijk is voor een hoge uitstoot van methaan (bomen geven ook methaan af).
- c Het aanplanten van bossen blijft toch zinvol als middel ter bestrijding van het broeikaseffect. Geef hiervoor een verklaring.
Aanplanten van bossen blijft zinvol omdat bossen veel meer CO_2 opnemen dan dat ze methaan afgeven.

30

Methaan is een veel krachtiger broeikasgas dan CO_2 . Toch heeft CO_2 een veel grotere impact op het broeikaseffect. Geef hiervoor een verklaring.

Voorbeelden van juiste verklaringen:

- De concentratie van CO_2 in de atmosfeer is vele malen hoger.
- De verblijfsduur van CO_2 in de atmosfeer is vele malen langer.
- Methaan wordt veel sneller afgebroken (en omgezet in CO_2).

31

- a Leg uit hoe de concentratie van waterdamp indirect toeneemt door menselijk handelen.
De mens zorgt voor een verhoogde uitstoot van andere broeikasgassen, bijvoorbeeld door de verbranding van fossiele brandstoffen. Het gevolg hiervan is dat de temperatuur stijgt. Hierdoor verdampt meer water en ontstaat er dus meer van het broeikasgas waterdamp.
- b Leg uit dat de toename van de hoeveelheid waterdamp een zichzelf versterkend proces is.
Waterdamp is een broeikasgas en zorgt dus zelf ook voor temperatuurstijging. Doordat waterdamp toeneemt bij een hogere temperatuur, zorgt deze toename dus ook weer voor temperatuurstijging en dus ook weer voor meer waterdamp, enzovoort.

32

In het krijt was het klimaat warmer dan nu. Onderzoekers stellen dat dit mogelijk kwam door een veel hogere vulkanische activiteit.

Leg uit hoe vulkaanuitbarstingen kunnen bijdragen aan de opwarming van de aarde.

Bij een vulkaanuitbarsting wordt er CO_2 (en H_2O) uitgestoten. Bij toename van dit broeikasgas in de atmosfeer wordt er dus meer warmte vastgehouden door de dampkring, met als gevolg een hogere temperatuur op aarde.

33

China is wereldwijd veruit de grootste uitstoter van CO₂. Toch is de CO₂-voetafdruk van een persoon uit China lager dan de CO₂-voetafdruk van een Europeaan. De grootte van je CO₂-voetafdruk wordt bepaald door de hoeveelheid CO₂ die je uitstoot tijdens je leven, door alles wat je doet en gebruikt.

Leg uit waardoor de uitstoot van CO₂ in China een stuk groter is dan in Europa, maar de CO₂-voetafdruk van een Europeaan groter is dan die van iemand uit China.

In China wordt veel meer CO₂ uitgestoten dan in Europa, omdat in China veel spullen worden geproduceerd. Mensen in Europa kopen de spullen die in China worden geproduceerd. Bij het maken en vervoeren van die spullen is CO₂ vrijgekomen. Hierdoor wordt de CO₂-voetafdruk van een persoon uit Europa groter.

34

De klimaatverandering heeft ook impact op de gezondheid van de mens. Uit een internationaal onderzoek blijkt dat in de periode van 1991 tot 2018 in Nederland jaarlijks ongeveer 250 mensen stierven aan de gevolgen van de klimaatverandering. Het betrof vooral oudere en kwetsbare mensen. Zij hebben een minder goede temperatuurregulatie.

- a Welk gevolg van de klimaatverandering zal met name verantwoordelijk zijn voor de toename in sterfte?

Dit gevolg van klimaatverandering is de toename van (langere) perioden van hitte.

- b Voorspellingen voor 2050 laten geen toename zien in de wereldwijde sterfte van mensen ten gevolge van de klimaatverandering (als de opwarming wordt beperkt tot 1,5 tot 2 °C). Hoe kun je dit verklaren?

De toename van sterfte in de zomers wordt waarschijnlijk gecompenseerd door de afname van sterfte in minder koude winters.

- c Ook het aantal gevallen van hooikoorts (allergie voor pollen) is de afgelopen jaren toegenomen. Geef hiervoor een mogelijke verklaring.

Voorbeelden van juiste verklaringen:

- Door de opwarming is het bloeiseizoen van veel plantensoorten verlengd.
- Door de opwarming komen hier nu nieuwe plantensoorten voor waar mensen allergisch voor zijn.

INZICHT

35

Leg uit dat we niet zonder het broeikaseffect kunnen, maar dat het versterkte broeikaseffect een probleem is voor het leven op aarde.

Het broeikaseffect houdt de aarde op een gemiddelde temperatuur van 15 °C, waardoor er leven op aarde mogelijk is. Door menselijk toedoen is de samenstelling van de atmosfeer veranderd. Door een toename van de broeikasgassen warmt de aarde nu op (= versterkt broeikaseffect), waardoor ook het klimaat extremer wordt. Dit zorgt voor een afname van de biodiversiteit.

36

Tijdens de coronacrisis was een scherpe daling zichtbaar in de mondiale CO₂-uitstoot. In de eerste helft van 2020 was er een afname van 8,8% ten opzichte van dezelfde periode in 2019.

a Geef hiervoor een verklaring.

Voorbeelden van juiste verklaringen:

- Er werd minder energie verbruikt, omdat grote bedrijfspanden en winkels waren gesloten.
- Productieprocessen (in China) kwamen stil te liggen.
- Er was minder transport van goederen.
- Door het thuiswerkadvies was er veel minder wegverkeer.
- Er was nauwelijks vliegverkeer.
- Er werd minder gebouwd.

b Leg uit dat deze afname in de CO₂-uitstoot niet heeft geleid tot een afname van CO₂-concentraties in de atmosfeer, maar tot een minder snelle stijging.

De verblijfsduur van CO₂ in de atmosfeer is heel lang. Dus ook als er geen CO₂ meer bij zou komen, duurt het lang voordat het CO₂-gehalte in de atmosfeer afneemt. Een afname in de uitstoot leidt dus aanvankelijk alleen tot een minder snelle stijging.

c De absolute toename van CO₂ in de atmosfeer is kleiner dan de geschatte totale CO₂-productie bij verbranding van fossiele brandstoffen. Blijkbaar komt niet alle CO₂ in de atmosfeer terecht.

Noteer twee processen waardoor CO₂ niet in atmosfeer terechtkomt of eruit verdwijnt.

Gebruik bij deze opdracht **BiNaS** tabel 93F.

Een proces waarbij CO₂ uit de atmosfeer verdwijnt, is fotosynthese. Een ander proces is de omzetting van CO₂ in HCO₃⁻- en CO₃²⁻-ionen en in CaCO₃ (kalk in gesteente).

d Een van die processen speelt zich met name af in de oceanen. Zij absorberen bijna 25% van de door de mens uitgestoten hoeveelheid CO₂.

Benoem welk proces dit is en leg uit wat de gevolgen zijn voor het water en de biodiversiteit in de oceanen.

Het proces is het oplossen van CO₂ in water (tot HCO₃⁻ en CO₃²⁻). Dit leidt tot verzuring van het water. Dit zorgt voor een afname van de biodiversiteit, omdat de organismen die in de oceaan leven niet zijn aangepast aan een lagere pH. Deze organismen zullen dus sterven in een te zuur milieu.

e De verzuring van de oceanen heeft vooral effect op schaaldieren en koralen die een skelet van kalk hebben. Leg dit uit.

Hun kalkskelet lost op / het vormen van een kalkskelet zal lastiger zijn of meer energie kosten, waardoor de organismen veel kwetsbaarder worden.

37

Uit een onderzoek naar de staat van het Great Barrier Reef (zie afbeelding 31.1) blijkt dat een zone van 1200 km is aangetast. Het grootste koraalrif ter wereld heeft het zwaar door opwarming en verzuring van de oceanen, eutrofiëring, watervervuiling en visserij. Koralen zijn dieren met een uitwendig kalkskelet. De meeste koralen leven in symbiose met zoöxanthellen, een algensoort, maar als reactie op de temperatuurverhoging van het oceaanwater stoten de koralen de algen uit. Dit resulteert in koraalverbleking (zie afbeelding 31.2).

Twee gevolgen van het broeikaseffect zijn temperatuurstijging en verzuring van de oceanen. Leg voor beide factoren uit hoe ze het koraal bedreigen.

Temperatuurstijging bedreigt het koraal doordat de koraaldieren dan de algen uitstoten en daardoor niet meer kunnen profiteren van de symbiose / daardoor geen voedingsstoffen (glucose) meer van de algen krijgen.

Verzuring bedreigt het koraal doordat het vormen van een kalkskelet lastiger zal zijn / meer energie zal kosten doordat het kalkskelet oplost, waardoor de organismen veel kwetsbaarder worden (voor bijvoorbeeld stormen of visserij).

38

Het gebruik van fossiele brandstoffen beïnvloedt zowel de kortlopende als de langlopende koolstofkringloop. Leg dit uit.

Door de winning en verbranding van fossiele brandstoffen onttrekken we opgeslagen koolstof aan de langlopende kringloop en verstoren we de kortlopende kringloop door het toevoegen van extra CO₂ aan de lucht.

39

De verwachting is dat muggen zich verder over de wereld zullen verspreiden door de klimaatverandering. Een van de muggen die nu vooral voorkomt in (sub)tropische gebieden, is de gelekoortsmug. Deze muggen zijn vaak geïnfecteerd met het denguevirus en kunnen deze voor de mens potentieel dodelijke ziekte aan ons overdragen. Een onderzoek naar de temperatuurgevoeligheid van deze muggen toonde echter aan dat geïnfecteerde muggen significant minder goed waren bestand tegen hoge temperaturen (42 °C).

Leg uit wat dit zou kunnen betekenen voor het verspreidingsgebied van de gelekoortsmug bij verdere opwarming van de aarde.

Het verspreidingsgebied zal verschuiven naar de (nu) meer gematigde gebieden.

Context Op weg naar een uitstoot van 0%

40

- a Gebruik de gegevens uit tabel 3 en de tekst om een grafiek te maken waarin je de totale broeikasgasuitstoot van 1990, 2000, 2010 en 2020 én de beoogde uitstoot van de klimaatdoelen voor 2030 en 2050 verwerkt.

Gegevens van de totale uitstoot voor de grafiek:

1990: 221,4 megaton CO₂-equivalent

2000: 218,5 megaton CO₂-equivalent

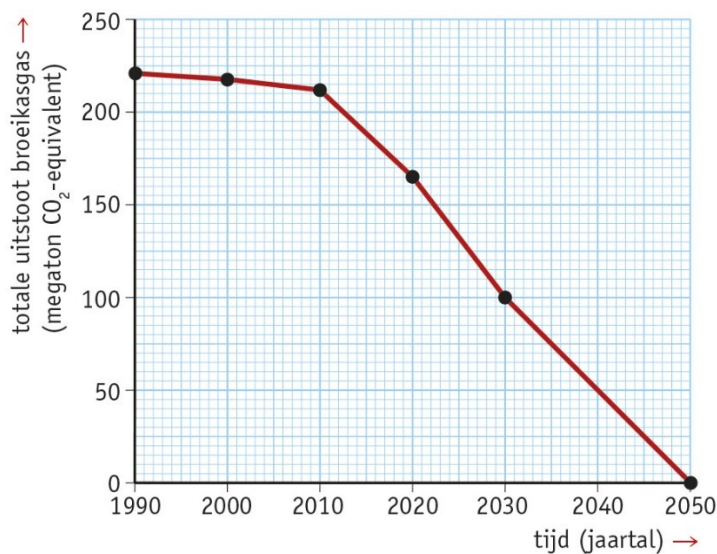
2010: 213,3 megaton CO₂-equivalent

2020: 165,5 megaton CO₂-equivalent

2030: 99,6 (0,45 × 221,4) megaton CO₂-equivalent

2050: 0 megaton CO₂-equivalent

Voorbeeld van een grafiek:



- b Wat kun je zeggen over het verloop van de grafiek en wat zegt dit over de haalbaarheid van de doelen?

Afname eerste dertig jaar 1990-2020: 55,9 megaton CO₂-equivalent

Afname tweede dertig jaar 2020-2050: 165,5 megaton CO₂-equivalent

De (beoogde) daling van de grafiek van 2020 tot de gestelde doelen in 2030 en 2050 is veel steiler dan de (gerealiseerde) daling van 1990 tot 2020. De (beoogde) daling in de laatste dertig jaar van de grafiek is veel steiler dan de (behaalde) daling in de eerste dertig jaar. Dit betekent dat er veel aanvullende maatregelen nodig zijn (ten opzichte van de periode 1990-2020) om de beoogde doelen te halen.

- c De uitstoot van methaan is flink gedaald in de periode 1990-2020. Toch valt hier nog veel winst te behalen.

Leg uit waarom een heel sterke reductie in de uitstoot van methaan de snelste manier is om op korte termijn het versterkte broeikaseffect tegen te gaan.

Methaan is het sterkste broeikasgas, maar heeft ook de kortste verblijfsduur in de atmosfeer. Een sterke reductie in uitstoot kan dus al op korte termijn zorgen voor een reductie van het broeikasgas in de atmosfeer. Gezien de grote impact van methaan heeft dit flink minder opwarming tot gevolg.

41

Naar aanleiding van de uitkomst van de zogenaamde Urgenda-klimaatzaak was al vastgelegd dat Nederland in 2020 een reductie in uitstoot van minimaal 25% diende te halen ten opzichte van 1990.

Is dat doel behaald? Maak gebruik van de gegevens uit tabel 3 en toon je berekening.

Totale uitstoot 1990: 221,4 megaton CO₂-equivalent

Totale uitstoot 2020: 165,5 megaton CO₂-equivalent

$165,5 / 221,4 = 0,748$

$1 - 0,748 = 0,252 = 25,2\%$ reductie

Of: $(221,4 - 165,5) / 221,4 = 0,252 = 25,2\%$ reductie

Dus het doel is bereikt, de reductie is groter dan 25%.

42

De uitstoot van CO₂ is in Nederland in de periode 1990-2020 slechts met 15% afgenomen, dus Nederland treft maatregelen om de uitstoot van CO₂ verder terug te dringen.

Welke maatregelen kun jij nemen om je CO₂-footprint te verkleinen? Noem drie voorbeelden.

Voorbeelden van maatregelen:

- Duurzamer voedsel eten. / Meer plantaardig eten. / Minder vlees eten.
- Minder consumptie op het gebied van artikelen / voeding.
- Minder verspillen. / Zorgen voor minder afval.
- Meer fietsen of lopen in plaats van gebruikmaken van gemotoriseerd verkeer.
- Gebruikmaken van duurzame energie.
- Minder lang douchen.
- Verwarming minder (hard) aanzetten.
- Geen / minder vliegvakanties boeken.

4 Duurzame ontwikkelingen

KENNIS

43

De neerslag van extra stikstof (afkomstig van NO_x-verbindingen of ammoniakgas) heeft grote gevolgen voor natuurgebieden. Leg uit welke gevolgen dit kan hebben voor de vegetatie.

Door de neerslag van extra stikstof zullen planten die goed groeien op stikstofrijke bodems andere planten wegconcurreren.

44

Nederlandse supermarkten importeren verschillende sojaproducten vanuit Azië naar Nederland. Leg uit dat dit niet duurzaam is.

Bij het transport van sojaproducten vanuit Azië worden fossiele brandstoffen gebruikt. Dat kan zorgen voor opwarming van de aarde. Dit gaat dus ten koste van de omgeving.

45

a Geef een voorbeeld van een voorwerp dat je hebt hergebruikt en een voorbeeld van een voorwerp dat je hebt gerecycled. Leg in beide gevallen uit op welke manier.

Eigen antwoord.

b Welk gevolg van overbelasting van de aarde gaan recycling en hergebruik van voorwerpen vooral tegen?

Recycling en hergebruik van voorwerpen gaan vooral uitputting van grondstoffen tegen.

46

In het verleden werd voor de productie van biobrandstof vooral suikerriet of mais gebruikt. Deze gewassen werden speciaal gekweekt als grondstof voor energiewinning.

a Leg uit dat het duurzamer is om voor de energiewinning restmateriaal te gebruiken in plaats van speciaal gekweekte planten.

Door restmateriaal te gebruiken hoeft je geen planten meer te kweken voor biobrandstof. Daardoor blijft landbouwgrond beschikbaar voor de voedselproductie of hoeft je voor de productie geen extra grond en grondstoffen te gebruiken. Ook past het gebruiken van afval in een kringlooeconomie (hergebruik van stoffen).

b Biobrandstoffen noem je hernieuwbaar. Wat betekent 'hernieuwbare energie'?

Hernieuwbare energie is afkomstig van natuurlijke bronnen die je constant kunt aanvullen.

47

Zalmen planten zich alleen voort in schoon, snelstromend koud zoetwater met veel zuurstof. Veel jonge zalmen vertrekken naar de Groenlandse wateren, duizenden kilometers van hun paaiplassen. Ook paling is een trekvis: palinglarfjes uit de Sargassozee drijven zesduizend kilometer in één tot drie jaar met de zeestroming mee naar de Europese kust.

Zalm en paling zijn bedreigde en beschermde diersoorten. In Nederland komen nog maar weinig zalm en paling voor. Toch staan zalm en paling niet op de Nederlandse Rode lijst. Leg dit uit.

Deze diersoorten zijn trekvis en planten zich niet voort in Nederland. Daarom staan ze in Nederland niet op de Rode lijst.

48

Het aantal elektrische auto's neemt toe, het aantal laadpalen ook. Toch kan het beter. In afbeelding 46 zie je studenten van de TU Delft die zich voorbereiden op de World Solar Challenge. Mogelijk zien we in de toekomst ook auto's met zonnepanelen op de weg.

a Leg uit wat hiervan het voordeel is.

De accu van de auto kun je tijdens het rijden opladen met duurzame (zonne-)energie. Je hoeft dus niet te zoeken naar een laadpaal (waarbij je ook niet weet of de elektriciteit duurzaam is opgewekt) en niet te wachten tot de auto is opgeladen.

b Waarom kun je ook een dergelijke auto niet klimaatneutraal noemen?

De productie van een auto (inclusief de accu) en zonnepanelen kost enorm veel energie. Denk aan de winning van de grondstoffen, de productie in de fabrieken en het transport.

INZICHT

49

In een mestvergistingsinstallatie wordt energie gewonnen uit mest en ander organisch afval.

a Leg uit hoe door vergisten bruikbare energie ontstaat uit biomassa.

Vergisting is een vorm van rotting door anaerobe bacteriën. Door biomassa te vergisten, ontstaat energierijk methaangas. Verbranding van methaan levert bruikbare energie.

b Noteer twee duurzame aspecten van mestvergisting

Voorbeelden van juiste aspecten:

- Afvalproducten zoals mest en voerresten worden omgezet in nuttig biogas.
- Er wordt energie opgewekt, waardoor er minder fossiele brandstoffen nodig zijn en er dus minder extra uitstoot van CO₂ is.
- Er wordt energie opgewekt, waardoor er minder fossiele brandstoffen nodig zijn. Dit draagt dus niet bij aan uitputting van deze grondstoffen.
- Er komt minder afval vrij, dus is er minder vervuiling.
- Er is sprake van een kringloop van stoffen.

c Noteer ook een potentieel minder duurzaam aspect.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Als er methaangas weglekt, draagt dit bij aan de verhoogde emissie (uitstoot) van broeikasgassen.
- Het afval moet je naar de mestvergistingsinstallatie transporteren, dit draagt bij aan emissie van broeikasgassen.

50

Tot in de jaren tachtig werden beken in Nederland gekanaliseerd. Dit zorgde voor een snelle waterafvoer uit een gebied, wat gunstig was voor de omliggende landbouw. De biodiversiteit in en rondom de beken nam daarna sterk af. In heel Nederland proberen waterbeheerders nu de beken weer te herstellen, door de natuurlijke bochten weer terug te brengen. Daardoor is er weer meer variatie in bijvoorbeeld de stroming van het water.

a Leg uit hoe deze maatregel kan leiden tot een toename van de biodiversiteit.

De milieufactoren die bepalen of een organisme zich in een ecosysteem kan vestigen zijn voor elke soort anders. Door de aanleg van de bochten ontstaat er meer variatie in milieufactoren, waaronder stroomsnelheid en bodemgesteldheid. Daardoor kunnen meer verschillende soorten zich er vestigen.

b In Nederland is inmiddels bijna 2500 km beek hersteld. Toch valt het herstel van de biodiversiteit tegen ten opzichte van de verwachtingen. Geef hiervoor een verklaring.

Voorbeelden van juiste verklaringen:

- De waterkwaliteit is niet goed. Er is te veel uitspoeling van mest naar de beek of er is te veel vervuiling van de beek.
- De klimaatomstandigheden zijn niet goed. Het is te droog of te warm geweest.
- Soorten hebben zich verplaatst naar een ander gebied met betere (temperatuur)omstandigheden.

51

- a Hoe duurzaam denk je dat je voedingspatroon is? Leg je antwoord uit.
Eigen antwoord.
- b Houd gedurende een dag bij wat je precies eet en drinkt. Zoek vervolgens zoveel mogelijk informatie over de footprint van je voedingsmiddelen. Wat is je conclusie met betrekking tot de duurzaamheid van je voedingspatroon (van die dag)?
Eigen antwoord.
- c Wat kun jij nog doen om je voedingspatroon duurzamer te maken?
Eigen antwoord.

52

Urban farming (stadslandbouw) is het verbouwen, bewerken en verkopen van voedsel in een stedelijke omgeving.

- a Geef twee argumenten waarom urban farming, bijvoorbeeld op daken van kantoren of in leegstaande gebouwen, een duurzame vorm van voedsel verbouwen is.

Voorbeelden van juist antwoorden:

- Je hoeft het voedsel dan niet van (verre) landbouwgronden aan te voeren, waardoor er minder CO₂ in het milieu komt.
- De groendaken halen CO₂ uit de lucht.
- Je gebruikt geen landbouwgrond.

- b Urban farming kan ook bijdragen aan klimaatadaptatie. Leg dit uit.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Planten zorgen voor minder hitte in de stad, doordat ze minder warmte absorberen dan steen of doordat ze water verdampen of doordat ze zorgen voor schaduw.
- Planten verminderen wateroverlast, doordat regenwater wordt opgenomen en niet in het riool terechtkomt.

Context Werken aan een CO₂-neutrale bouwsector

53

- a Vanaf leerjaar 2 is de opleiding Future Planet Studies Engelstalig. Leg uit waarom dit handig is.

De studie Future Planet Studies gaat over manieren om beter om te gaan met mondiale milieuproblemen, bijvoorbeeld klimaatverandering, afnemende biodiversiteit, vervuiling en uitputting. Deze milieuproblemen houden zich niet aan landsgrenzen. Je zult dus veel internationaal moeten (samen)werken en dan is Engels als voertaal handig.

- b Laetitia is projectmanager en adviseert de bouwsector op het gebied van duurzaamheid. Zoek de opleiding op. Aan welke andere richtingen kun je ook denken qua werk als je deze opleiding hebt voltooid?

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Je werkt als onderzoeker.
- Je werkt als beleidsadviseur bij andere sectoren of de overheid.
- Je ontwikkelt campagnes, onderwijs of voorlichting voor maatschappelijke organisaties of de overheid.
- Je gaat de politiek in.

- c Zou deze opleiding iets voor jou zijn? Licht je antwoord toe.

Eigen antwoord. Bijvoorbeeld: Nee, want ik ben niet goed in biologie / aardrijkskunde / economie.

Ja, want ik wil me graag inzetten voor een duurzamere aarde / wil graag op internationaal niveau aan grote vraagstukken werken.

54

- a Leg uit op welke manier het renoveren van gebouwen voor minder CO₂ uitstoot zorgt.

Als er meer wordt gerenoveerd, vindt er minder nieuwbouw plaats, met alle (zowel operationele als materiaalgebonden) CO₂-uitstoot die daarbij komt kijken.

- b Renovatie van gebouwen kan ook bijdragen aan het tegengaan van andere milieuproblemen. Noem er één.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- uitputting van grondstoffen
- milieuvervuiling door (bouw)afval

- c Bedenk twee andere voorbeelden van maatregelen om de impact van *embodied carbon* in de bouw terug te dringen.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- gebruik van duurzame bouwmaterialen, zoals hout (van duurzame bosbouw)
- recycling van bouwmaterialen (urban mining)
- gebruik van regionaal geproduceerde bouwmaterialen
- gebruik van (duurzame) materialen met een lange levensduur

Samenhang Voedselbos combineert natuur en landbouw

1

Vul in de tabel de volgende begrippen in bij het juiste organisatieniveau.

Kies uit: *bladeren – Chinese mahonie – CO₂ – Japans hoefblad – klimaatverandering – mais – stengels – stikstof – vlinders – voedselbos – vogels.*

Organisatieniveau	Begrip
Systeem aarde	klimaatverandering
Ecosysteem	voedselbos
Populatie	vogels, vlinders, mais
Organisme	Japans hoefblad, Chinese mahonie, mais
Orgaanstelsel	
Orgaan	stengels, bladeren
Cel	
Molecuul	CO ₂ , stikstof

2

In voedselbossen groeien voornamelijk kruiden, vruchten, groenten en noten.

Leg uit waarom je naast voedselbossen ook akkers nodig hebt om mensen te voeden.

Mensen eten graanproducten en aardappelen. Deze gewassen groeien op akkers.

3

Zal een akker of een voedselbos meer CO₂ vastleggen? Leg je antwoord uit.

Een voedselbos legt meer CO₂ vast, want in een voedselbos groeien meerjarige planten. In de aanwezige biomassa is CO₂ voor langere tijd vastgelegd. Een akker oogst je ieder jaar volledig. Door consumptie en verbranding komt de biomassa weer als CO₂ in de lucht.

4

Veel voedselbossen worden op voormalige landbouwgrond geplant. Eigenaren van deze voedselbossen geven geen mest, terwijl de planten wel voedingsstoffen nodig hebben.

- Leg uit waarom het niet noodzakelijk is om te bemesten.
Het is niet noodzakelijk om te bemesten, aangezien de bodems van voormalige landbouwgrond nog veel voedingsstoffen bevatten. Dit is voor planten voldoende om te kunnen groeien.
- De verwachting is dat op den duur ook voedselbossen moeten worden bemest. Vooral als de opbrengst hoger wordt. Leg uit waarom dit wordt verwacht.
In de geoogste gewassen zitten voedingsstoffen, afkomstig uit de bodem. Als je deze weghaalt, moet je ze aanvullen. In de voormalige akkers zitten nog voldoende voedingsstoffen, maar als je meer oogst, verdwijnen er meer voedingsstoffen uit de bodem die je uiteindelijk moet aanvullen (in de vorm van mest).
- In voedselbossen groeien ook stikstofbindende planten, zoals de olijfwilg. Leg uit dat je bij een lage voedselopbrengst waarschijnlijk niet hoeft te bemesten.
De stikstofbindende planten zorgen voor de aanvulling van stikstof in de bodem, waardoor planten zonder extra bemesting toch kunnen groeien.

5

In een voedselbos wordt niet gespoten met bestrijdingsmiddelen.

- Waarom gaat de verspreiding van ziekten en plagen minder snel in een voedselbos dan op een akker?
In een voedselbos staan de plantensoorten gemengd door elkaar heen. Daardoor kunnen ziekten en plagen zich niet snel door een bos verspreiden.
- Waardoor zullen ook in een voedselbos plagen en ziekten voorkomen?
Fruit wordt door planten gemaakt voor de verspreiding van zaden door dieren. Het bevat veel suikers en is mede daardoor aantrekkelijk voor dieren.

Practica

Invloed van kleur (golflengte) op de ontwikkeling van planten

1

a Beantwoord de onderzoeksvraag.

Vooraf rood en blauw licht zorgen voor sterkere groei van de planten.

b Is de hypothese juist?

De hypothese is bevestigd.

2

Noteer een voordeel en een nadeel van het werken met zaden bij dit experiment. Doe hetzelfde voor werken met kiemplanten.

Voordeel van zaden: Je kunt meteen beginnen en dan de plantjes die het best ontkiemen gebruiken.

Nadeel van zaden: Er lopen twee processen door elkaar: de ontkieming en de ontwikkeling van de planten. Je wilt vooral de invloed van de fotosynthese (tijdens de ontwikkeling) bestuderen.

Voordeel van kiemplanten: Je kunt je richten op het verschijnsel van de ontwikkeling, waarbij fotosynthese plaatsvindt.

Nadeel van kiemplanten: Je moet eerst wachten tot je kiemplanten hebt.

3

Wat was de reden om te werken met de door jou gekozen plantensoort?

Eigen antwoord.

4

Leg uit dat bedrijven in de glastuinbouw een voorkeur hebben voor het gebruik van ledlampen bij de kasverlichting.

Ledlampen zijn duurzamer en gebruiken veel minder energie.

5

Geef een verklaring voor de gevonden verschillen tussen de groei van planten bij verschillende golflengten. Betrek in je antwoord het feit dat chlorofyl (bladgroen) de hoofdrol speelt bij de fotosynthese.

Chlorofyl is groen en zal dus groen licht terugkaatsen (reflecteren) en juist blauw en rood licht sterk absorberen. Het ligt dan voor de hand dat licht van deze golflengten (kleuren) het meest bijdraagt aan de fotosynthese. Een groeiverschil tussen blauw en rood heeft onder andere te maken met verschil in lichtabsorptie voor de fotosynthese.

Examenopgaven

Zeegrasherstel in de Waddenzee

1

Beredeneer hoe eutrofiëring van het water een succesvolle herintroductie van de robuuste variant van het groot zeegras kan belemmeren.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- (ten gevolge van eutrofiëring) algengroei / algenbloei ontstaat 1p
- (waardoor) minder licht beschikbaar is voor groot zeegras / minder fotosynthese kan plaatsvinden in (groot) zeegras 1p
- waardoor de groei van (groot) zeegras wordt belemmerd / waardoor (groot) zeegras afsterft 1p

Fosfietbemesting in strijd tegen onkruid

2

Licht toe of deze informatie erop wijst dat glyfosaat een persistent bestrijdingsmiddel is.

Uit het antwoord moet blijken dat (op basis van deze informatie) glyfosaat geen persistent bestrijdingsmiddel is, omdat het (snel) wordt afgebroken / omdat het niet lang aanwezig blijft in het milieu / omdat de halveringstijd kort is.

3

- Geef de oorzaak van het verschil in nettoproductie van *B. distachyon* in deze twee proefopstellingen.
- Geef de voornaamste oorzaak van het verschil in nettoproductie van de transgene katoenplanten in deze twee proefopstellingen.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- (productie van *B. distachyon* op fosfiet lager is / op fosfaat hoger is doordat) *B. distachyon* alleen fosfaat / geen fosfiet (als P-bron) kan gebruiken 1p
- (productie van transgene katoenplanten op fosfiet hoger is doordat) de transgene katoenplanten met fosfiet (als fosforbron) geen last hebben van concurrentie / met fosfaat (als fosforbron) moeten concurreren (om water / licht / mineralen) 1p

4

Beredeneer dat:

- drijfmest niet geschikt is als aanvulling op fosfietbemesting in de strijd tegen onkruid.
- groenbemesting niet toepasbaar is.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- er bij gebruik van drijfmest fosfaat wordt toegevoegd (waardoor onkruid nog steeds kan groeien) 1p
- groenbemesters niet (goed) kunnen groeien met fosfiet als fosforbron / er (voor groei van groenbemesters) onvoldoende fosfaat aanwezig is 1p

5

Beargumenteer of algenbloei zal optreden bij gebruik van fosfiet in plaats van fosfaat.

Voorbeelden van juiste antwoorden:

- Fosfiet zal waarschijnlijk niet kunnen worden gebruikt door algen en daardoor zal geen algenbloei ontstaan.
- Er zijn bacteriën die fosfiet tot fosfaat kunnen omzetten. Als die bacteriën in het oppervlaktewater voorkomen, kan er toch algenbloei plaatsvinden.

Opmerking: een juist antwoord geeft aan of algenbloei wel of niet zal optreden, met een daarbij passende verklaring.

Huidmondjes in de middeleeuwen

6

Verklaar dat een lagere CO₂-concentratie in de atmosfeer een lagere temperatuur tot gevolg kan hebben.

Uit het antwoord moet blijken dat er (bij een lagere CO₂-concentratie) minder broeikasgas is / dat er minder warmte wordt vastgehouden in de dampkring / dat de dampkring minder broeikaseffect veroorzaakt.

7

Beredeneer hoe door de pestepidemie de veranderingen in de vegetatie en de afname van de CO₂-concentratie tot stand kunnen zijn gekomen.

Uit het antwoord moet blijken dat:

- er door de pest(epidemie) minder landbouw was 1p
- (waardoor) de voormalige akkers / weiden in bos veranderden 1p
- (waardoor) meer CO₂ door de vegetatie werd vastgelegd 1p

Opmerkingen:

- Als de leerling antwoordt dat er minder bos werd gekapt, het eerste scorepunt toekennen.
- Als de leerling antwoordt dat er minder hout werd verstookt, het derde scorepunt toekennen.

Koraalverbleking

8

Noteer de nummers 1 tot en met 4 onder elkaar en schrijf erachter of het proces wel of niet toeneemt in koraaldiertjes met hun symbionten als de watertemperatuur stijgt.

- 1 niet
- 2 niet
- 3 wel
- 4 wel

indien vier nummers correct 2p

indien drie nummers correct 1p

indien minder dan drie nummers correct 0p