

*Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.*

## De grote gruttoslaching

De grutto is een weidevogel. Het beheer van weilanden waarin de grutto nestelt is de laatste jaren regelmatig onderwerp van discussie tussen natuurbeheerders en boeren. Natuurbeheerders waarschuwen dat maaien van graslanden resulteert in een massale slachting onder de kuikens van deze vogel. En omdat het goed gaat met verschillende nestrovers, zoals kiekendieven, buizerds en hermelijnen die een grutto-eitje of -kuikentje wel weten te waarderen, neemt het aantal grutto's in Nederland nog verder af.

De grutto is van oorsprong een toendravigel, die in Nederland lange tijd uiterst zeldzaam was. Toen de landbouw intensiever werd, begin vorige eeuw, kwam er een biotoop tot ontwikkeling die leidde tot een toename van het aantal grutto's. Er kwam meer grasland dat door organische bemesting veel regenwormen bevatte, het voedsel voor de grutto. Naast regenwormen eten grutto's ook emelten, de larven van langpootmuggen. Deze larven leven onder andere van wortels van het in weilanden veel voorkomende Engels raaigras.

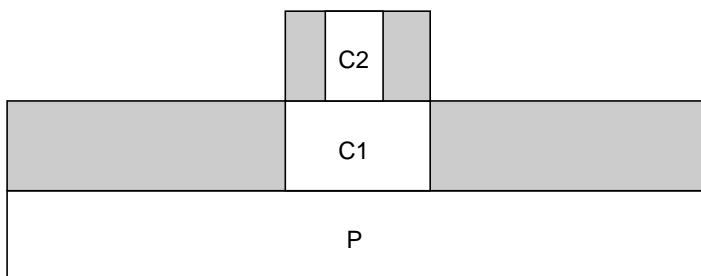
Tientallen jaren groeide het gras nog precies langzaam genoeg om de jonge grutto's voldoende lang te beschermen, maar toen er andere grassen kwamen en de bemesting veranderde, was de grutto het haasje omdat er eerder in het jaar gemaaid werd.

- In de tekst staat de term biotoop.
- 2p 1 Welke biologische term had men beter kunnen gebruiken?
- A climaxvegetatie
  - B levensgemeenschap
  - C populatie
  - D successie

- Vanaf 1900 nam het aantal grutto's in ons land toe. Enkele factoren die hierbij een rol gespeeld hebben zijn:
- 1 het grondwaterpeil
  - 2 stalmest
  - 3 grasland
- 2p 2 Welk van deze factoren is of welke zijn biotisch?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D zowel 1 als 2
  - E zowel 1 als 3
  - F zowel 2 als 3

- 2p 3 – Teken het voedselweb van de in de tekst genoemde organismen.  
– Geef met pijlen de richting van de energiestroom tussen de organismen aan.

Relaties tussen organismen kunnen worden weergegeven door middel van een piramide van energie. In de afbeelding is zo'n piramide getekend, opgebouwd uit drie niveau's. Bepaalde vlakken zijn grijs.



Over de grijze vlakken in deze piramide worden drie beweringen gedaan.

- 1 De grijze vlakken stellen de biomassa voor die opgeslagen is in de organismen van dat niveau.
  - 2 De grijze vlakken stellen onder andere het afval voor in de vorm van uitwerpselen van organismen in dat niveau.
  - 3 De grijze vlakken stellen onder andere de energie voor die vrijkomt bij de dissimilatie van de in dat niveau aangegeven organismen.
- 2p 4 Welk van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D zowel 1 als 2
  - E zowel 1 als 3
  - F zowel 2 als 3

- 2p 5 Welke voedselrelatie bestaat er tussen kiekendief en grutto en welke tussen kiekendief en buizerd?

tussen kiekendief en grutto

tussen kiekendief en buizerd

- |               |              |
|---------------|--------------|
| A mutualisme  | concurrentie |
| B mutualisme  | parasitisme  |
| C parasitisme | mutualisme   |
| D parasitisme | predatie     |
| E predatie    | concurrentie |
| F predatie    | mutualisme   |

Het gaat nu goed met de nestrovers zoals buizerds en kiekendieven. Veertig jaar geleden was dat wel anders. Door het gebruik van landbouwgif ter bestrijding van insecten legden deze vogels toen massaal het loodje.

- 2p 6 Leg uit hoe het kwam dat juist roofvogels, zoals kiekendief en buizerd, stierven door het gebruik van dit landbouwgif.

Zomaar beweren dat het aantal grutto's terugloopt kan natuurlijk niet zonder met harde bewijzen te komen. Vandaar dat natuurbeschermers willen weten hoeveel grutto's er, na het broedseizoen, in een bepaald weidegebied leven. Hieruit kan de totale gruttopopulatie in Nederland berekend worden. In 1987 schatte men de totale populatie op 170.000. In 2000 waren er nog maar 87.000 grutto's. Op dit moment wordt er van uitgegaan, dat de totale populatie ieder jaar met 5% afneemt. De populatiegrootte wordt berekend door de vangst en terugvangstmethode in alle broedgebieden. In 2001 vingen de onderzoekers, net zoals in 2000, 2500 grutto's, die een gekleurde ring om de poot kregen; een andere kleur dan in 2000 gebruikt was. Ook nu werden na een week weer 2500 grutto's gevangen, waarvan een aantal de gekleurde ring van 2001 om de poot hadden. Men vergeleek het aantal geringde grutto's uit de terugvangst van 2000 met het aantal geringde grutto's uit de terugvangst van 2001.

- 2p **7** Als de totale populatie grutto's inderdaad met 5% is afgenomen, zal men bij de terugvangst in 2001 dan meer, minder of evenveel grutto's met de ring van 2001 gevangen hebben, of valt dat niet te voorspellen?
- A meer
  - B evenveel
  - C minder
  - D dit valt niet te voorspellen

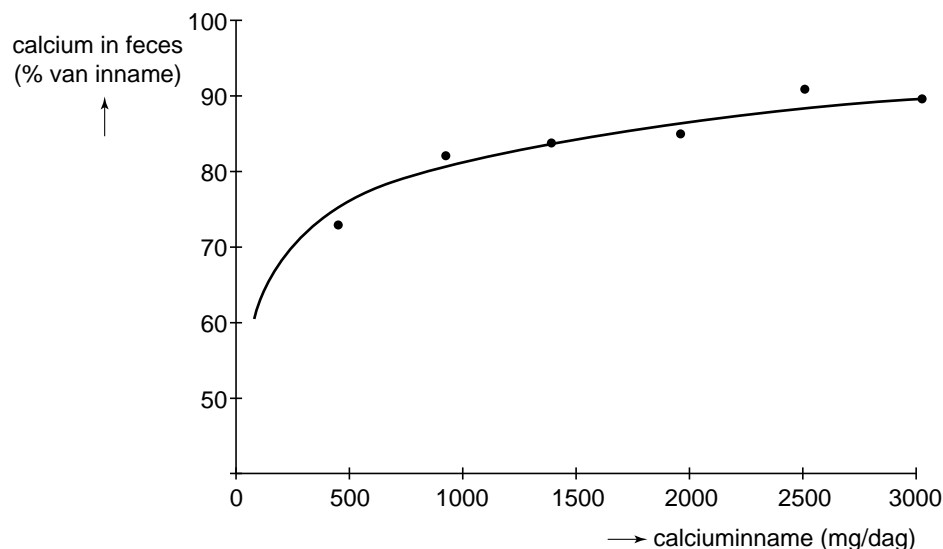
De boeren kunnen hun maaibeleid aanpassen om de grutto te beschermen. Een boer die de grutto's een warm hart toedraagt, besluit zijn weiland niet meer te maaien en laat het verwilderen. Hij denkt hiermee de gruttostand te bevorderen. Maar na twee jaar komen er in dit stuk land helemaal geen grutto's meer voor. Er worden twee beweringen gedaan over de periode waarin verwildering is opgetreden:

- 1 In dit gebied is successie opgetreden waardoor de omstandigheden niet gunstig meer zijn voor de grutto.
  - 2 Door concurrentie tussen plantensoorten om bijvoorbeeld voedingsstoffen en licht is de soortensamenstelling van het gebied veranderd.
- 2p **8** Welk van deze beweringen is of welke zijn juist?
- A Geen van beide beweringen is juist.
  - B Alleen bewering 1 is juist.
  - C Alleen bewering 2 is juist.
  - D Beide beweringen zijn juist.

## De beschermende werking van calcium

Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) is een bijzondere voedingsstof. Veel van het ingenomen calcium blijft in de darm achter en wordt niet in het bloed opgenomen. Calcium speelt een belangrijke rol bij bijvoorbeeld de botopbouw. In afbeelding 1 wordt de hoeveelheid calcium weergegeven die in de ontlasting (feces) wordt aangetroffen in relatie tot de hoeveelheid calcium die men per dag met het voedsel binnenkrijgt.

**afbeelding 1**



Het calcium dat niet wordt opgenomen, vervult in de darm een belangrijke functie. Deze functie hangt samen met het feit dat calcium in neutraal milieu ( $\text{pH} = 7$ ) een onoplosbaar zout vormt met negatief geladen ionen zoals fosfaationen of vetzuren. In zuur milieu blijven calcium en de negatief geladen ionen in oplossing. Het calciumfosfaat,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , kan galzuren binden. Galzuren en vetzuren kunnen de cellen van de wand van de dunne darm beschadigen. Deze cellen worden dan gevoeliger voor bacteriële infecties. Het verloop van de infectie is vrij onschuldig; vrijwel iedereen herstelt, na enkele dagen last te hebben gehad van diarree.

- 2p **9** Hoeveel mg calcium wordt, uitgaande van de resultaten in afbeelding 1, maximaal per dag in het bloed opgenomen?
- A ongeveer 100 mg
  - B ongeveer 300 mg
  - C ongeveer 900 mg
  - D ongeveer 2700 mg

- 2p **10** Het calcium vormt in neutraal milieu met fosfaten een onoplosbaar zout. Van welk van de onderstaande verbindingen kan de fosforgroep in het zout afkomstig zijn?
- A aminozuren
  - B DNA
  - C koolhydraten
  - D vetzuren

Men krijgt last van een bacteriële darminfectie als zuren de slijmlaag van de darmwand aantasten. Galzuren hebben daarnaast een negatief effect op de groei en ontwikkeling van de lichaamseigen bacteriën die zich in de dikke darm bevinden. Deze lichaamseigen bacteriën gaan onder normale omstandigheden de uitbreiding van het aantal ziekteverwekkende bacteriën tegen. Over het nut van calcium in de darm, werden de volgende hypothesen geformuleerd:

- 1 Calciumfosfaat zal de galzuren en vetzuren neerslaan.
- 2 Calciumfosfaat zal de groei van lichaamseigen bacteriën in de darm stimuleren.

In een experiment werden de hypothesen getoetst. Ratten kregen normaal voer (20 mmol Ca/kg voer) of met calcium verrijkt voer (180 mmol Ca/kg voer). De concentratie vrije galzuren en vrije vetzuren in de ontlasting werd gemeten. Ook het aantal lichaamseigen bacteriën in de ontlasting werd bepaald. De resultaten zijn in afbeelding 2 weergegeven.

**afbeelding 2**

diagram 1

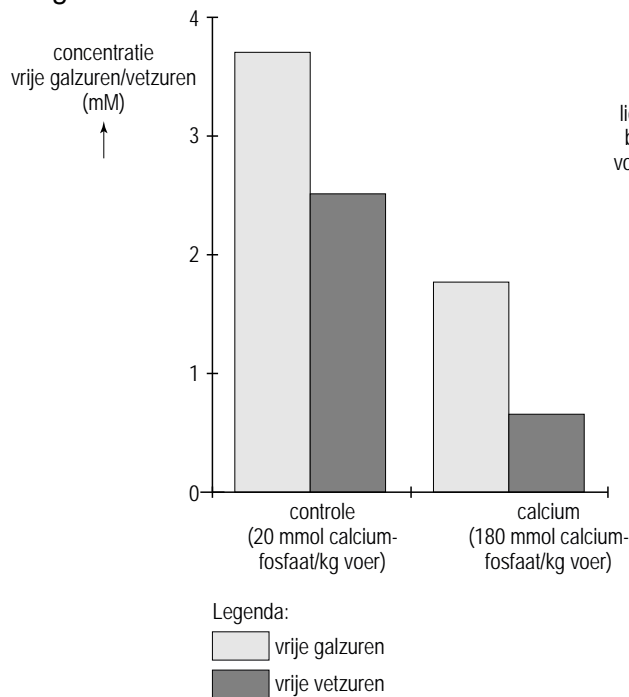
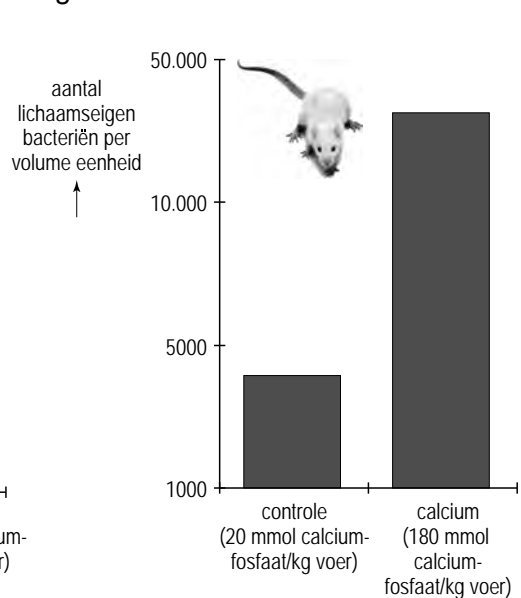


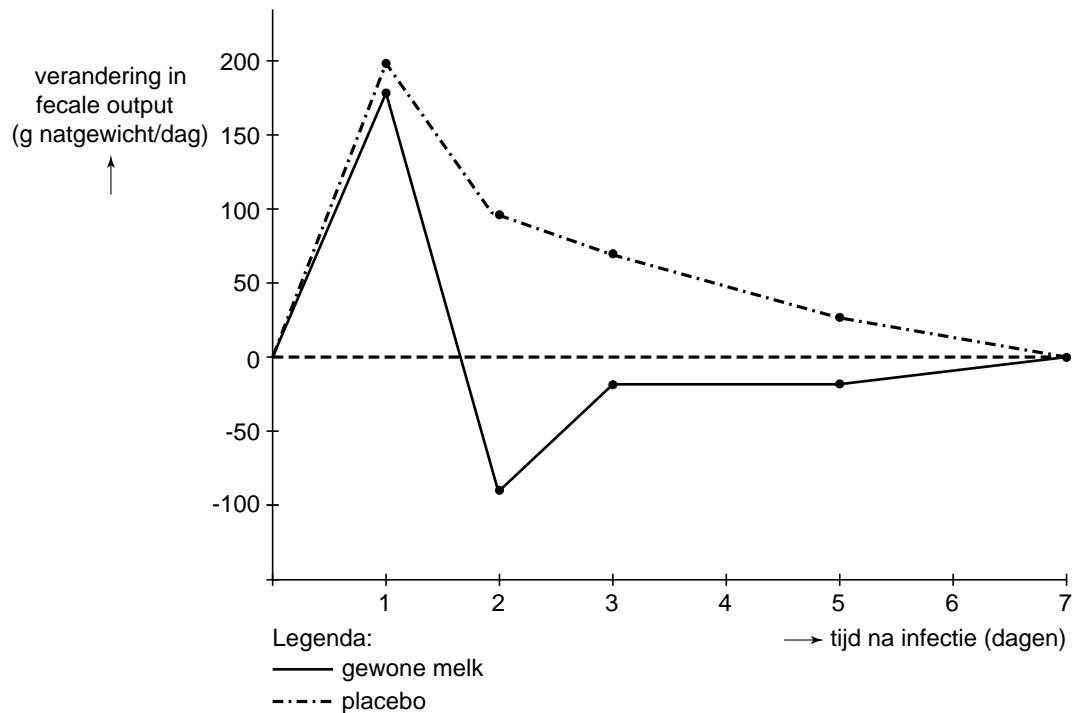
diagram 2



- 3p **11** – Welke conclusie trek je uit de weergegeven resultaten in diagram 1?  
 – Welke conclusie trek je uit de weergegeven resultaten in diagram 2?  
 – Welk van deze conclusies onderschrijven de gestelde hypothesen?

Behalve bij ratten zijn soortgelijke experimenten met een verzwakte dikke darmbacterie, een bepaalde *Escheria coli*-stam, bij mensen uitgevoerd. Ook deze bacteriën kunnen infecties veroorzaken. De proefpersonen kregen gedurende veertien dagen voeding met gewone melk of met melk waaruit veel calcium was verwijderd (placebo). Op de tiende dag werden de deelnemers geïnfecteerd met de verzwakte *E. coli*-stam. Afbeelding 3 toont het verloop van het natgewicht van de feces als maat voor de diarree. In beide groepen is de fecale output op de eerste dag met 180 gram toegenomen, dat komt ongeveer neer op een verdubbeling van de hoeveelheid feces.

afbeelding 3



- 1p **12** Wat stelt de waarde 0 op de Y-as voor?
- 1p **13** Op basis van welk uit afbeelding 3 af te lezen resultaat komt men tot de conclusie dat calcium in het voedsel sneller tot herstel van een bacteriële infectie zorgt?

Een andere darmziekte die werd onderzocht, is darmkanker. Dikke darmkanker komt vaak voor bij mensen in welvarende landen en weinig bij inwoners van landen met een arme bevolking, zoals in delen van Oost-Azië. De leefwijze kan het risico op het ontwikkelen van darmkanker vergroten. Men heeft vastgesteld dat de inname van calcium omgekeerd evenredig is met het risico op darmkanker. En men heeft vastgesteld dat de inname van rood vlees het risico op darmkanker doet toenemen. Dit laatste wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van heem (= onderdeel van hemoglobine) in rood vlees. In het dekweefsel van de dikke darm zijn regelfactoren aanwezig die de snelheid van de celdeling controleren, zodat er steeds voldoende epitheelcellen bijgemaakt worden. Heem verstoort dit regelmechanisme en veroorzaakt hierdoor een verhoogde delingsactiviteit van dikke darmwandcellen.

Er zijn in de vorige eeuw veel mensen vanuit Oost-Azië naar Amerika geëmigreerd. Oost-Aziaten kunnen melk niet verdragen, omdat zij lactose-intolerant zijn. Wel gingen zij er toe over om meer rood vlees te eten, iets dat zij in hun vaderland weinig deden. Het vlees konden zij wel goed verteren.

- 2p **14** Leg uit waardoor een hoge concentratie heem in de dikke darm de kans op het ontstaan van dikke darmkanker doet toenemen.

Op basis van een bevolkingsonderzoek onder Oost-Aziatische immigranten in Amerika heeft men geconcludeerd dat de veranderde leefwijze van deze immigranten invloed heeft op het ontwikkelen van dikke darmkanker.

- 1p **15** Wat zal het resultaat van dit bevolkingsonderzoek zijn geweest waarop men deze conclusie heeft gebaseerd?

## Leven van radioactieve straling

Sommige schimmels groeien opvallend goed in een radioactief besmet gebied. Niet zo gek, want deze schimmels blijken straling als energiebron te gebruiken. Onderzoekers ontdekten dat in het zeer radioactieve gebied rondom de in 1986 ontplofte kernreactor van Tsjernobyl opvallend veel zwarte schimmels voorkomen. Dat sommige schimmels niet doodgaan in een radioactieve omgeving was al bekend. Maar nu blijkt dat ze de stralingsenergie kunnen omzetten in energie om te groeien, is dat groot nieuws. Volgens de onderzoekers maken de zwarte schimmels hierbij gebruik van melanine. Zij vergeleken schimmels zonder melanine en schimmels met melanine terwijl ze bestraald werden door een radioactieve bron. De schimmels met melanine groeiden onder deze condities sneller dan de schimmels zonder dit pigment. Melanine is ook het pigment in de huid waardoor we bruin kunnen worden in de zon. Van de stof is bekend dat het een beschermende werking heeft tegen UV, röntgen en radioactieve straling. Maar blijkbaar doet het in deze zwarte schimmels nog meer. Het blijkt dat dit pigment van structuur verandert wanneer het door radioactieve straling wordt getroffen en dat het de energie kan overdragen op andere stoffen in de cel. De zo verkregen energie wordt gebruikt voor de aanmaak van organische stoffen en voor allerlei andere celprocessen. Dit mechanisme doet denken aan de wijze waarop planten chlorofyl inzetten om energie te verkrijgen uit licht.

De zwarte schimmels uit het onderzoek maken met behulp van de energie uit radioactieve straling zelf organische stoffen.

- 2p **16** Hoe noem je de voedingswijze van normale schimmels en hoe zou je de verkregen voedingswijze van de zwarte schimmels bij Tsjernobyl noemen?

normale schimmels	schimmels rondom Tsjernobyl
<b>A</b> autotroof	autotroof
<b>B</b> autotroof	heterotroof
<b>C</b> heterotroof	autotroof
<b>D</b> heterotroof	heterotroof

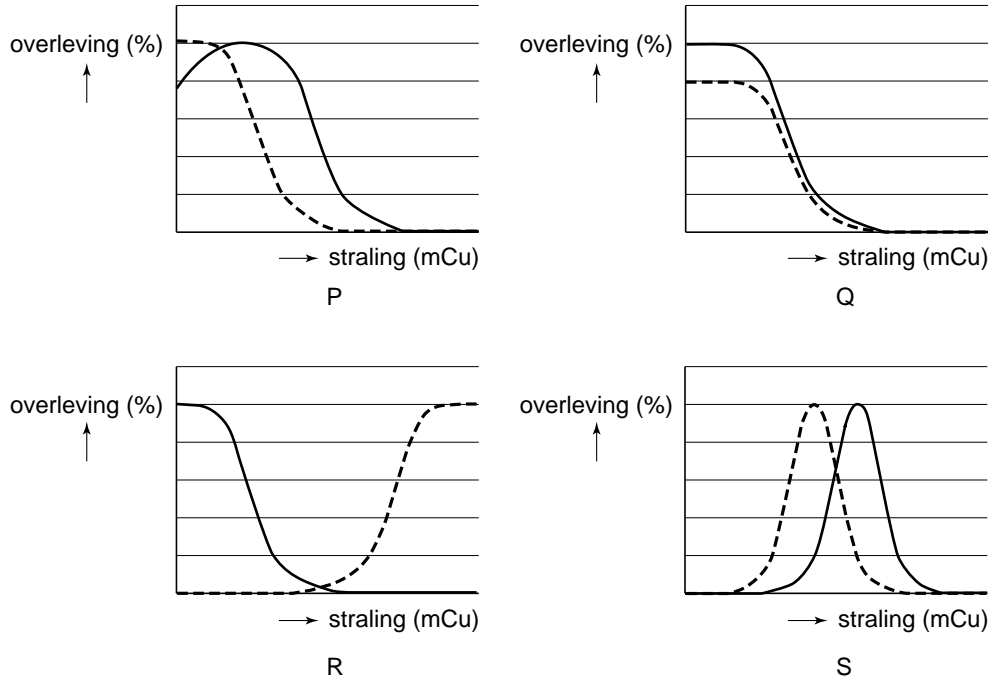
Vóór de ontploffing in de kerncentrale van Tsjernobyl, waarbij radioactieve straling vrijkwam, kwamen er in dat gebied voornamelijk schimmels voor zonder melanine. Zowel mutatie, migratie als selectie kunnen een rol gespeeld hebben bij de verandering van de schimmelpopulaties na de ramp.

- 3p **17**
- Voor welke twee van deze drie processen is de radioactieve straling van betekenis?
  - Leg voor beide processen je antwoord uit.



De tolerantiecurve van organismen voor de factor radioactieve straling wijkt af van die van de optimumcurves die voor veel abiotische factoren gelden.

2p **18** Welk van onderstaande diagrammen geeft het beste de curve van de melaninehoudende schimmel en de curve van de mens weer?



Legenda:  
 — schimmel  
 - - - - mens

- A diagram P
- B diagram Q
- C diagram R
- D diagram S

Bij mensen, maar ook bij dieren, zorgt melanine voor de kleur van onder andere huid, haren en ogen. Een verstoring in één van de stappen in de aanmaak van melanine, resulteert in het bekende albino fenotype. Bij een grijs kattenras komt albinisme voor als een individu homozygoot recessief is voor het albinogen (genotype aa). In dit geval hebben de katten een witte vachtkleur. Bij de vachtkleur van dit ras speelt echter ook een ander gen (het gen 'white' W) een rol. Katten met het genotype Ww en WW zijn wit. De twee genen (a en W) zijn autosomaal en niet gekoppeld.



- 2p **19** Kunnen uit een kruising tussen twee grijze katten, witte nakomelingen ontstaan? Kunnen uit een kruising tussen twee witte katten, grijze nakomelingen ontstaan?

	witte nakomelingen uit grijze katten	grijze nakomelingen uit witte katten
<b>A</b>	nee	ja, mits beide ouders als genotype bijvoorbeeld AaWw hebben
<b>B</b>	nee	ja, mits beide ouders als genotype bijvoorbeeld aaWw hebben
<b>C</b>	ja, mits beide ouders als genotype Aaaw hebben	nee
<b>D</b>	ja, mits beide ouders als genotype AAaw hebben	nee
<b>E</b>	ja, mits beide ouders als genotype Aaaw hebben	ja, mits beide ouders als genotype bijvoorbeeld AaWw hebben
<b>F</b>	ja, mits beide ouders als genotype AAaw hebben	ja, mits beide ouders als genotype bijvoorbeeld aaWw hebben

## Insectenbestrijding

Door nieuwbouwplannen voor een woonwijk moet een fruitteler in de Betuwe met zijn bedrijf stoppen. Hij overweegt om naar Spanje te emigreren en daar een bedrijf voor de teelt van perziken, meloenen en sinaasappels over te nemen. Op internet leest hij in lokale Spaanse kranten berichten over enkele recente gevallen van grote schade aan de fruitoogst door de Mediterrane fruitvlieg (*Ceratitis capitata*) (zie afbeelding).



- Daarom oriënteert hij zich uitgebreid over gewasbescherming. Insecticiden wil hij uit milieuoogpunt niet meer gebruiken.
- 2p **20** Noem twee biologische redenen waarom het, vanuit milieuoogpunt, beter is de insecticiden niet meer te gebruiken.

- Door samenwerking van een aantal fruittelers werd de Mediterrane fruitvlieg effectief bestreden met de zogenaamde steriele-mannetjes-techniek. In een laboratorium worden deze fruitvliegen gekweekt. De mannetjes hiervan worden door een hoge dosis radioactiviteit onvruchtbaar gemaakt en herhaaldelijk én in grote aantallen losgelaten op de fruitkwekerijen. Vrouwtjes paren slechts eenmaal in hun leven; bij paring met een onvruchtbaar mannetje vindt er geen bevruchting plaats van hun eicellen.
- 2p **21** Leg uit waardoor het meer dan één generatie duurt voordat de fruitvliegenplaag is bestreden.

De fruitteler leest ook een artikel over een biotechnologisch onderzoek waarbij men vanuit een andere benadering het probleem probeert op te lossen. Het DNA van de gewone fruitvlieg (*Drosophila melanogaster*) is al volledig in kaart gebracht. Hierin is een mutantgen (het tTA-gen) ontdekt, dat leidt tot hoge concentraties van het eiwit tTA en daardoor tot de dood van de larven van deze insecten. Volwassen exemplaren hebben geen hinder van hoge concentraties tTA. Analisten hebben succesvol een variant van dit gen, het tTAV-gen, ingebouwd in het genoom van *Ceratitis capitata*.

Uit het artikel wordt het de fruitteler duidelijk dat zowel Mediterrane fruitvliegen die homozygoot zijn als vliegen die heterozygoot zijn voor het tTAV-gen, levenslang hoge concentraties hebben van het tTA-eiwit, tenzij ze leven op voeding met tetracycline. Als de vliegen gekweekt worden op een voedingsmedium met tetracycline, wordt bij hen de activiteit van het gen onderdrukt en ontwikkelen de larven zich normaal.

De biotechnologen hopen hiermee een milieuvriendelijke en goedkopere bestrijdingsmethode te hebben gevonden voor de schadelijke fruitvlieg.

- 1p **22** Hoe wordt de techniek genoemd, waardoor de analisten het gen van *Drosophila melanogaster* in het DNA van *Ceratitis capitata* hebben kunnen plakken?

De fruitteler denkt dat het mogelijk moet zijn om vliegen te kweken op afvalfruit, behandeld met tetracycline, zodat hij deze vliegen later op zijn fruitkwekerij als biologische bestrijdingsmethode kan loslaten.

Embryo's met het tTAV-gen ontwikkelen zich buiten het laboratorium niet verder dan het larvestadium, omdat ze allemaal veel tTA aanmaken maar geen tetracycline binnenkrijgen.

- 2p **23** Welke conclusie kun je over het tTAV-gen trekken?
- A Het gen is dominant en is autosomaal.
  - B Het gen is dominant en is X-chromosomaal.
  - C Het gen is dominant en is Y-chromosomaal.
  - D Het gen is recessief en is autosomaal.
  - E Het gen is recessief en is X-chromosomaal.
  - F Het gen is recessief en is Y-chromosomaal.

De Mediterrane fruitvlieg legt eitjes in de vruchten van bepaalde fruitbomen. Uit een eitje (zygote) ontwikkelt zich een larve, die zich voedt met vruchtvlees. Tijdens het popstadium ontwikkelt zich uit de larven de volwassen vlieg. Van één individu wordt het fenotype en het genotype van de zygote, de larve, de pop en de volwassen vlieg vergeleken.

- 2p **24** Zijn de fenotypen van zygote, larve, pop en volwassen vlieg gelijk? Zijn de genotypen van zygote, larve, pop en volwassen vlieg gelijk?
- A De fenotypen én de genotypen verschillen per stadium van de ontwikkeling.
  - B De fenotypen én de genotypen zijn in alle stadia van de ontwikkeling gelijk.
  - C De fenotypen verschillen per stadium van de ontwikkeling, de genotypen zijn in alle stadia gelijk.
  - D De fenotypen zijn allemaal gelijk, de genotypen verschillen per stadium van de ontwikkeling.

Stel dat de fruitteiler mee kan doen aan een experiment. Hij mag voor het tTAV-gen homozygote vliegen loslaten in zijn boomgaarden, waarin veel wild type Mediterrane fruitvliegen voorkomen. Zo kan nagegaan worden of deze fruitvliegenplaag op deze manier bestreden kan worden. De vele vliegen die hij loslaat zijn gekweekt op een voedingsbodem met tetracycline.

Tijdens en na het paringsseizoen blijken die zomer in zijn boomgaarden veel fruitvliegen dood te gaan aan hoge concentraties van het tTA-eiwit.

- 2p 25 Welke fruitvliegen zullen dat op basis van de gegeven informatie zijn?
- A Alleen de directe nakomelingen van de gekweekte vliegen.
  - B Alleen zowel de directe nakomelingen van de gekweekte vliegen als mogelijk hun nakomelingen van een of enkele volgende generaties.
  - C Alleen de gekweekte mannetjes en de door hen bevruchte wild type vrouwtjes.
  - D Zowel de gekweekte vliegen als hun directe nakomelingen als de door gekweekte mannetjes bevruchte wild type vrouwtjes.
  - E Zowel de gekweekte vliegen als hun directe nakomelingen en mogelijk hun nakomelingen van een of enkele volgende generaties als de door gekweekte mannetjes bevruchte wild type vrouwtjes.

## Onderzoek naar het klimaat met behulp van huidmondjes

---

Op een school in Midden-Limburg wordt een vakkenintegratieproject georganiseerd met als thema: mogelijke oorzaken voor en gevolgen van het versterkt broeikaseffect.

De verandering van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer wordt door het IPCC (International Panel on Climate Change) in een rapport genoemd als de belangrijkste factor voor het versterkte broeikaseffect. Het IPCC neemt aan dat natuurlijke CO<sub>2</sub>-variëaties verwaarloosbare effecten gehad hebben op klimaatveranderingen in het verleden.

De leerlingen van HAVO-5 hebben de film "An inconvenient truth" van Al Gore gezien. Via de docent hebben ze een krantenartikel gekregen over het rapport van het IPCC. Aan de leerlingen wordt gevraagd argumenten te verzamelen om te onderbouwen of het IPCC-rapport de juiste oorzaken noemt voor de recente stijging van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer. Een groepje leerlingen stuit op het onderzoek van de Utrechtse ecologe Friederike Wagner. Zij heeft gewerkt in het gebied van de Roer, vlak bij hun school.

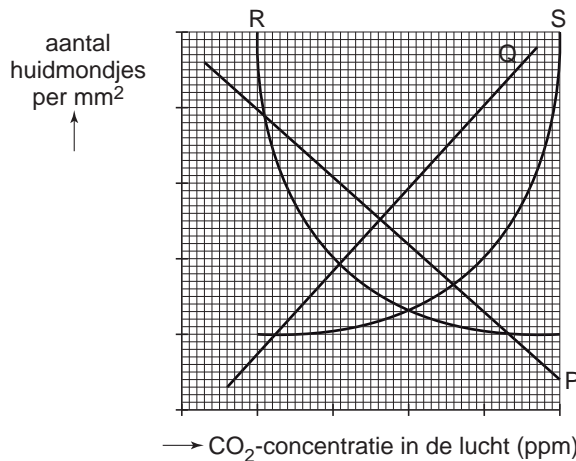
De leerlingen besluiten dit onderzoek te bestuderen, zodat zij mogelijke oorzaken van de recente CO<sub>2</sub>-verhogingen kunnen verduidelijken.

Friederike Wagner onderzoekt al jaren de relatie tussen het aantal huidmondjes in een blad en de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht. Het is bekend, dat het aantal huidmondjes per oppervlakte-eenheid omgekeerd evenredig is met de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht. Kennelijk kan de plant bij een hoge CO<sub>2</sub>-concentratie gemakkelijker CO<sub>2</sub> opnemen, en kan dan dus met minder huidmondjes toe. In de gematigde streken van het noordelijk halfrond maken

bomen ieder jaar nieuwe bladeren. Hierdoor zijn jaarlijks de hoeveelheid huidmondjes per  $\text{mm}^2$  afgestemd op de heersende  $\text{CO}_2$ -concentratie.

In afbeelding 1 staat het theoretische verband tussen de  $\text{CO}_2$ -concentratie in de lucht en het aantal huidmondjes per  $\text{mm}^2$  weergegeven.

**afbeelding 1** theoretisch verband tussen de  $\text{CO}_2$ -concentratie in de lucht en het aantal huidmondjes per  $\text{mm}^2$



- 2p **26** Welke grafieklijn geeft het hierboven beschreven verband correct weer?
- A lijn P
  - B lijn Q
  - C lijn R
  - D lijn S

Bij bladeren die in veen of onder water zijn geconserveerd, blijven de huidmondjes in de opperhuid van het blad honderden jaren zichtbaar. De onderzoekers telden huidmondjes op 500 tot 1000 jaar oude eikenbladeren uit 'fossiele' afzettingen langs de Limburgse rivier de Roer. Met <sup>14</sup>C-datering stelden ze de leeftijd van de bladeren vast. Met behulp van resultaten uit een onderzoek naar het verloop van de  $\text{CO}_2$ -concentratie in de lucht in de loop van de laatste 50 jaar, konden ze de  $\text{CO}_2$ -concentraties van de lucht gedurende de periode van 1000 tot 1500 berekenen.

De absolute ouderdomsbepaling van de fossiele eikenbladeren vindt plaats met behulp van de <sup>14</sup>C-methode.

- 1p **27** Verklaar dat de <sup>14</sup>C-methode geschikt is voor de 500 tot 1000 jaar oude fossielen en niet voor fossielen uit de geologische periode van het Carboon.

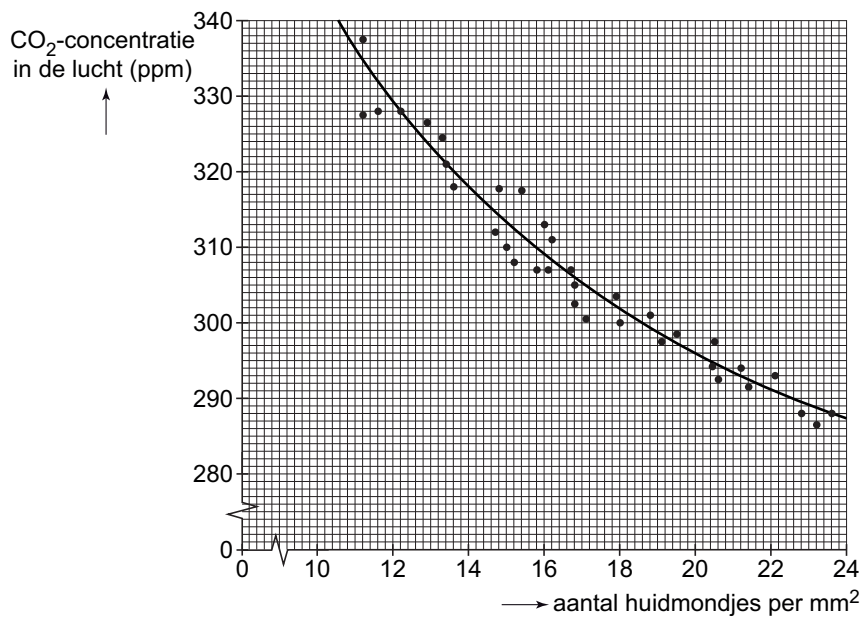
In afbeelding 2 worden de resultaten van het onderzoek aan de fossiele eikenbladeren weergegeven. Op de X-as staat de tijd: de jaren 1000 tot 1500. Op de Y-as staat het aantal huidmondjes per mm<sup>2</sup>.

**afbeelding 2** aantal huidmondjes van fossiele bladeren



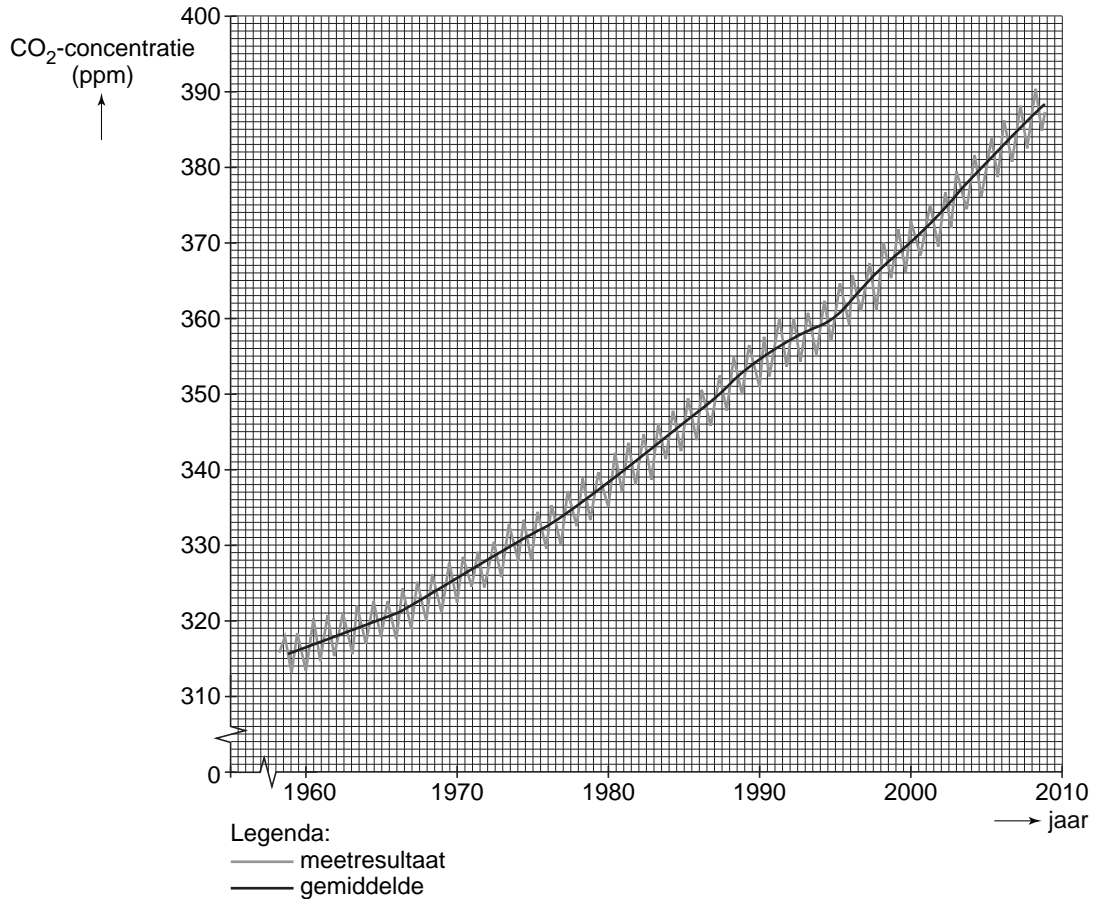
In afbeelding 3 wordt de relatie tussen het getelde aantal huidmondjes (X-as) en de afgeleide CO<sub>2</sub>-concentraties van de lucht (Y-as) weergegeven. Deze afbeelding is verkregen door gebruik te maken van resultaten van recente metingen.

**afbeelding 3** relatie aantal huidmondjes en berekende CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht



In afbeelding 4 wordt de toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer weergegeven in de periode 1958 - 2009. Deze resultaten berusten op metingen van het Mauna Loa meetstation op Hawaii. In de jaren vóór 1958 zijn dergelijke metingen niet verricht. Elk jaar zijn er schommelingen waar te nemen, de getrokken lijn geeft de gemiddelde CO<sub>2</sub>-concentratie van de lucht weer.

**afbeelding 4** verandering van de CO<sub>2</sub>-concentratie tussen 1958 en 2009



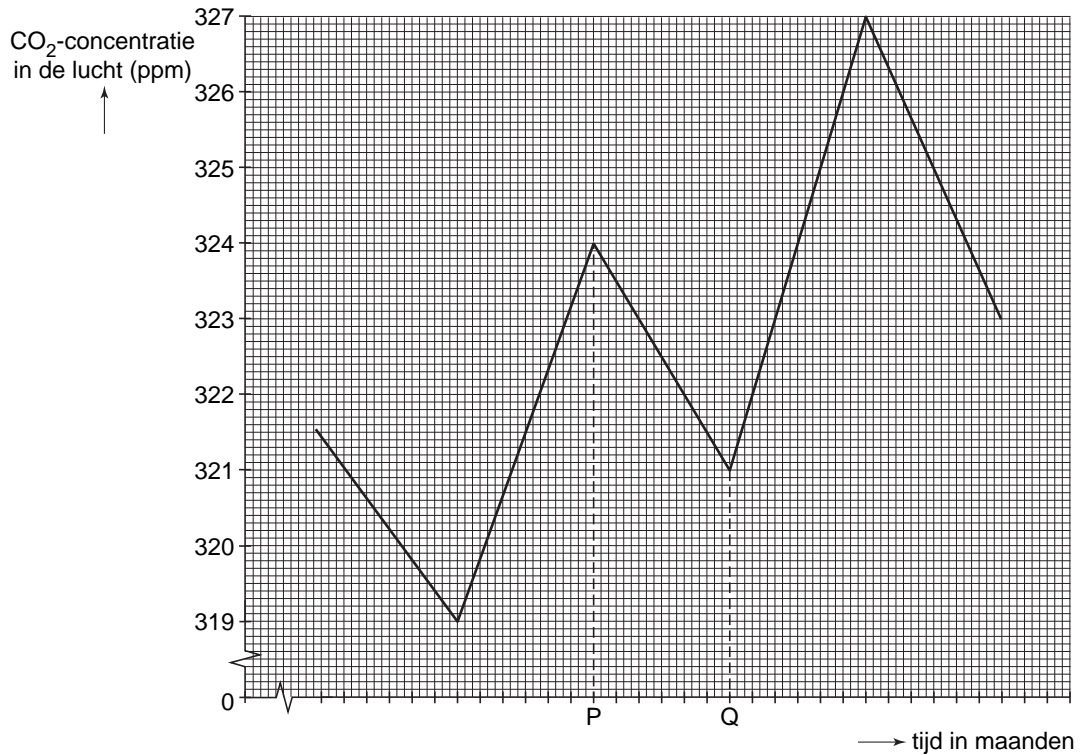
Uit afbeelding 2 blijkt dat, voor de periode van 1000 tot 1500, de bladeren uit 1300 de minste huidmondjes per mm<sup>2</sup> bevatte.

- 2p **28**
- Hoe hoog was, uitgedrukt in ppm, in het jaar 1300 de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht?
    - Gebruik hiervoor de afbeelding 2 en 3.
    - Geef je antwoord in een geheel getal.
  - In welk jaar in de twintigste eeuw was de gemiddelde CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht in Hawaii even hoog als in 1300 in Nederland.
    - Gebruik hiervoor afbeelding 4.



Ook in Nederland varieert de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht in de loop van het jaar. Dit wordt in afbeelding 5, voor een periode van 30 maanden, weergegeven. Ieder streepje op de X-as staat voor een maand.

**afbeelding 5** verandering van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht in Nederland gedurende 30 opeenvolgende maanden

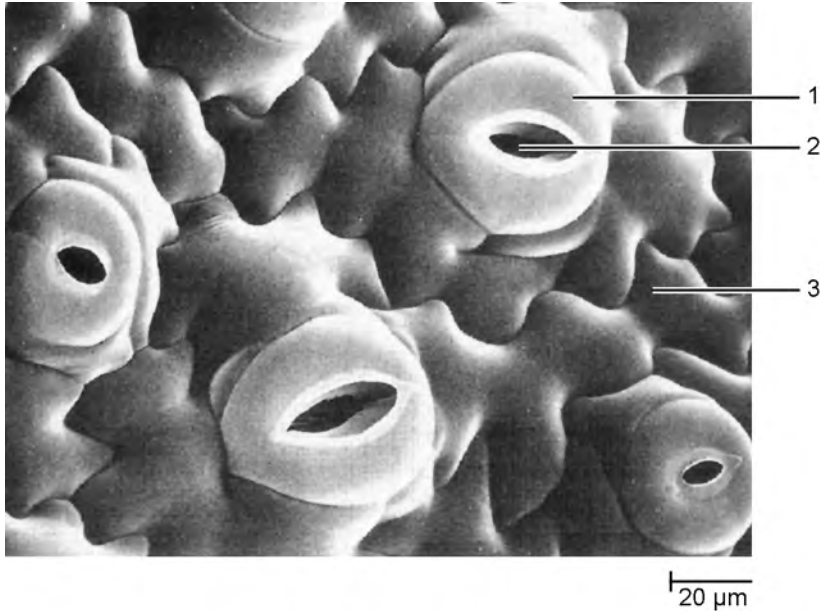


- 1p **29** Verklaar waardoor in het tijdsinterval P → Q de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht daalt.

De leerlingen uit HAVO-5 houden op het einde van het project een PowerPoint-presentatie. Ze hebben een zeer speciale foto van een blad ontdekt. Met een scanning-elektronenmicroscop is een foto gemaakt van het oppervlak van een blad. De leerlingen gebruiken deze foto om het transport van gassen in en uit het blad te verduidelijken.

In afbeelding 6 zijn drie plaatsen op de opperhuid aangegeven met de nummers 1, 2 of 3.

**afbeelding 6** onderkant van een blad



- 2p **30** Via welk van de genummerde delen van een blad vindt de gaswisseling van  $\text{CO}_2$  en  $\text{O}_2$  tussen buitenlucht en de intercellulaire ruimten plaats? En via welk deel staat het blad water af dat in de intercellulaire ruimten verdampt is?
- A beide processen via nummer 1
  - B beide processen via nummer 2
  - C beide processen via nummer 3
  - D gaswisseling door 1 en verdamping van water via 2
  - E gaswisseling door 2 en verdamping van water via 3
  - F gaswisseling door 3 en verdamping van water via 1

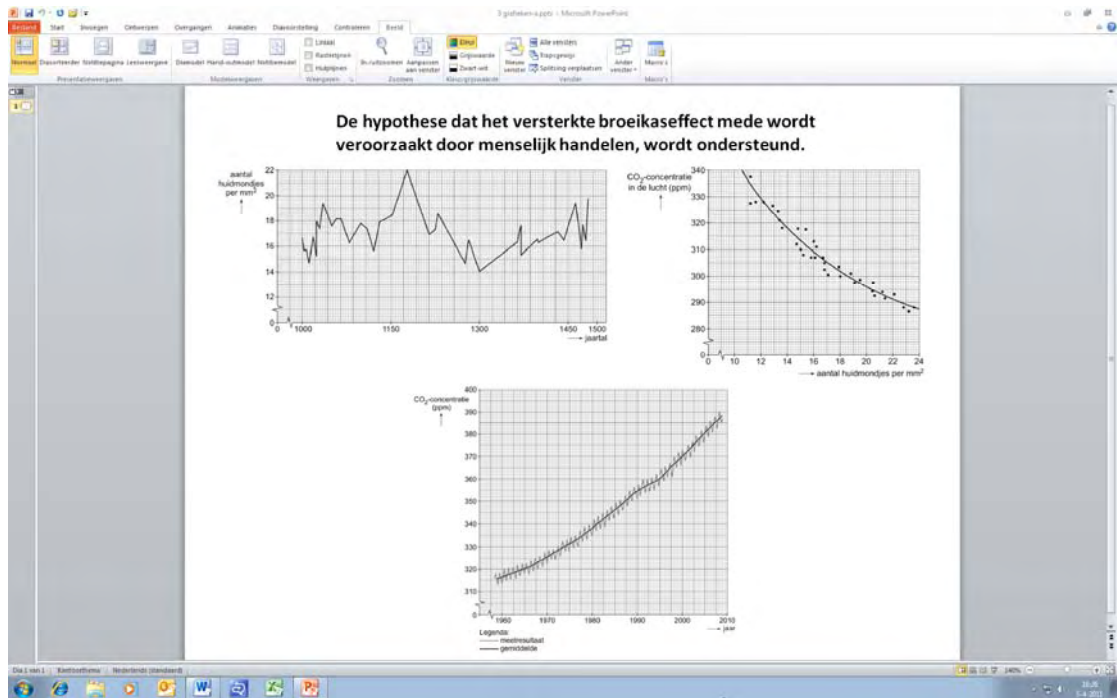
Uit het onderzoek van Friederike Wagner bleek dat tussen de jaren 1000 en 1500 het  $\text{CO}_2$ -gehalte schommelde. Door veranderingen in de circulatie van het zeewater in de oceanen werd het zeewater toen gemiddeld warmer. Het oppervlaktewater is de grootste bron van  $\text{CO}_2$  op aarde. De forse schommelingen tussen 1000 en 1500 na Christus hadden natuurlijke oorzaken. Als het water warmer wordt kan het minder  $\text{CO}_2$  bevatten waardoor het  $\text{CO}_2$ -gehalte in de atmosfeer toeneemt.

Dit proces versterkt zichzelf: er is sprake van een positieve terugkoppeling.

- 2p **31** Leg uit hoe dit positieve terugkoppelingsmechanisme in dit geval werkt.

Op de laatste dia van hun PowerPoint-presentatie noteerden zij: “De hypothese dat het versterkte broeikaseffect mede wordt veroorzaakt door menselijk handelen, wordt ondersteund”. (zie afbeelding 7)

afbeelding 7



- 3p 32 – Geef, op basis van gegevens van de afbeeldingen 2, 3 en 4, argumenten voor de in afbeelding 7 vermelde conclusie van de leerlingen.
- Betrek in je argumentatie de procentuele stijgingen van het CO<sub>2</sub>-gehalte.
  - En werk de berekeningen daarvoor uit.

## Eicel uit bot

Vrouwelijke zoogdieren, inclusief de mens, hebben al voor hun geboorte een voorraad eicellen, die daarna geleidelijk kleiner wordt. Tenminste, dat dácht iedereen. Totdat Jonathan Tilly en zijn collega's aantoonde dat het aantal eicellen bij muizen voortdurend wordt aangevuld. Ze zochten uit waar de eicellen vandaan komen.

In hun onderzoek kregen muizen een specifieke chemokuur, waardoor hun voorraad eicellen werd gedood, terwijl de eierstokken verder intact bleven. Een dag na die behandeling waren er al weer eicellen in de eierstokken aanwezig. Twee maanden na de behandeling zagen de eierstokken er weer volledig normaal uit, met eicellen in diverse stadia van rijping. De cellen die deze eicellen leveren, zouden afkomstig kunnen zijn uit het beenmerg. Dit beenmerg bevat stamcellen, die nog tot andere cellen kunnen differentiëren.

De onderzoekers toetsten hun hypothese door bij muizen naast de eicellen ook de stamcellen uit het beenmerg te vernietigen. Deze muizen maakten geen eicellen meer. Inspuiting van gezond beenmerg bij deze eicelloze muizen leidde tot de vorming van nieuwe eicellen.

- 1p **33** Tot welke celtype groeit het overgrote deel van de stamcellen in het beenmerg uit?

Stamcellen kunnen differentiëren tot andere cellen terwijl bijvoorbeeld zenuwcellen dit niet meer kunnen. Een leerling beweert dat dit komt omdat er veel meer verschillende genen in zenuwcellen aanwezig zijn.

- 1p **34** Is de bewering van deze leerling juist of onjuist? Licht je antwoord toe.

Onderzoekers dachten dat de stamcellen via de bloedsomloop van het beenmerg naar de eierstokken getransporteerd worden. Dit zou betekenen dat het bloed stamcellen bevat om de onvruchtbaarheid op te heffen. En inderdaad, onvruchtbaar gemaakte muizen, door uitschakeling van het beenmerg en van de eigen eicelvoorraad, konden na een bloedtransfusie weer eicellen maken.

- 2p **35**
- Komen getransplanteerde stamcellen in zuurstofarm bloed voor?  
Zo ja, noem een bloedvat waarin ze zouden kunnen voorkomen.
  - Komen getransplanteerde stamcellen in zuurstofrijk bloed voor?  
Zo ja, noem een bloedvat waarin ze zouden kunnen voorkomen.

Het lijkt er sterk op dat het bij mensen niet anders gaat. Er zijn gevallen bekend van vrouwen die na het ondergaan van een beenmergtransplantatie, die volgde op een onvruchtbaar makende chemotherapie toch weer zwanger raakten. De kinderen die daarna uit deze vrouwen geboren zijn, zouden dus wel eens een andere biologische moeder kunnen hebben.

Als deze laatste bewering waar is, zou met een DNA-onderzoek met meer dan 99 procent zekerheid kunnen worden aangetoond dat de vrouw die het kind heeft gebaard, niet de biologische moeder is. Bij zo'n onderzoek worden een tiental DNA-fragmenten van moeder en kind met elkaar vergeleken.

- 1p **36** Leg uit of bij dit onderzoek ook DNA-gegevens van de vader nodig zijn om zekerheid te krijgen.

## Laatste stap wortelknolvorming is opgehelderd

Rupsklaver (*Medicago truncatula*) is een meerjarige plant. Met de ontdekking van twee genen hebben Wageningse moleculair biologen de laatste stap in de vorming van wortelknolletjes bij vlinderbloemige planten opgehelderd. Al langer was bekend dat deze planten knolletjes vormen als ze geïnfecteerd raken met bacteriën van het geslacht *Rhizobium*. De twee genen maken het mogelijk dat de bacterie wordt opgenomen door de plant en dat de wortelknol wordt gevormd. Het inzicht in dit proces maakt het misschien mogelijk om in de toekomst andere planten dan vlinderbloemigen zo te veranderen dat ook daar wortelknolletjes gevormd kunnen worden. Hoewel rijstplanten niet tot de vlinderbloemigen behoren proberen onderzoekers deze plant zo te manipuleren dat zij zelf in haar stikstofbehoefte kan voorzien.



wortelknolletje

vergroting 25x

De stikstofbacteriën in de wortelknolletjes vormen een belangrijke schakel in de stikstofvoorziening van de plant.

- 2p 37 Welke van de onderstaande alternatieven geeft deze rol juist weer?
- A De bacterie zet anorganische stikstofverbindingen om in andere anorganische stikstofverbindingen.
  - B De bacterie zet anorganische stikstofverbindingen om in organische stikstofverbindingen.
  - C De bacterie zet organische stikstofverbindingen om in anorganische stikstofverbindingen.
  - D De bacterie zet organische stikstofverbindingen om in andere organische stikstofverbindingen.

De door de bacterie geleverde stikstofverbindingen worden in de plant gebruikt voor assimilatie.

- 2p **38** Welke van onderstaande stoffen bevatten als gevolg van deze assimilatie stikstof?
- A aminozuren
  - B cellulose
  - C glucose
  - D vetzuren

Het proces van wortelknolvorming luistert zeer nauw. Het is zelfs zo dat de klaverplant niet ongelimiteerd de wortelknolbacteriën binnenlaat, omdat dit op den duur nadelig zou zijn voor de klaverplant.

- 1p **39** Waardoor is het voor de klaverplant nadelig om te veel wortelknolbacteriën binnen te laten?

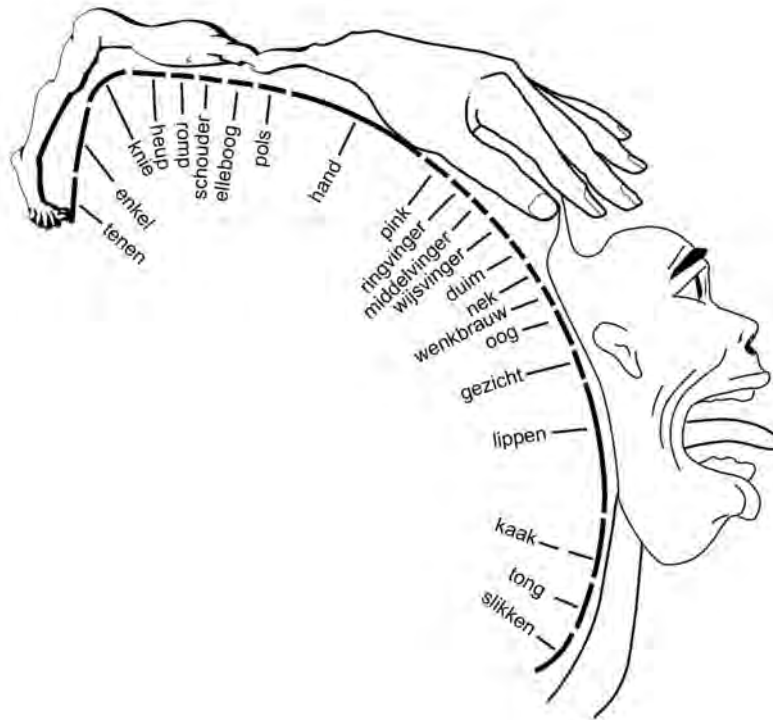
Bij het verbouwen van akkerbouwgewassen wordt in de biologische landbouw gebruikgemaakt van de eigenschappen van de *Rhizobium* bacterie. Door het verbouwen en onderploegen van vlinderbloemigen op akkerbouwgronden wordt de stikstofbalans die eerst verstoord was, weer hersteld.

- 3p **40**
- Leg uit waardoor de stikstofbalans door het bedrijven van akkerbouw verstoord raakt.
  - Leg uit welke rol de vlinderbloemigen spelen in de stikstofbalans
  - en leg uit hoe door het onderploegen van vlinderbloemigen de stikstofbalans weer hersteld wordt.

## Hersencentra

De Canadese neurochirurg Penfield ontwikkelde in de jaren veertig en vijftig van de twintigste eeuw een kaart van de sensorische centra in de menselijke hersenschors. Deze kaart wordt vaak weergegeven als een homunculus: een op de hersenschors geprojecteerd figuurtje van de mens (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



1p 41 Verklaar waarom gezicht en handen in dit figuurtje zo'n groot oppervlak op de hersenschors innemen.

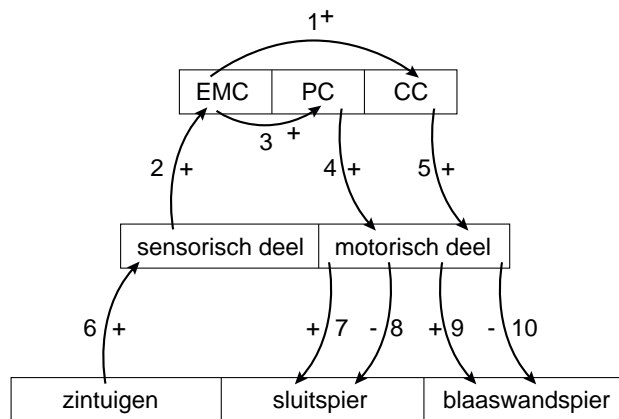
Als iemand niet bestaande beelden ziet spreekt men van hallucineren.

2p 42 Waar zul je met een hersenscan grote elektrische activiteit vinden bij hallucineren?

- A in de hersenstam
- B in de grote hersenen
- C in de kleine hersenen
- D in de oogzenuw

Een Groningse arts deed onderzoek naar incontinentie. Hij ontdekte dat er in de hersenen drie centra bij het plassen zijn betrokken. Als bij een gezond persoon de blaas vol is, gaan er via het ruggenmerg impulsen naar de hersenen. In het Emotioneel Motorisch Centrum (EMC) wordt bepaald of het veilig is om te plassen. Is dat het geval, dan gaan er impulsen naar het Plascentrum (PC). Via het ruggenmerg wordt nu het plassen in gang gezet: de sluitspier van de blaas wordt ontspannen en de blaaswandspier aangespannen. Is de situatie onveilig, dan gaan er impulsen naar het Continentiecentrum (CC): de plas moet worden opgehouden. Als dat laatste centrum niet goed werkt, kan de plas niet worden opgehouden: er is sprake van incontinentie.

**afbeelding 2**



In afbeelding 2 is een model geschetst van de drie centra, EMC, PC en CC, de sluitspier, de blaaswandspier en de zintuigen in de blaas.

De genummerde pijlen geven effecten aan: een + betekent een stimulerend effect, een - een remmend effect.

Iemand plast op een 'veilige' plek. Geef in de goede volgorde aan:

- 2p **43**
- de nummers van de banen die dan impulsen doorgegeven van de zintuigen naar de sluitspier, en
  - de nummers van de banen die impulsen doorgegeven van de zintuigen naar de blaaswandspier.

De arts deed vervolgens onderzoek bij zoogdieren en ontdekte bij bepaalde soorten ook een systeem van gecontroleerde urinelozing.

- 1p **44**
- Leg uit dat het functioneel is voor bepaalde diersoorten om een dergelijk systeem te hebben.