

Docentenhandleiding: Uitbraak: het lab voor plantenziektes

Groep 7 · natuur en techniek, rekenen · Gezondheid en ziekte · 310 min

Doelen

- Ik onderzoek met een simulatie hoe een plantenziekte zich over een akker verspreidt
- Ik reken met kansen en verdubbelen, en lees en maak een grafiek van groei
- Ik test eerlijk en weet waarom één spel niet genoeg bewijs is
- Ik ontwerp een maatregel, test hem en geef advies met getallen als bewijs
- Ik leg uit wat een model wel en niet zegt over de werkelijkheid

Overzicht

Over dit project

Een onderzoeksproject in vier **protocolen** voor snelle leerlingen in groep 7. De leerling werkt in een **lab voor plantenziektes**. Een aardappelteler meldt **aardappelziekte**: een schimmel waarvan de sporen met wind en regen van plant naar plant gaan. Op een akker van 6 bij 6 vakken speelt de leerling met fiches en een dobbelsteen na hoe de ziekte zich verspreidt: een **simulatie**.

Elk protocol gaat zoals in een echt lab: **doel, materiaal, voorspelling, stappen, waarnemingen, conclusie**.

- Protocol 1: hoe snel gaat het zonder ingrijpen? Buurvakken, kansen, verdubbelen; spelen, een logboek, een grafiek, en de grafiek van het lab (2000 spellen).
- Protocol 2: waar zet je vijf beschermde planten neer? Drie opstellingen, elk twee keer: eerlijk testen en het toeval.
- Protocol 3: de leerling ontwerpt zelf een maatregel, test hem drie keer en schrijft een advies met bewijs.
- Protocol 4: wat zegt het model wel en niet over het echt? En waar zie je hetzelfde patroon nog meer?

Het gaat om **onderzoeken en redeneren**: groei die eerst langzaam gaat en dan steeds sneller, kansen, gemiddelden, en eerlijk vergelijken. Het sluit aan bij natuur en techniek (onderzoekend leren, gezondheid van planten) en rekenen (kansen, verbanden en grafieken).

Het lab-team heeft twee leden: **Yara** (hoofd van het lab, wil alles vaker testen) en **Timo** (laborant, trekt na één spel al een conclusie). Ze spreken kort; het meeste is protocol. De ziekte blijft bij planten. Alleen in protocol 4 staat één algemene regel over mensen (verkoudheid, handen wassen), zonder enge details.

Materialen

- Uit de materiaalset: 20 rode fiches (zieke plant), 20 oranje fiches (net ziek geworden), 20 blauwe fiches (beschermde plant), de bruine fiches als extra rode, en 1 dobbelsteen
- De akker uit het boekje (protocol 1), het liefst op karton gekopieerd
- Kladpapier en een potlood
- Eventueel een rekenmachine voor de gemiddelden in protocol 3

Vorbereiding

- Speel zelf één keer vijf rondes van protocol 1. Dan zie je waar het lastig wordt: een plant die deze ronde ziek wordt, besmet pas vanaf de volgende ronde. Daar zijn de oranje fiches voor.
- Kopieer de akker uit protocol 1 op karton en lamineer hem. Dan gaat hij het hele project mee, en kan een tweede leerling meespelen.
- Protocol 2 kost de meeste speeltijd: zes korte spellen. Twee leerlingen kunnen elk drie spellen spelen en de uitkomsten delen.
- Elk protocol is een afgerond stuk. U bepaalt het tempo; tussen de protocollen is een kort gesprek.

Introductie

Vraag: hoe kan iets dat bij één plant begint, zich over een hele akker verspreiden? En hoe kom je daarachter zonder een echte akker ziek te maken? Vertel dat onderzoekers dan een **model** maken: een vereenvoudigde versie van het echt, die je vaak kunt naspelen. De leerling werkt vanaf nu in een lab. Lees samen de melding en het eerste protocol, en laat de leerling hardop vertellen wat het doel is.

Differentiatie

- Snel klaar: de extra uitdaging aan het eind van elk protocol. In protocol 3 een maatregel die met zo weinig mogelijk blauwe fiches werkt.
- Moeite met de spelregels: speel de eerste twee rondes van protocol 1 samen, en laat de leerling de oranje fiches hardop omwisselen.
- Moeite met kansen: laat de leerling bij elke worp aanwijzen waar de sporen heen gaan en turven hoe vaak er iets gebeurt.
- Vastlopen bij het ontwerpen (protocol 3) is normaal. Geef geen oplossing; vraag waar op de akker de ziekte het snelst groeit, en wat een teler daar in het echt zou kunnen doen.

Beoordeling

Getallen, breuken en keuzevragen met een sleutel worden automatisch nagekeken. De logboeken van de spellen worden per rij gecontroleerd: kan deze rij kloppen, wat de dobbelsteen ook deed? (Niet meer nieuwe zieke planten dan er zieke planten waren, en het totaal is het vorige totaal plus de nieuwe.) Grafieken, tabellen en open vragen bekijkt u zelf met de criteria in deze handleiding.

Een uitkomst van een spel is nooit goed of fout. Let op hoe de leerling ermee redeneert: vergelijkt hij eerlijk, gebruikt hij zijn eigen getallen als bewijs, en houdt hij rekening met geluk?

Notities

Alle gemiddelden in deze handleiding komen uit een computersimulatie van 20.000 spellen per proef, met precies de regels uit het boekje. Het gesprek na elk protocol is belangrijker dan het nakijken: vraag steeds naar het bewijs uit het logboek, niet naar het "goede" antwoord.

Protocol 1: Hoe snel gaat het? · 90 min

De leerling leert het model kennen en speelt de ziekte acht rondes na, zonder ingrijpen. Eerst een voorspelling met rekenwerk (buurvakken, kans, verdubbelen), dan spelen, dan de eigen grafiek naast die van het lab.

Het aantal zieke planten groeit eerst langzaam, dan steeds sneller, en remt pas af als de akker vol raakt. Gemiddeld (20.000 spellen, start C3) zijn er na ronde 1 tot en met 8: $1,7 \cdot 2,6 \cdot 3,7 \cdot 5,1 \cdot 6,9 \cdot 8,8 \cdot 11,0 \cdot 13,4$ zieke planten. Na 8 rondes eindigt de helft van de spellen tussen 10 en 16; alles van 1 tot 28 komt voor. In ongeveer 1 op de 20 spellen zijn de 20 rode fiches op; dan gebruikt de leerling bruine fiches als extra rode.

Vragen voor het gesprek:

- Wanneer ging het in jouw spel opeens hard? Waarom juist toen?
- Waarom groeit het in het spel langzamer dan bij verdubbelen?
- Leek jouw spel op de grafiek van het lab? Waar niet, en hoe kan dat?



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Welkom in het lab! Wij onderzoeken ziektes bij planten. Er is net een melding binnengekomen. Lees maar mee.

Melding aan het lab

Een aardappelteler ziet bruine vlekken op de bladeren van één plant, midden in zijn akker. Het is **aardappelziekte**. Hoe snel gaat dit? En wat kan hij doen?

Aardappelziekte is een **schimmel**. Een zieke plant maakt heel kleine sporen. Wind en regen brengen die naar de planten ernaast. Zo kan een hele akker in korte tijd ziek worden.

Een echte akker ziek maken? Dat doen we niet. We bouwen een **model**: een akker van 6 bij 6 vakken, met fiches en een dobbelsteen. Zo'n spel dat het echt nadoet, heet een **simulatie**.

Doel

Je onderzoekt hoe snel de ziekte zich over de akker verspreidt als niemand iets doet.

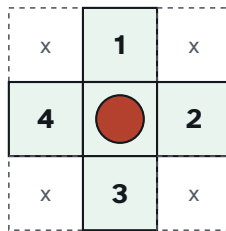
Materiaal

Een dobbelsteen, de akker uit dit boekje, kladpapier en deze fiches:

Fiche	Betekenis
 rood	Een zieke plant. Hij kan een plant naast hem besmetten.
 oranje	Deze ronde ziek geworden. Aan het eind van de ronde wordt hij rood.
 blauw	Een beschermde plant: nooit ziek (vanaf protocol 2). Geen fiche: een gezonde plant.

Zo werkt het model

In elke ronde gooi je één keer voor **elke rode fiche**. De worp zegt naar welk buurvak de sporen waaien. Buurvakken zijn alleen de vakken **boven, onder, links en rechts**. Schuin telt niet.



De rode fiche en zijn vier buurvakken. Op de vakken met een x komen nooit sporen.

Waar waaien de sporen heen?



Naar het vak **erboven**.



Naar het vak **rechts**.



Naar het vak **eronder**.



Naar het vak **links**.



Windstil. De sporen komen nergens terecht.

Voorspelling

Een onderzoeker denkt eerst na voor hij begint. Reken uit wat je verwacht.

1 Hoeveel buurvakken heeft een plant op vak C3?

Antwoord: 4 buurvakken

Toelichting: B3, D3, C2 en C4.

2 En hoeveel buurvakken heeft een plant in de hoek, op vak A1?

Antwoord: 2 buurvakken

Toelichting: Alleen B1 en A2. Erboven en links is geen akker meer.

3 Op hoeveel vakken van de akker heeft een plant vier buurvakken?

Tip: Welke vakken liggen niet aan de rand?

Antwoord: 16 vakken

Toelichting: Alle vakken die niet aan de rand liggen: B2 tot en met E5, een blok van 4 bij 4.

Veelgemaakte fouten:

- 24: haalt alleen de bovenste en onderste rij eraf (36 – 12) en vergeet de linker- en rechterrand.

- 12: telt $4 \times 6 = 24$ randvakken en vergeet dat de hoeken dubbel tellen. Er zijn 20 randvakken, dus $36 - 20 = 16$.

4

Een zieke plant staat midden in een gezonde akker. Welk deel van de worpen maakt een andere plant ziek?

Antwoord: $2/3$ (gelijkwaardige breuken goed)

Toelichting: Bij 1, 2, 3 en 4 waaien de sporen naar een buurvak: 4 van de 6 worpen, $4/6 = 2/3$. Ook $4/6$ is goed.

5

En als de zieke plant op A1 staat, in de hoek?

Antwoord: $1/3$ (gelijkwaardige breuken goed)

Toelichting: Alleen bij 2 (rechts) en 3 (eronder): 2 van de 6, dus $1/3$. Bij 1 en 4 waaien de sporen buiten de akker.

Doelvragen:

- Waar op de akker groeit de ziekte dus het snelst? En waar het langzaamst?

Timo laborant, weet het meestal meteen

Makkelijk. Elke zieke plant maakt er elke ronde eentje bij. Dus het verdubbelt gewoon steeds.



6

Stel dat Timo gelijk heeft. Je begint met 1 zieke plant. Hoeveel zieke planten zijn er na 4 rondes?

Antwoord: 16 planten

Toelichting: 1, 2, 4, 8, 16.

Veelgemaakte fouten:

- 5 of 8: telt er elke ronde één of twee bij, in plaats van te verdubbelen.

7

Je hebt 20 rode fiches. Het aantal zieke planten verdubbelt steeds. Na hoeveel rondes heb je meer rode fiches nodig dan je hebt?

Antwoord: 5 rondes

Toelichting: Na ronde 4 zijn het er 16, na ronde 5 al 32. Dat is meer dan 20.

8

Gaat het in het spel even snel als bij Timo? Wat verwacht je?

A Ja, het gaat precies even snel.

B Nee, langzamer, want niet elke worp maakt een plant ziek.

C Nee, sneller, want een plant kan meer buren besmetten.

Antwoord: B (Nee, langzamer, want niet elke worp maakt een plant ziek.)

Toelichting: Bij 5 en 6 gebeurt er niets, en sporen op een zieke plant of buiten de akker tellen ook niet. Een rode fiche maakt per ronde hooguit één plant ziek, dus sneller dan verdubbelen kan niet.

Stappen

1 Leg een rode fiche op **C3** van de akker hierna. Daar begint de ziekte.

2 Gooi voor elke rode fiche één keer. Begin bij de bovenste rij, van links naar rechts.

3 Waaien de sporen naar een leeg vak? Leg daar een **oranje** fiche. Ligt er al een fiche, of is daar geen akker? Dan gebeurt er niets.

4 Heb je voor alle rode fiches gegooit? Wissel de oranje fiches om voor rode.

5 Schrijf in je logboek hoeveel planten er nieuw ziek zijn, en hoeveel er in totaal ziek zijn. Speel zo 8 rondes. Zijn de rode fiches op? Gebruik dan bruine ● als extra rode.

Ronde	Worpen	Wat gebeurt er?	Nieuw ziek	Totaal
1	3	C3 gooit 3: oranje fiche op C4. Aan het eind wordt C4 rood.	1	2
2	2, 5	C3 gooit 2: D3 wordt ziek. C4 gooit 5: windstil.	1	3
3	4, 1, 3	C3 gooit 4: B3. D3 gooit 1: D2. C4 gooit 3: C5.	3	6

Voorbeeld: de eerste drie rondes van een spel. Je gooit in leesvolgorde: eerst de bovenste rij, van links naar rechts.

	A	B	C	D	E	F
1						
2				●		
3		●	●	●		
4			●			
5			●			
6						

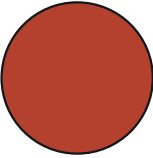
Het voorbeeld aan het eind van ronde 3, vlak voor je de oranje fiches omwisselt. Daarna zijn er 6 rode.

Waarnemingen

9

Logboek: speel 8 rondes vanaf C3. Schrijf na elke ronde op hoeveel planten nieuw ziek zijn en hoeveel er in totaal ziek zijn.

Het veld

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						

 ziek
  net ziek (wordt rood)
  beschermd

Antwoord: Elke leerling speelt een eigen spel. Elke rij in het logboek moet kloppen met de spelregels; het voorbeeldspel in de handleiding is één mogelijk spel.

Stap voor stap:

1. C3 gooit 3, omlaag: C4 wordt ziek. Nieuw ziek 1, totaal 2.
2. C3 gooit 2, naar rechts: D3 wordt ziek. C4 gooit 5, windstil. Nieuw ziek 1, totaal 3.
3. C3 gooit 4, naar links: B3 wordt ziek. D3 gooit 1, omhoog: D2 wordt ziek. C4 gooit 3, omlaag: C5 wordt ziek. Nieuw ziek 3, totaal 6.

Toelichting: Gemiddeld (20.000 spellen) zijn er na ronde 1 tot en met 8: $1,7 \cdot 2,6 \cdot 3,7 \cdot 5,1 \cdot 6,9 \cdot 8,8 \cdot 11,0 \cdot 13,4$ planten ziek. De helft van de spellen eindigt tussen 10 en 16. Controleer per rij: nieuw ziek is nooit meer dan het totaal van de rij erboven, en totaal = vorig totaal + nieuw.

Veelgemaakte fouten:

- Laat oranje fiches in dezelfde ronde al verder besmetten. Dan groeit het veel te snel.
- Gooit één keer per ronde in plaats van één keer per rode fiche.

10

Maak een grafiek van je logboek. Rondes (0 tot 8) van links naar rechts, zieke planten van onder naar boven. Verbind de punten.

Beoordelingscriteria:

- Assen met namen, rondes 0 tot en met 8 en het aantal zieke planten
- De punten kloppen met het logboek (ronde 0 is 1 zieke plant)
- Een handige schaal, bijvoorbeeld 1 hokje is 1 plant

11

Welke zin past het best bij jouw grafiek?

- A** Er komen elke ronde evenveel zieke planten bij.
- B** Eerst komen er weinig bij, daarna steeds meer.
- C** Eerst komen er veel bij, daarna steeds minder.

Toelichting: Geen vaste sleutel: het hangt van het eigen spel af. Gemiddeld komen er per ronde 0,7 · 0,9 · 1,1 · 1,4 · 1,8 · 1,9 · 2,2 · 2,4 planten bij: steeds meer, dus meestal B. Kijk of de keuze past bij het eigen logboek.

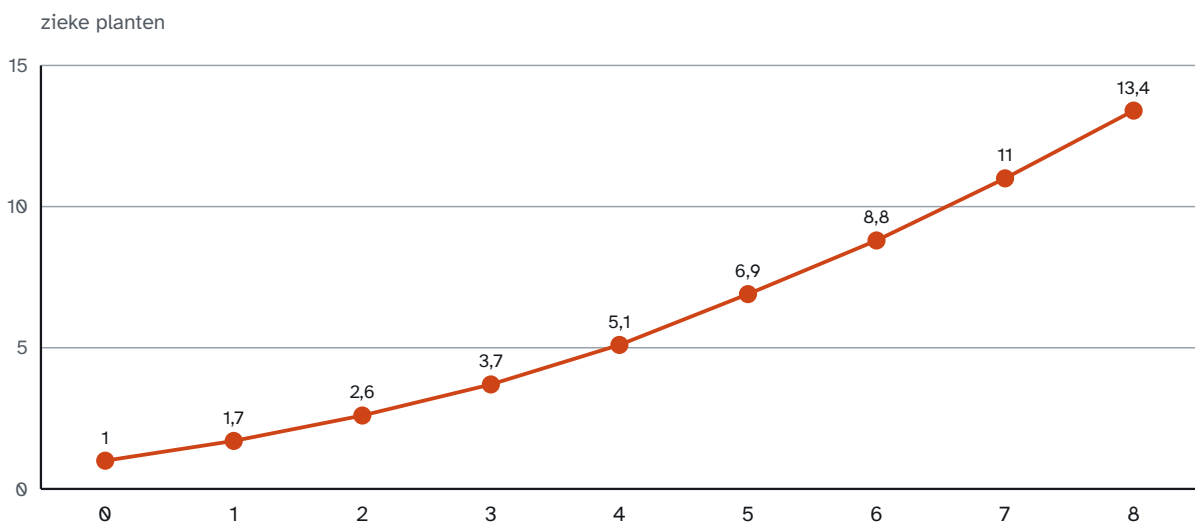
Conclusie



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Eén spel is één meting. Daarom liet ik de computer het spel 2000 keer spelen. Dit is het gemiddelde.

Gemiddeld aantal zieke planten na elke ronde, start op C3



Simulatie van het lab, 2000 spellen. Onder de grafiek staan de rondes.

12

Kijk naar de grafiek van het lab. In welke ronde komen er voor het eerst meer dan 2 zieke planten bij? Schrijf het nummer van de ronde.

Tip: Reken per ronde uit hoeveel er bijkomen.

Antwoord: 7

Toelichting: Erbij per ronde: $0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,8 \cdot 1,9 \cdot 2,2 \cdot 2,4$. Van ronde 6 naar 7 is $11,0 - 8,8 = 2,2$: ronde 7.

Veelgemaakte fouten:

- 2: leest af wanneer het totaal boven 2 komt, en verwacht het totaal met wat erbij komt.

13

Stel dat je doorspeelt met genoeg fiches. Na hoeveel rondes is de hele akker ziek? Leg uit hoe je dat voorspelt.

Toelichting: In de simulatie is de hele akker gemiddeld na 23 rondes ziek; de helft van de spellen tussen 20 en 26. Elk getal vanaf ongeveer 15 met een goede redenering is prima: het gaat om de redenering, niet om het getal.

Doorvragen:

- Waarom zijn de laatste paar planten het moeilijkst te besmetten?

Beoordelingscriteria:

- Geeft een voorspelling met een getal
- Gebruikt de groei per ronde uit de grafiek of het logboek
- Ziet dat het aan het eind weer langzamer gaat, omdat er weinig gezonde burens over zijn

Extra uitdaging

Begin het spel in de hoek, op A1. Speel 8 rondes. Gaat het langzamer, zoals je met de kans had uitgerekend? Is één spel genoeg om dat zeker te weten?

Over de extra uitdaging

Vanaf A1 zijn er na 8 rondes gemiddeld 5,8 zieke planten, tegen 13,4 vanaf C3. In één spel kan het toch anders uitvallen: in ongeveer 1 op de 4 spellen vanaf A1 zijn er na 8 rondes 8 of meer.

Stop hier

Besprek het logboek en de twee grafieken kort voor protocol 2. Leg twee logboeken naast elkaar als dat kan. Hetzelfde spel, een andere uitkomst.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Protocol 2: Waar zet je de bescherming? · 90 min

De leerling begint weer op C3 en speelt ronde 1 zonder bescherming. In ronde 2 legt hij, voor het gooien, 5 blauwe fiches: om de ziekte heen, in het midden of als muur. Elke opstelling twee keer.

Gemiddeld ziek na 8 rondes (20.000 spellen per opstelling, met de regels uit het boekje):

- Om de ziekte heen: 3,0. In 1 op de 3 spellen zit de ziekte dan voorgoed opgesloten.
- In het midden: 8,4.
- Als muur: 8,9.
- Zonder bescherming (protocol 1): 13,4.

Midden en muur liggen dicht bij elkaar: met twee spellen per opstelling komt de muur bij veel leerlingen beter uit. Dat is geen fout, maar het punt van dit protocol: met een paar spellen weet je niets zeker, want geluk speelt mee. Insluiten lukt alleen als er na ronde 1 nog maar één zieke plant is (een 5 of 6 in ronde 1, kans 1/3): twee zieke planten hebben samen 6 lege burens, en er zijn maar 5 blauwe fiches.

Vragen voor het gesprek:

- Welke opstelling werkte het best? Hoe zeker ben je daarvan?
- Klopte je voorspelling? Wat deed je toen hij niet klopte?
- Wat zou Timo na één spel hebben gezegd? En had hij gelijk?



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

De teler kan **vijf planten** beschermen met een middel. Maar hij ziet de ziekte pas als die er al is. Waar zet hij ze neer?

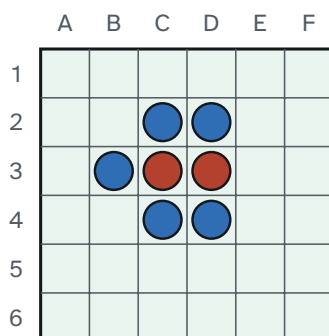
Doel

Je zoekt uit waar 5 beschermde planten het meest helpen. En je zoekt uit hoe zeker je dat kunt weten.

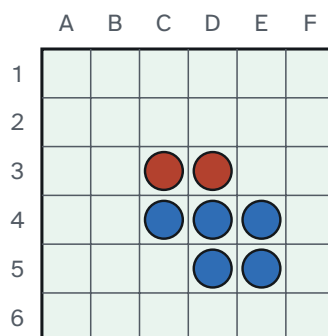
Materiaal

De akker, rode en oranje fiches, **5 blauwe fiches** ● en de dobbelsteen. Sporen die op een blauwe fiche komen, doen niets.

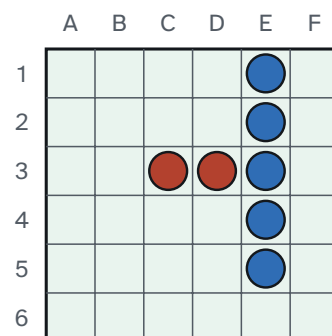
Om de ziekte heen



In het midden



Als muur



Drie opstellingen. In dit voorbeeld zijn na ronde 1 C3 en D3 ziek.

Opstelling	Waar leg je de 5 blauwe fiches?
Om de ziekte heen	Op lege vakken direct naast de zieke planten. Zijn er meer dan 5? Kies er zelf 5.
In het midden	Op D3, C4, D4, E4 en D5. Is een van die vakken al ziek? Leg die fiche dan op E5.
Als muur	In de kolom rechts naast de zieke planten, van rij 1 tot en met rij 5.

Voorspelling

14 Welke opstelling helpt volgens jou het best? Kies voordat je speelt.

- A Om de ziekte heen
- B In het midden
- C Als muur

Toelichting: Geen sleutel, het is een voorspelling. Bewaar hem voor de conclusie. Veel leerlingen kiezen de muur, omdat een muur "dicht" klinkt.

15 Na ronde 1 is alleen C3 ziek. Hoeveel blauwe fiches heb je nodig om C3 helemaal in te sluiten?

Antwoord: 4 fiches

Toelichting: Op de vier buurvakken: B3, D3, C2 en C4. Dan kan er nooit meer een plant ziek worden.

16 Na ronde 1 zijn C3 en C4 ziek. Hoeveel blauwe fiches heb je nu nodig om ze allebei in te sluiten?

Tip: Tel geen vak dubbel, en de zieke planten zelf niet.

Antwoord: 6 fiches

Toelichting: B3, D3 en C2 bij C3; B4, D4 en C5 bij C4. Met 5 blauwe fiches lukt insluiten dan niet meer.

Veelgemaakte fouten:

- 8: telt C3 en C4 als elkaars buurvak mee.

17 In welk deel van de spellen is na ronde 1 alleen C3 ziek?

Antwoord: 1/3 (gelijkwaardige breuken goed)

Toelichting: Alleen bij een 5 of een 6: 2 van de 6 worpen, dus 1/3. Zo vaak kan de leerling de ziekte voorgoed insluiten.

18 Stel: je hebt **6** blauwe fiches en maakt een muur van D1 tot en met D6. De ziekte begint op B2. Hoeveel planten kunnen er hooguit ziek worden?

Antwoord: 18 planten

Toelichting: Alleen de kolommen A, B en C kunnen ziek worden, $3 \times 6 = 18$.

19

Met **5** blauwe fiches (D1 tot en met D5) heeft de muur een gat bij D6. Hoeveel planten kunnen er nu hooguit ziek worden?

Antwoord: 31 planten

Toelichting: Via het gat kan de ziekte de hele akker bereiken, behalve de 5 blauwe vakken: $36 - 5 = 31$.

Veelgemaakte fouten:

- 18 of 19: denkt dat de muur nog dicht is, of telt alleen D6 erbij.

Doorvragen:

- Duurt het wel langer voordat de ziekte aan de andere kant is? Hoeveel rondes minstens?

Timo laborant, weet het meestal meteen

Ik heb de muur één keer geprobeerd. Er werden maar 4 planten ziek. De muur is dus de beste, klaar!



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Eén keer? Misschien gooide je veel vijven en zessen. In mijn lab speelt iedereen elke opstelling minstens twee keer.

Stappen

- 1 Leg een rode fiche op **C3** en speel ronde 1 zoals in protocol 1.
- 2 Begin ronde 2 met je **5 blauwe fiches**, volgens de opstelling. Pas daarna gooi je.
- 3 Speel door tot en met ronde 8 en houd het logboek bij.
- 4 Kan de ziekte nergens meer heen? Dan heb je hem ingesloten. Schrijf de rest van de rondes 0 nieuw ziek op. Dat is geen mislukt spel, maar een ontdekking!
- 5 Speel zo elke opstelling één keer. Speel daarna elke opstelling nog een keer: zes spellen in totaal.

Eerlijk testen

Alleen de opstelling is anders. De start (C3), het aantal rondes (8) en de regels blijven hetzelfde. Anders weet je niet waardoor het verschil komt.

Waarnemingen

20

Opstelling **om de ziekte heen**. Houd het logboek bij.

Antwoord: Elke leerling speelt een eigen spel. Elke rij in het logboek moet kloppen met de spelregels; het voorbeeldspel in de handleiding is één mogelijk spel.

Stap voor stap:

1. C3 gooit 5, windstil. Nieuw ziek 0, totaal 1.
2. Blauw op C2, B3, D3, C4 en D4. C3 gooit 1, omhoog: op C2 ligt al een fiche. Nieuw ziek 0, totaal 1.
3. C3 gooit 3, omlaag: op C4 ligt al een fiche. Nieuw ziek 0, totaal 1.

Toelichting: Blijft het totaal vanaf ronde 2 op 1 staan? Dan zit de ziekte opgesloten: het beste resultaat, geen fout. Gemiddeld 3,0 zieke planten na 8 rondes.

21

Opstelling **in het midden**. Houd het logboek bij.

Antwoord: Elke leerling speelt een eigen spel. Elke rij in het logboek moet kloppen met de spelregels; het voorbeeldspel in de handleiding is één mogelijk spel.

Toelichting: Gemiddeld 8,4 zieke planten na 8 rondes. Kijk of de leerling de fiches echt op D3, C4, D4, E4 en D5 legt (of E5 als vervanger).

22

Opstelling **als muur**. Houd het logboek bij.

Antwoord: Elke leerling speelt een eigen spel. Elke rij in het logboek moet kloppen met de spelregels; het voorbeeldspel in de handleiding is één mogelijk spel.

Toelichting: Gemiddeld 8,9 zieke planten na 8 rondes. De muur houdt de ziekte alleen aan één kant tegen; naar links, boven en onder kan hij vrij.

23

Schrijf per opstelling op hoeveel planten er na 8 rondes ziek waren: in het eerste spel en in het tweede. Tel ze op.

Toelichting: Mag het korter? Laat de tweede spellen dan na 6 rondes stoppen, maar alle drie even lang. Anders is het geen eerlijke vergelijking.

Beoordelingscriteria:

- Spel 1 klopt met de drie logboeken hierboven
- Samen is spel 1 plus spel 2

Conclusie

24

Welke opstelling hielp in jouw spellen het best?

- A** Om de ziekte heen
- B** In het midden
- C** Als muur
- D** Er was geen duidelijk verschil

Toelichting: Geen vaste sleutel: kijk of het antwoord past bij de kolom Samen. Gemiddeld is om de ziekte heen veruit het best (3,0); midden (8,4) en muur (8,9) liggen zo dicht bij elkaar dat twee spellen daar niets over zeggen. D is dus ook een sterk antwoord.

25

Waarom helpen blauwe fiches direct naast de zieke planten het meest?

A Ze liggen precies op de vakken waar de sporen naartoe kunnen waaien.

B Naast een zieke plant waait het minder hard.

C Zieke planten worden dan vanzelf weer gezond.

Antwoord: A (Ze liggen precies op de vakken waar de sporen naartoe kunnen waaien.)

Toelichting: Terug naar de buurvakken uit protocol 1: zijn alle burens van de zieke planten blauw, dan kan de ziekte nergens meer heen.

26

Timo zegt na één spel dat de muur het best is. Leg uit waarom je meer dan één spel nodig hebt. Gebruik een voorbeeld uit je eigen logboek.

Doorvragen:

- Klopte je voorspelling? Ben je van mening veranderd, en waardoor?
- Hoeveel spellen zou je willen spelen om zeker te zijn? Waarom liet Yara de computer 2000 spellen spelen?

Beoordelingscriteria:

- Legt uit dat de dobbelsteen (geluk) de uitkomst mee bepaalt, ook al begin je steeds op C3
- Wijst twee spellen met dezelfde opstelling aan die verschillend uitkwamen
- Concludeert dat je pas iets kunt zeggen als je meer spellen vergelijkt, of een gemiddelde neemt

Extra uitdaging

Bedenk zelf een opstelling met 5 blauwe fiches die beter werkt dan de muur en het midden. Speel hem drie keer. Hoe overtuig je Timo dat hij echt beter is?

Stop hier

Vraag niet welke opstelling het beste is, maar hoe zeker de leerling daarvan is, en waarom. Leg zo mogelijk de kolommen Samen van twee leerlingen naast elkaar.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Protocol 3: Ontwerp een maatregel · 80 min

De leerling ontwerpt een eigen regel die de ziekte afremt, test die drie keer en vergelijkt met protocol 1. De voorbeelden zijn alleen om op gang te komen; een eigen idee is beter. Een maatregel moet in het echt kunnen, en hij kost iets.

Wat de voorbeelden doen (20.000 spellen, start C3, gemiddeld ziek na 8 rondes; zonder maatregel 13,4):

- Spuiten (bij een 6 haal je de rode fiche weg): 5,8. In ruim 1 op de 4 spellen is de ziekte na 8 rondes helemaal weg.
- Een pad op rij 4, vanaf het begin: 8,1. Rij 5 en 6 blijven gezond, maar de teler oogst er 6 planten minder.

Let op of de leerling echt vergelijkt met protocol 1: zonder dat logboek erbij weet je niet of de maatregel helpt.

Vragen voor het gesprek:

- Wat kost jouw maatregel in het echt? Zou de teler hem betalen?
- Hoe weet je dat het door je maatregel kwam, en niet door geluk?
- Wat zou je aan je maatregel veranderen als je opnieuw mocht?



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Beschermden planten zijn duur. Kan het ook anders? Ontwerp jij een maatregel? Alles wat de teler doet, kost wel tijd of geld.

Doel

Je ontwerpt een maatregel tegen de ziekte, test hem eerlijk, en geeft de teler advies.

Materiaal

Alles uit protocol 1 en 2, je logboek van protocol 1, en wat je maatregel nodig heeft.

Ontwerp

Voorbeeld	Zo werkt het in het model	Wat kost het?
Spuiten	Gooi je een 6 voor een rode fiche? Dan wordt die plant weer gezond: haal de fiche weg.	Geld voor het middel, en tijd.
Een pad door de akker	Leg aan het begin blauwe fiches op een hele rij. Daar staan geen planten.	Een rij minder oogst.
Elke dag rondlopen	Bedenk zelf de regel: waar loopt de teler, en wat doet hij als hij een zieke plant ziet?	Veel tijd.

Timo laborant, weet het meestal meteen

Ik maak de regel dat er nooit meer iets ziek wordt. Opgelost!



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Dat kan in het echt niet, Timo. Een goede maatregel moet echt kunnen. En je moet hem testen.

27

Beschrijf je maatregel. Wat doet de teler in het echt? Welke regel hoort er in het model bij? Wat kost het?

Toelichting: Een voorbeeld uit de tabel overnemen mag, maar laat de leerling er dan iets aan veranderen. Eigen ideeën die vaak voorkomen zijn een vaste windrichting (bij een 4 gebeurt niets), wisselen met een ander gewas, of eerder oogsten.

Beoordelingscriteria:

- De regel is zo duidelijk dat iemand anders hem kan spelen
- De maatregel kan in het echt (geen toverregel zoals die van Timo)
- Noemt wat de maatregel kost (tijd, geld, minder oogst)

Voorspelling

28 Je wilt weten of je maatregel helpt. Wat moet je hetzelfde houden als in protocol 1?

- A** De startplek C3 en het aantal rondes.
- B** Het aantal zieke planten aan het eind.
- C** Hoe vaak je een 5 of 6 gooit.

Antwoord: A (De startplek C3 en het aantal rondes.)

Toelichting: Alleen de maatregel mag anders zijn. Het aantal zieke planten is juist wat je meet, en de worpen kun je niet kiezen.

29 Hoeveel zieke planten verwacht je na 8 rondes met jouw maatregel? Zonder maatregel waren het er gemiddeld 13.

Uitwerking: Geen goed of fout. Kijk of het getal past bij wat de maatregel doet, en of het onder de 13 ligt.

Toelichting: Geen sleutel, het is een voorspelling. In de conclusie kijkt de leerling of hij klopte. Een getal boven 13 is een rode vlag; vraag dan wat de maatregel eigenlijk doet.

Stappen

- 1** Leg een rode fiche op **C3**. Zet klaar wat je maatregel nodig heeft.
- 2** Speel 8 rondes met de regels van protocol 1, en je eigen regel erbij.
- 3** Schrijf na ronde 2, 4, 6 en 8 op hoeveel planten er ziek zijn.
- 4** Speel zo drie spellen. Reken dan per kolom het gemiddelde uit: tel op en deel door 3.

Waarnemingen

30 Logboek: drie spellen met je maatregel, het gemiddelde, en je spel uit protocol 1 om mee te vergelijken.

Toelichting: Haalt de maatregel fiches weg? Dan kan het aantal zieke planten ook dalen. Mooi om te bespreken.

Beoordelingscriteria:

- Drie spellen ingevuld

- Het gemiddelde is goed uitgerekend (een getal met een komma mag)
- De laatste rij is overgenomen uit het logboek van protocol 1

Conclusie

31

Helpt je maatregel?

A Ja, in alle drie de spellen waren er minder zieke planten dan zonder maatregel.

B Een beetje, in sommige spellen wel en in andere niet.

C Nee, ik zie geen verschil.

Toelichting: Geen vaste sleutel. Ook "nee" is een goede uitkomst als het eerlijk is getest; daar leer je net zo veel van.

32

Schrijf een advies aan de teler. Moet hij jouw maatregel gebruiken? Geef bewijs met getallen uit je logboek, en noem wat het kost.

Beoordelingscriteria:

- Duidelijk advies aan het begin (wel of niet gebruiken)
- Bewijs met getallen uit het logboek, vergeleken met protocol 1
- Houdt rekening met geluk (drie spellen, verschillen tussen de spellen)
- Weegt het voordeel af tegen wat de maatregel kost

Extra uitdaging

Combineer je maatregel met de beste opstelling uit protocol 2. Werken ze samen beter dan elk apart? Of is één van de twee genoeg?

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Protocol 4: Het model en het echt · 50 min

Terugkijken op het model. Een simulatie laat zien hoe iets groeit en wat een maatregel ongeveer doet, maar het is een vereenvoudiging: geen echt weer, geen afstanden, geen echte tijd. Daarna de stap opzij: hetzelfde patroon zie je bij een gerucht, een filmpje dat viraal gaat en een plant die zich overal uitzaait.

Eén regel in de tabel noemt mensen: dat ook een verkoudheid van de een naar de ander gaat, en dat handen wassen en in je elleboog niezen dan de blauwe fiches zijn. Houd het daarbij. Komt een leerling met vragen over echte ziektes of zorgen, neem die serieus en bespreek ze apart; dit project gaat over planten.

Vragen voor het gesprek:

- Wat klopte er niet aan ons model? Hoe zou je het beter maken?
- Waar heb je zelf weleens iets zien verspreiden?



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Ons model heeft ons veel geleerd. Maar een echte akker is groter dan 36 vakken, en het weer doet ook mee. Hoeveel kunnen we op het model vertrouwen?

Doel

Je zoekt uit wat het model wel en niet zegt over een echte akker, en waar je hetzelfde patroon nog meer ziet.

Achtergrond

Echte telers kijken vaak naar hun planten. Bij vochtig en warm weer verspreidt de schimmel zich het snelst. Dan waarschuwen telers elkaar. Ook in het echt nemen ze maatregelen. Sommige lijken op de regels in ons model.

Wat echte telers doen	Zo zit het in ons model
Ze kiezen rassen die beter tegen de ziekte kunnen.	Een blauwe fiche: een plant die niet ziek wordt.
Ze zetten niet elk jaar aardappels op dezelfde akker.	Een pad: op die vakken staan geen aardappels.
Ze halen zieke planten snel weg.	Rondlopen of spuiten: een rode fiche gaat eraf.

Onderzoekers maken ook modellen, maar dan op de computer. Met duizenden vakken en echte weerberichten voorspellen ze waar de ziekte binnenkort opduikt.

Waarnemingen

33

Wat zit er **niet** in ons model? Kies alles wat niet in het model zit.

- A** Dat een zieke plant de planten naast hem besmet.
- B** Dat het weer de ene dag vochtiger is dan de andere.
- C** Dat geluk bepaalt welke plant ziek wordt.
- D** Dat sporen ook verder dan één plant kunnen waaien.
- E** Dat beschermde planten niet ziek worden.

Antwoord: B (Dat het weer de ene dag vochtiger is dan de andere.), D (Dat sporen ook verder dan één plant kunnen waaien.)

Toelichting: A, C en E zitten wel in het model. Het weer verandert in het model niet, en sporen komen alleen op een buurvak terecht.

34

Wat leert het model je wel over hoe de ziekte zich verspreidt? En wat kan het je niet vertellen?

Beoordelingscriteria:

- Minstens twee punten aan elke kant
- Wel: bijvoorbeeld het groeipatroon (eerst langzaam, dan snel), dat het midden gevaarlijker is dan de hoek, dat snel ingrijpen rond de zieke planten het meest helpt
- Niet: bijvoorbeeld hoeveel dagen het echt duurt, wat het weer doet, hoe het op een akker met duizenden planten gaat

35

Bedenk één nieuwe regel die het model meer op het echt laat lijken. Wat doet die regel na?

Doorvragen:

- Wordt het model beter als je alles erin stopt? Wat wordt er dan lastiger?

Beoordelingscriteria:

- Een speelbare regel (bijvoorbeeld een weerworp aan het begin van elke ronde, of sporen die soms twee vakken ver waaien)
- Legt uit welk stuk van het echt de regel nadoet

Hetzelfde patroon

Timo laborant, weet het meestal meteen

Weet je wat grappig is? Een gerucht op school gaat precies zo. Eén iemand vertelt het aan een ander, en die weer verder.



Wat verspreidt zich?	Hoe gaat het van de een naar de ander?
Een gerucht	Iemand vertelt het aan een vriend, die vertelt het verder.
Een filmpje dat viraal gaat	Iemand deelt het, en wie het ziet, deelt het ook.
De Japanse duizendknoop , een plant uit Azië	Kleine stukjes wortel gaan met grond en water mee en groeien op een nieuwe plek weer uit.
Een verkoudheid	Via handen en niezen. Handen wassen en in je elleboog niezen zijn hier de blauwe fiches.

36

Kies één voorbeeld uit de tabel. Wat is daar de rode fiche? Wat zou een blauwe fiche kunnen zijn? Wat is hetzelfde als in ons model?

Veelgemaakte fouten:

- Denkt dat een filmpje niet "ziek" is en dus niet past. Het model gaat niet over ziek zijn, maar over doorgeven.

Beoordelingscriteria:

- Benoemt wat in het voorbeeld de rode fiche is (wie het gerucht kent, waar de plant groeit)
- Bedenkt een passende blauwe fiche (iemand die het niet doorvertelt, een plek die je schoonhoudt)
- Ziet een overeenkomst in hoe het groeit (van buur naar buur, eerst langzaam en dan snel)

Conclusie

37

Je labrapport: wat is het belangrijkste dat je hebt ontdekt over hoe iets zich verspreidt? Gebruik iets uit je eigen spellen.

Beoordelingscriteria:

- Noemt iets over de groei (eerst langzaam, dan snel) of over maatregelen (snel en dichtbij ingrijpen)
- Gebruikt een uitkomst uit een eigen logboek als voorbeeld
- Noemt een grens van het model, of waarom je meer spellen nodig hebt



Yara hoofd van het lab, test alles drie keer

Mooi werk! De teler krijgt jouw advies. Vertel je klas ook eens wat ons lab heeft ontdekt.

Extra uitdaging

Maak een versie van het model voor een gerucht in de klas. Wat zijn de vakken, wat doen de fiches, en welke regel stopt het gerucht? Speel het met een klasgenoot.

Afsluiten

Laat de leerling de grafiek van protocol 1 en het advies van protocol 3 aan de klas zien. Het past naast een les over gezondheid, over exoten, of over nieuws en nepnieuws.

Terugblik. Aan het eind van dit deel vult de leerling op het antwoordblad een korte terugblik in: hoe moeilijk en hoe leuk het was, hoeveel hulp nodig was, en wat de leerling er nog over kwijt wil. Er is geen goed of fout. Gebruik het om de leerling bij te sturen en als begin van een gesprek met de leerling.

Afbeeldingen: makers en licenties

Notionists (DiceBear) van Zoish (CC0 1.0)