



Super koe

Een boer met keuzestress



Doelgroep

Vmbo-t 3/4



Vak

Biologie



Duur

2 lesuren



Vaardigheden

Onderzoeksvaardigheden
Pipetteren

Deze docentenhandleiding is een toelichting bij de les 'Super koe: Een boer met keuzestress'. Deze les is een onderdeel van WisMon's Schoollabs. De lessen in deze leerlijn sluiten aan bij de vakleerdoelen van het SLO en de syllabus van het CvTE.

In deze les adviseren leerlingen aan de hand van praktische leskaarten een boer over de aanschaf van melkvee. Ze bepalen van een aantal dieren het genotype voor de hoeveelheid melk die gegeven wordt. Dit heeft invloed op de hoeveelheid kaas die gemaakt kan worden. Hierbij gebruiken ze hun kennis over DNA, voeren ze zelf de gelelektroforese uit en trekken ze conclusies uit de resultaten.

Inhoudsopgave

Didactische verantwoording.....	blz 3
Lesopzet.....	blz 4
Vorbereiding van de les.....	blz 5
Begeleiding tijdens de les.....	blz 7
Antwoordmodel.....	blz 13
Achtergrondinformatie.....	blz 15
Bijlage I: Gelelektroforese.....	blz 16

Materialen

- Docentenhandleiding
- Presentatie dia's
- Leskaarten

Didactische verantwoording



Leerdoelen

- » Leerlingen kunnen hun kennis over DNA en erfelijkheid toepassen in een nieuwe context.
- » Leerlingen kunnen uit hun resultaten conclusies trekken en een advies uitbrengen.



Aansluiting syllabus

Deze les sluit aan bij de volgende subdomeinen en deelconcepten uit de syllabus biologie vmbo van het College voor Toetsen en Examen (CvTE):

- » BI/K/3 Leervaardigheden in het vak biologie
- » BI/K/13 Erfelijkheid en evolutie

Benodigde voorkennis

Voorafgaand aan de les is het belangrijk dat leerlingen enige voorkennis hebben over DNA, erfelijkheid, kunstmatige selectie, kruisingsschema's en stambomen. Mocht dit nog niet in de reguliere lessen aan bod zijn gekomen, dan raden wij aan dit voor het practicum te behandelen.

Inbedding curriculum

Deze les kan worden ingezet als vervanging van en aanvulling op een (theorie)les over erfelijkheid en als activiteit voor loopbaanoriëntatie.

Doelgroep

Erfelijkheid en DNA-technieken worden steeds belangrijker binnen de samenleving. Toch wordt er nog relatief weinig aandacht aan besteed op vmbo-t. Daarnaast wordt het thema erfelijkheid door leerlingen vaak als lastig ervaren. Als leerlingen in de praktijk en binnen een aansprekende context aan de slag kunnen met erfelijkheid, zoals in dit practicum, is de kans groter dat zij het gemakkelijker begrijpen en onthouden. In deze lesmodule wordt er voornamelijk gefocust op de toepassing van gelelektroforese binnen een aansprekende context. Er zijn groepsopdrachten met activerende werkvormen passend bij vmbo-t ingebouwd om leerlingen ook inhoudelijk over het thema erfelijkheid na te laten denken.

Organisatieniveaus

Cruciaal voor een goed begrip van moleculaire biologie en erfelijkheid is het leggen van de link tussen de verschillende organisatieniveaus van de biologie: welk effect hebben moleculaire processen op het organisme? Hier wordt in WisMon's Schoollabs continu naar gestreefd.

Loopbaanoriëntatie

Door de les te koppelen aan een context uit de beroepspraktijk en het inbouwen van een reflectieopdracht, worden leerlingen uitgedaagd om na te denken over hun kwaliteiten en wat dit eventueel voor een toekomstig beroep kan betekenen.

Concept-contextmethode

Elke les van WisMon's Schoollabs is gekoppeld aan een relevante context, waardoor het nut van de DNA-technieken meteen duidelijk wordt. De lessen sluiten daarom naadloos aan bij de concept-contextmethode die de afgelopen jaren in het voortgezet biologieonderwijs is geïmplementeerd. Deze methode houdt in dat concepten uit de lesstof gekoppeld worden aan een maatschappelijke context. Dit kan een context zijn uit de leefwereld van leerlingen, een beroepscontext of een wetenschappelijke context. Het doel hiervan is de samenhang en relevantie van de lesstof te vergroten. De concept-contextmethode draagt bij aan de motivatie en wetenschappelijke vaardigheden van leerlingen. In de lessen van WisMon's Schoollabs worden concepten rondom DNA-technieken daarom gekoppeld aan uiteenlopende contexten uit het dagelijks leven, beroepen en de wetenschap.

Practicumonderwijs met WisMon

Bij WisMon zien we practica als essentieel onderdeel van het bètaonderwijs. We streven er daarom naar om practicumonderwijs makkelijk, modern en motiverend te maken. WisMon's Schoollabs past binnen deze visie door het aanbieden van moderne, eenvoudig te bedienen apparatuur en kant-en-klaar lesmateriaal, waarbij de contexten tot de verbeelding spreken en leerlingen lekker zelf aan de slag gaan.

Lesopzet

Hieronder vind je een indicatie van de tijdsduur van de verschillende onderdelen van de les. In het kader hiernaast is een voorbeeld gegeven van hoe dit verdeeld kan worden over verschillende lessen. Dit kan natuurlijk ook anders worden ingedeeld.

Vorbereitung 75 min. ⌄

- Lees deze handleiding door.
- Lees de leskaarten door.
- Zet het practicum klaar (zie 'Vorbereitung van de les', blz. 5).

Introductie 15-30 min. ⌄

Afhankelijk van de voorkennis van de leerlingen kan een theoretische uitleg nodig zijn voorafgaand aan de les (zie 'Didactische verantwoording', blz. 3). Bespreek in ieder geval de lesindeling. Indien dit de eerste keer is dat leerlingen gaan werken met een pipet, raden we aan ook het gebruik hiervan kort toe te lichten.

Practicum (leskaart 1 t/m 7) 50 min. ⌄

Leerlingen voeren in groepjes aan de hand van leskaarten het practicum uit, leggen hun resultaten vast en ruimen alle materialen weer op na afloop. Let op: het practicum bevat een paar momenten waar leerlingen even moeten wachten. Je kunt in de tussentijd doorgaan met de volgende leskaart.

Afsluiting (leskaart 9 t/m 11) 20 min. ⌄

Leerlingen voeren met hun groepje de afsluitende groepsopdrachten uit, waarbij ze conclusies trekken op basis van hun resultaten en terugkijken naar het practicum. We raden aan het practicum klassikaal na te bespreken.

Suggestie lesindeling

Les 1:
- Introductie* (15-30 min)

Les 2:
- Practicum (50 min)

Les 3:
- Afsluiting (20 min)

* Bij weinig tijd kun je ervoor kiezen de introductie tijdens een losse les voorafgaand aan het practicum te doen, zoals hier aangegeven. We raden dit met name aan als leerlingen nog geen ervaring hebben met pipetteren, omdat de introductie dan meer tijd in beslag zal nemen. Ook is het mogelijk om de afsluiting in een losse les na het practicum te doen.

Vorbereitung van de les

Algemeen

- » Voorafgaand aan het practicum moet een aantal zaken worden voorbereid en klaargezet. De benodigdheden hiervoor zijn steeds per stap aangegeven.
- » De doos bevat genoeg materiaal om 7 experimenten uit te voeren.
- » Ons advies is om groepjes van maximaal 4 leerlingen te maken. In dat geval kunnen dus 28 leerlingen deelnemen.

TAE-buffer maken

Voor de gelelektroforese is een Tris/ Acetaat/EDTA (TAE)-buffer nodig. Het TAE is geleverd in een lesje gelabeld 'TAE concentrate'. Hiervan moet een 1:20 verdunning gemaakt worden.

1 Bereken de benodigde hoeveelheden TAE-concentraat en water met behulp van de formules hiernaast. Het geleverde TAE-concentraat is 100 mL. Voor elk experiment is 135 mL TAE-buffer nodig.

2 Meet (bijvoorbeeld) 100 mL TAE-concentraat en 1900 mL demiwater of gedistilleerd water af in geschikte maatcilinders. Voeg dit bij elkaar in een bekeerglas om 2000 mL TAE-buffer te verkrijgen.

3 Meet dan per groepje 135 mL buffer af in een geschikte maatcilinder en giet dit in bekeerglazen of erlenmeyers.

4 Als je het resterende buffer wilt bewaren, giet het dan in een laboratoriumfles en bewaar het op kamertemperatuur.

Benodigdheden

- » TAE-concentraat
- » Demiwater of gedistilleerd water
- » Maatcilinders
- » Bekerglazen of erlenmeyers (Laboratoriumfles)

$$V_{\text{TAE}} = V_{\text{buffer}} / 20$$

$$V_{\text{water}} = V_{\text{buffer}} - V_{\text{TAE}}$$

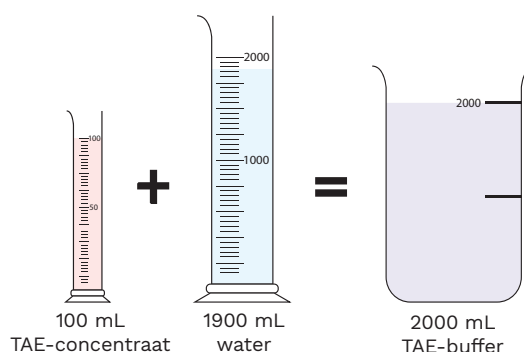
V_{TAE} = benodigd volume TAE-concentraat
 V_{buffer} = gewenst eindvolume buffer
 V_{water} = benodigd volume water

Voorbeeldberekening:

$$V_{\text{buffer}} = 2000 \text{ mL}$$

$$V_{\text{TAE}} = 2000/20 = 100 \text{ mL}$$

$$V_{\text{water}} = 2000 - 100 = 1900 \text{ mL}$$



DNA samples

Van elk van de 8 kleurstofsamples (de 'DNA'-samples) is 125 μL geleverd. Elk groepje heeft hiervan 12 μL nodig.

1 Label per groepje 8 microcentrifugebuisjes (kleine epjes) met de namen van de DNA samples (AA, Aa, aa, M1, M2, F1, F2, F3). **Let op! Label het microcentrifugebuisje met sample AB met Aa. Label het microcentrifugebuisje met sample BB met aa.** Dit is namelijk de manier waarop de leerlingen dit leren.

2 Pipetteer voor elk groepje 12 μL van elk sample in de juiste microcentrifugebuisjes. Gebruik voor elk sample een nieuw pipetpuntje.

Benodigdheden klaarzetten

1 Zet de benodigdheden per groepje klaar met behulp van het lijstje hiernaast.

2 Stel de pipetten in op 10 μL . Plaats de doorzichtige bakjes in het MiniOne® Casting System. Zorg dat de rechte zijkant rechts zit. Plaats de kam in de achterste gleufjes bovenaan het systeem. Zorg dat de kant met 9 tanden naar beneden wijst. Leg de grijze ondergrond in de tank van het MiniOne® Elektroforese-systeem, met de \oplus en \ominus symbolen op de juiste plek.

3 Elk groepje moet daarnaast zelf zorgen dat het een fototoestel of telefoon met camera heeft om de resultaten vast te leggen.

4 Zet de benodigdheden per klas klaar met behulp van het lijstje hiernaast. Het demiwater of gedistilleerd water is alleen nodig bij het opruimen.

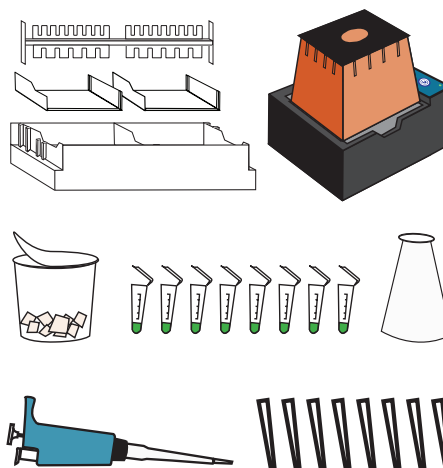
Benodigdheden

- » 8 kleurstofsamples
- » 1 pipet (2-20 μL)
- » Pipetpuntjes
- » Microcentrifugebuisjes (epjes)
- » Stift



Benodigdheden per groepje

- » 1 MiniOne® Casting System
- » 1 MiniOne® Elektroforese-systeem
- » 1 agarose GreenGel™ cup (1,5%)
- » 8 DNA samples (12 μL)
- » TAE-buffer (135 mL)
- » 1 pipet (2-20 μL)
- » 8 pipetpuntjes
- » 2 vellen A3 papier



Benodigdheden per klas

- » Magnetron
- » Demiwater/gedistilleerd water

Begeleiding tijdens de les


Denk om de veiligheid


- » Bij verwarmen of smelten van stoffen
- » Bij het werken met elektrische apparatuur
- » Gebruik handschoenen en een veiligheidsbril waar nodig, met name bij het werken met vloeistoffen (bijv. maken en laden van de agarosegel)
- » Was je handen na het practicum


Algemeen aandachtspunt

- » Zorg dat leerlingen alle informatie bij een stap lezen voordat ze het uitvoeren.

Hieronder staat voor alle dia's uit de presentatie beschreven wat je erbij kunt vertellen om de leerlingen van de benodigde informatie te voorzien.

 Vertel dit de leerlingen

 Maak de connectie met de context en LOB

 Dit gaan de leerlingen doen

 Extra achtergrondinformatie

Toelichting



Introduceer de les. Vertel dat de leerlingen een practicum uit gaan voeren waarin ze een boer gaan helpen met het onderzoeken van het DNA van koeien en stieren.



Bespreek de duur van de les en de benodigde voorkennis, maar focus voornamelijk op de leerdoelen.

Dia's



Toelichting



Introduceer de context. Koeienboer Daan is een echte kaasliefhebber en wil zelf kaas gaan maken van koeienmelk, maar niet alle koeien zijn daarvoor even geschikt. Dit heeft te maken met de erfelijke eigenschap die de melkproductie bepaald. Geeft een koe veel melk, dan kun je meer kaas maken. Daan is van plan om voor de kaasproductie 2 koeien en sperma van 1 stier te kopen. Stieren zijn namelijk erg prijzig dus op deze manier bespaart hij geld. De koeien kunnen dan bevrucht worden met het stierensperma. Wellicht dat er dan nakomelingen komen die ook veel melk geven. Maar het is dus wel belangrijk dat Daan de goede koeien en stierensperma koopt. Daarvoor wil hij een DNA-onderzoek doen en jullie gaan hem daarbij helpen!



Vertel wat meer over de opbouw van de les, de stappen die doorlopen moeten worden en de opdrachten die uitgevoerd gaan worden. Benoem ook dat ze op de 'Ben je klaar?' -kaart bij kunnen houden welke kaarten klaar zijn en dat ze de dikgedrukte oranje woorden terug kunnen vinden in de begrippenlijst op leskaart 12.



Vertel de leerlingen dat ze nu echt gaan beginnen. Vraag de leerlingen om de eerste leskaart te pakken.



De leerlingen gaan nu de agarosegel gieten. Deze hebben ze later nodig om de DNA-fragmenten te scheiden. Het DNA kan zich namelijk verplaatsen door deze gel, waardoor er bandjes in de gel zichtbaar worden.



Het is belangrijk om erbij te zeggen dat er niet meer dan 5 cups in de magnetron kunnen, dat de gelcups heet zijn als ze uit de magnetron komen en dat ze de gel 10 minuten met rust moeten laten als deze in het doorzichtige bakje gegoten is. **Laat ter verduidelijking van deze leskaart het filmpje op de volgende dia zien.**



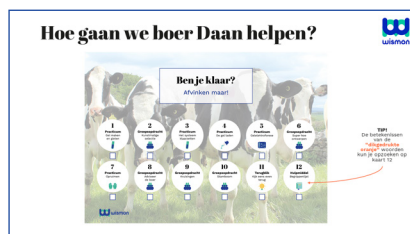
In de 10 minuten wachttijd kunnen de leerlingen verder gaan met de volgende leskaart 'kunstmatige selectie'.

Dia's



4

Koeienboer Daan



5



6



7

Toelichting



Als leerlingen nog niet bekend zijn met de term kunstmatige selectie, leg dan kort uit wat dit inhoudt. Je kunt zelf bepalen hoeveel tijd leerlingen krijgen om zelfstandig en in hun groepje de vraag te beantwoorden. Als alternatief voor het A3-papier kun je ieder groepje ook 5 A4-blaadjes geven.



Bespreek de opdracht na. Leg hierbij de link met de context. Koeienboer Daan wil graag koeien die veel melk geven maar ook met erfelijke eigenschappen die voor nakomelingen zorgen die veel melk geven. Daarom moet koeienboer Daan goed kijken naar de erfelijke eigenschappen van de koeien en stier die hij gaat kopen.



Allereerst moeten de leerlingen het bakje met de gel in de tank zetten. De wells moeten boven de streepjes van de grijze ondergrond zitten. Het kan handig zijn om de leerlingen hierbij te helpen. Leerlingen moeten daarna bij de eerste twee stappen rustig en secuur werken. Het is aan te raden om deze stappen samen te doorlopen en het eventueel voor te doen. Controleer ook of iedereen de tank op de juiste manier in de zwarte houder heeft gezet.



Het laden van de gel betekent dat de leerlingen de DNA-samples in de wells gaan pipetteren.



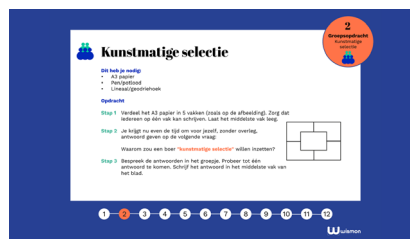
Mochten leerlingen nog niet eerder met een pipet gewerkt hebben, laat ze dan eerst even oefenen met water. Het is namelijk wel van belang dat het pipetteren goed gaat.



Vertel de leerlingen dat ze niet aan de knop van de pipet moeten draaien, voor ieder sample een nieuw pipetpuntje moeten gebruiken en dat ze goed met de pipet in de well moeten zitten voordat ze het DNA-sample erin pipetteren. **Laat de filmpjes op de volgende twee dia's zien ter verduidelijking van deze leskaart.**

Dia's

9



10



11



12



Toelichting



Mocht het groene lampje niet gaan branden, controleer dan het volgende:

- Zit de tank goed in de houder?
- TAE-buffer in de tank?
- Te veel of te weinig buffer?
- Is de bufferconcentratie goed?
- Oranje kap op de houder?
- Stekker in het stopcontact?

Tijdens de gelelektroforese worden de DNA-fragmenten op basis van lengte van elkaar gescheiden. DNA is een beetje negatief geladen en zal zich dus naar de positieve elektrode verplaatsen. Hoe langer het DNA-fragment, hoe langzamer het zich verplaatst. Lees voor meer informatie over de gelelektroforese bijlage 1 op blz. 16.



Zodra de gelelektroforese gestart is, moeten leerlingen 20 minuten wachten. In de tussentijd kunnen ze doorgaan met de volgende leskaart 'Super koe ontwerpen'.



Als leerlingen nog niet bekend zijn met de term genetische modificatie, leg dan kort uit wat dit inhoudt. Als alternatief voor het A3-papier kun je ieder groepje ook 2 A4-blaadjes geven.



Bespreek de belangrijke eigenschappen en de ontwerpen van de super koe. Koppel dit ook aan de context. De erfelijke eigenschappen waarin boer Daan vooral geïnteresseerd is, is de hoeveelheid melk die de koeien geven. Want hoe meer melk de koe geeft, hoe meer kaas hij daarmee kan maken. Maar andere boeren kunnen weer geïnteresseerd zijn in hele andere eigenschappen zoals de kleur van de vacht of spiermassa.



De leerlingen kunnen gaan opruimen. Doorloop de leskaart 'Opruimen' klassikaal. Op die manier wordt alles goed en voorzichtig opgeruimd en is de kans groter dat er geen dingen stuk gaan.



Als leerlingen nog niet bekend zijn met de termen genotypes, dominant, recessief, homozygoot en heterozygoot, leg dan kort uit wat dit inhoudt. Doe deze opdracht klassikaal. Op de volgende dia's staan de resultaten van de gelelektroforese. Gebruik deze om samen met de leerlingen de genotypes vast te stellen van de koeien en stieren.

Dia's



15



16



17



18



19

Toelichting



Dit is de afbeelding van de resultaten. Leerlingen hebben ook deze resultaten op de foto staan. De komende dia's helpen bij het vaststellen van de genotypes van de koeien en stieren. De gele en oranje kleur kun je negeren.



De stier M1 heeft hetzelfde patroon als Aa, namelijk zowel paars als blauw. Het genotype van deze stier is dus Aa.



De stier M2 heeft hetzelfde patroon als AA, namelijk alleen blauw. Het genotype van deze stier is dus AA.



De koe F1 heeft hetzelfde patroon als aa, namelijk alleen paars. Het genotype van deze koe is dus aa.



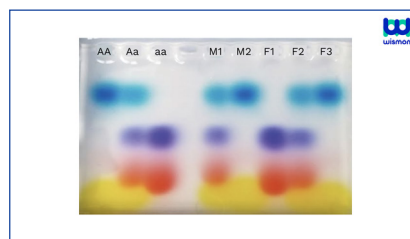
De koe F2 heeft hetzelfde patroon als Aa, namelijk zowel paars als blauw. Het genotype van deze koe is dus Aa.



De koe M3 heeft hetzelfde patroon als AA, namelijk alleen blauw. Het genotype van deze koe is dus AA.

Dia's

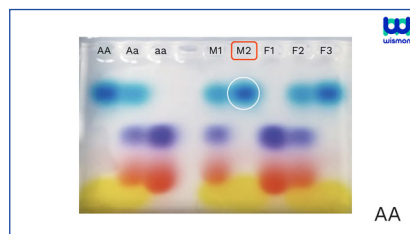
20



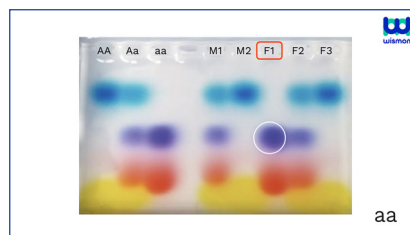
24



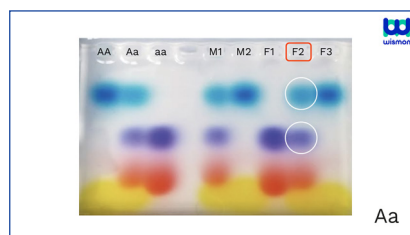
27



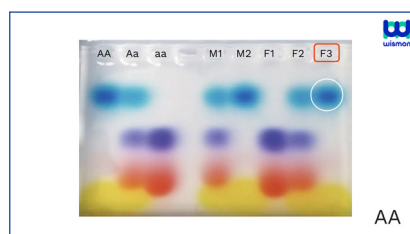
30



34



37



Toelichting



Bespreek met de leerlingen welke genotypes gunstig zouden zijn voor boer Daan (M1, F1 en F2). Houd hierbij rekening met de volgende generatie.



Laat de leerlingen nadenken over het advies dat ze willen uitbrengen. Bespreek dit na.



Als leerlingen nog niet bekend zijn met de term kruisingsschema's, leg dan kort uit wat dit inhoudt. Laat de leerlingen vervolgens de kruisingsschema's invullen voor de koeien en stier die ze boer Daan geadviseerd hebben. Bespreek dit na.



Als de leerlingen nog niet bekend zijn met de term stamboom, leg dan kort uit wat dit inhoudt. Laat de leerlingen de stamboom zelf invullen. Bespreek de opdracht kort na.



Dit is een reflectieopdracht die aansluit bij loopbaanoriëntatie (LOB). Het doel is de leerlingen te laten nadenken over hun kwaliteiten en interesses en of deze passen bij bijvoorbeeld een laboratoriumopleiding. Benoem hierbij dat de taken die de leerlingen vandaag hebben uitgevoerd, dagelijkse werkzaamheden zijn van bijvoorbeeld laboranten, een beroep dat aansluit bij MBO-niveau. Ook bevat de opdracht een ethisch vraagstuk. Laat de leerlingen de vragen in de groepjes bespreken.



Bespreek de vragen van de 'terugblik'-leskaart klassikaal na. Bespreek eventueel ook het gehele practicum na. Vragen die je zou kunnen stellen:

- Hebben we de leerdoelen bereikt?
- Wat heb je verder tijdens deze les geleerd?
- Wat vond je leuk in deze les?
- Wat vond je lastig in deze les?

Dia's

38

39

40

41

42

Antwoordmodel

Kunstmatige selectie (leskaart 2)

Met kunstmatige selectie kan, in dit geval, een boer de koeien en stieren kiezen met de meest gunstige erfelijke eigenschappen. Hij wil koeien die veel melk geven om zo veel mogelijk kaas te kunnen maken. Hij kiest dan de dieren die de erfelijke eigenschap voor het geven van veel melk kunnen doorgeven. Die dieren gebruikt hij voor verdere kruisingen om meer koeien te krijgen die veel melk geven.

Super koe ontwerpen (leskaart 6)

Eigenschappen die belangrijk zouden kunnen zijn voor een boer:

- De hoeveelheid melk die de koe geeft
- Spiermassa
- Vachtkleur
- etc.

De tekening van de super koe is een creatieve opdracht en eigenlijk altijd goed zolang er nagedacht is over belangrijke eigenschappen.

Adviseur de boer (leskaart 8)

Dier	Genotype
M1 (stier 1)	Aa
M2 (stier 2)	AA
F1 (koe 1)	aa
F2 (koe 2)	Aa
F3 (koe 3)	AA

Koop de koeien **1 (F1)** en **2 (F2)**

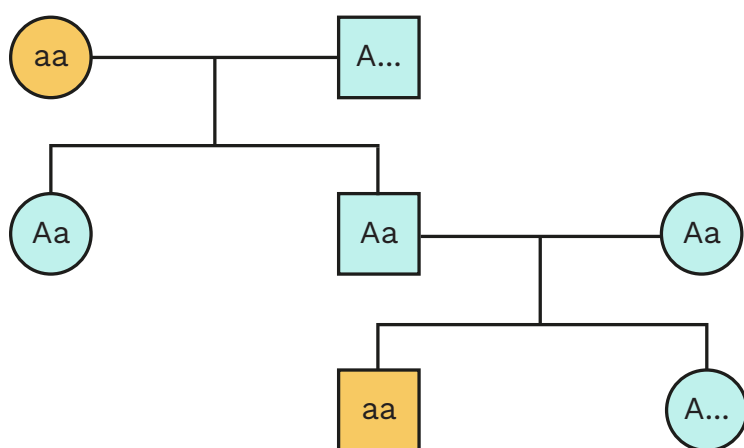
Koop de zaadcellen van stier **1 (M1)**

Kruisingen (leskaart 9)

		Koe: F1	
		a	a
Stier: M1	A	Aa	Aa
	a	aa	aa

		Koe: F2	
		A	a
Stier: M1	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Stamboom (leskaart 10)



Achtergrondinformatie

Verder lezen?

[Meer over de concept-contextmethode in het biologieonderwijs:](#)

Boersma, K.Th., Kamp, M.J.A., Oever, L. van den, Schalk, H.H. (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.

[Meer over DNA-technieken, zoals gelelektroforese:](#)

Zie hoofdstuk 8 van: Alberts, B., Johnson, A.D., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2014). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). New York: Garland Science.

[Meer over de genetica van melkeiwitten bij koeien:](#)

Schopen, G. C. B., Visker, M. H. P. W., Bovenhuis, H., Heck, J., & van Arendonk, J. A. M. (2010). Fokken voor hogere kaasproductie: niet voer maar met name fokkerij beïnvloedt eiwitsamenstelling in melk. *Veeteelt*, 27(13), 10-12. <https://edepot.wur.nl/149076>

Hulp nodig?

Neem contact op met WisMon:



support@wismon.nl



030-737 0348

Meer van WisMon?

Kijk op www.wismon.nl voor meer informatie over WisMon's Schoollabs en voor het bestellen van materialen.

Andere lessen uit deze reeks:

- » Crime Scene Investigation: Wie is de dader?
- » Foodfestival met een nasmaak: festivalgangers met een voedselinfectie

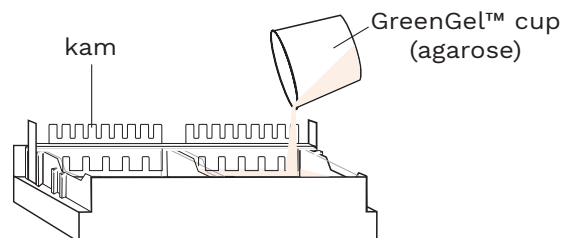
Leapo (het lesportaal van WisMon)

Al het lesmateriaal is terug te vinden op Leapo (www.leapo.nl), het online lesportaal van WisMon. Op dit lesportaal vind je alles om als leerkracht aan de slag te gaan met wetenschap en techniek. Denk hierbij aan online cursussen en kant en klaar lesmateriaal rondom thema's als onderzoekend en ontwerpand leren, digitale fabricage, robotica, programmeren en AR/VR.

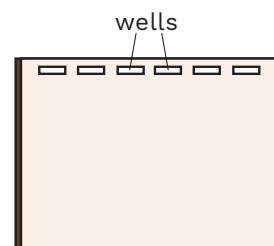
Bijlage I

Gelelektroforese

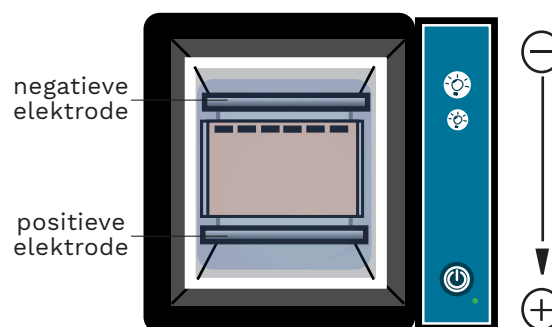
Gelelektroforese is een techniek waarmee je de componenten van een mengsel kunt scheiden. Dit kunnen mengsels zijn van DNA, RNA, eiwitten of kleurstoffen. De componenten worden gescheiden op basis van de grootte, lading en vorm van de moleculen. Hierbij wordt een gel gebruikt, waar de moleculen doorheen bewegen onder invloed van een elektrisch veld.



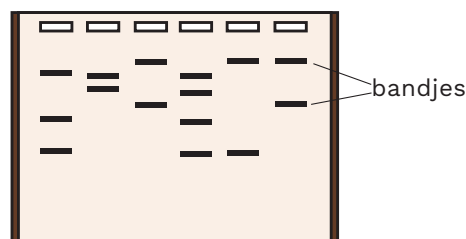
Voor het scheiden van DNA, zoals in dit practicum, wordt vaak een agarosegel gebruikt. Deze wordt gemaakt door gesmolten agarose in een bakje te gieten en hier een kam in te plaatsen. Als de agarose is gestold, wordt de kam verwijderd en heb je een gel met aan één zijde een rij wells (putjes). In deze wells pipetteer je het DNA dat je wilt scheiden. In dit practicum gebruiken we GreenGel™ cups om de gel te maken. Naast agarose zit hierin ook een DNA-kleuring, om het DNA zichtbaar te maken.



De gel wordt tussen een positieve en een negatieve elektrode geplaatst, zodat een elektrisch veld kan worden aangebracht. Omdat DNA negatief geladen is, zullen de moleculen vanuit de well richting de positieve elektrode bewegen. Hierbij bewegen kleine DNA-fragmenten het gemakkelijkst door de poriën van de gel, waardoor zij een grotere afstand zullen afleggen dan lange DNA-fragmenten.



Het resultaat is een bandenpatroon op de gel. Elk bandje bestaat uit DNA-moleculen met dezelfde lengte. De kortste DNA-fragmenten vormen een bandje onderin, terwijl bandjes van lange DNA-fragmenten meer bovenin zichtbaar zijn. Soms wordt in één van de wells een DNA-ladder gepipetteerd. Dit is een mengsel van DNA-moleculen met verschillende, bekende lengtes. Met de DNA-ladder kun je dan aflezen hoe lang de DNA-fragmenten uit je samples ongeveer zijn.



Gelelektroforese wordt o.a. gebruikt voor DNA-fingerprinting. Hierbij wordt het DNA van individuen vergeleken door de bandenpatronen naast elkaar te leggen, bijvoorbeeld voor forensisch onderzoek, verwantschapsonderzoek, in de gezondheidszorg of voor wetenschappelijk onderzoek.

