



E-klas Forensisch onderzoek Havo

Auteur

Team

Laatst gewijzigd

Licentie

Webadres

Bètapartners

Wikiwijs Maken Auteurs

7 mei 2015

CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie

<https://maken.wikiwijs.nl/55221/>



Dit lesmateriaal is gemaakt met Wikiwijs van Kennisnet. Wikiwijs is hét onderwijsplatform waar je leermiddelen zoekt, maakt en deelt.

Inhoudsopgave

Home	2
Studiewijzer	4
Inleiding	6
A. Wat is forensisch onderzoek	9
Wat moet je weten?	10
Wat ga je doen?	13
Wat ga je leren?	14
B. Forensisch onderzoek in Nederland	15
Wat moet je weten?	15
Wat ga je doen?	16
Wat ga je leren?	17
C. Vingerafdrukken	18
Wat moet je weten?	18
Wat ga je doen?	20
Wat ga je leren?	22
D. Haaronderzoek	23
Wat moet je weten?	23
Wat ga je doen?	24
Wat ga je leren?	25
E. Bloed	26
Wat moet je weten?	27
Wat ga je doen?	28
Wat ga je leren?	28
F. Bloedspoorpatroon	29
Wat moet je weten?	29
Wat ga je doen?	30
Wat ga je leren?	30
G. DNA	31
Wat moet je weten?	34
Wat ga je doen?	36
Wat ga je leren?	36
H. DNA vingerafdruk	37
Wat moet je weten?	39
Wat ga je doen?	42
Wat ga je leren?	45
I. Regel van Bayes	46
Wat moet je weten?	47
Wat ga je doen?	48
Wat ga je leren?	48
J. Dynamisch modelleren	49
Wat moet je weten en doen?	50
Wat ga je leren?	50
Begrippenlijst	51
D-toets	53
Eindopdracht	65
Over deze module	67
Over dit lesmateriaal	68

Home



<http://www.flickr.com/photos/sandien/4237738688/sizes/m/in/photostream/>

Welkom bij de module Forensisch onderzoek havo

In de module Forensisch onderzoek, bestemd voor lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT), maak je kennis met biologische sporen en forensische technieken.

De module is opgebouwd rond 5 thema's:

- vingerafdrukken,
- haar,
- bloed,
- DNA,
- statistiek.

De module neemt 40 studieles uur (slu) in beslag. Je besteedt 30 slu aan het theoriegedeelte en 10 slu aan het keuzegedeelte.

René Westra

Arjan de Graaf

Studiewijzer

De module forensisch onderzoek havo, bestemd voor lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT), bestaat uit een theoriegedeelte (30 uur slu) en een keuzegedeelte (10 uur slu). De theorielessen doorloop je individueel, de keuzeopdracht doe je in een groep van 3 tot 4 personen.

Hoe is een les georganiseerd?

Een les bestaat uit vier delen:

1. **Verkennen:** inleidende vraag (max. 0,1 uur).
2. **Theorie en voorbeelden:** theorieoverzicht en voorbeelden via links (soms met applet)(ongeveer 0,4 uur).
3. **Verwerken:** geleerde theorie in praktijk brengen door opgaven te maken (ongeveer 1,4 uur).
4. **Doelstellingen:** overzicht van doelstellingen (max. 0,1 uur)

Planning

Les 1 t/m 7

Door loop het lesmateriaal Les A t/m J

Upload je werkdocument na afloop van les E en les J.

Les 8

Maak de diagnostische toets en controleer of je alles begrepen hebt.

Les 9 en 10

Keuzeopdracht.

Welkom bij de module forensisch onderzoek HAVO



(bron: www.forensischinstituut.nl)

De module *forensisch onderzoek havo*, bestemd voor lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT), bestaat uit een theoriegedeelte (30 uur slu) en een keuzegedeelte (10 uur slu). De theorielessen doorloop je individueel, de keuzeopdracht doe je in een groep van 3 tot 4 personen.

Hoe is de e-klas georganiseerd?

De e-klas Forensisch onderzoek bestaat uit dit html-bestand (deze site) en een serie werkdocumenten theorie (Word-documenten) die je bij ieder onderdeel kunt downloaden.

De e-klas Forensisch onderzoek bestaat uit dit html-bestand (deze site), een [werkdocument theorie](#) (een Word-document) en een [eindopdracht](#) (een Word-document).

Hoe is een les georganiseerd?

Iedere les bestaat uit vier delen:

1. **Verkennen:** een inleidende tekst of vraag (ongeveer 0,1 uur).
2. **Theorie en voorbeelden (*Wat moet je weten?*):** theorieoverzicht en voorbeelden via links (soms met applet)(ongeveer 0,4 uur).
3. **Verwerken (*Wat ga je doen?*):** geleerde theorie in praktijk brengen door opgaven te maken; dit doe je in het werkdocument theorie (ongeveer 1,4 uur).
4. **Doelstellingen (*Wat ga je leren?*):** overzicht van doelstellingen (ongeveer 0,1 uur).

Hoe ga je te werk?

- Voordat je aan de e-klas begint maak je een persoonlijke map 'werkdOCUMENTEN forensisch onderzoek' aan in je computer. In deze map sla je je werkdocument theorie op. Vergeet niet je naam te noteren op de startpagina van het werkdocument. De verwerkingsopdrachten die je later gaat maken sla je ook in deze map op.
- Open aan het begin van iedere les dit html-bestand. Doorloop de vier delen van de les (zie boven).
- Let op! Upload je werkdocument (met daarin de opdrachten die je gemaakt hebt) na afloop van les E en les J naar je docent(e).
- Ben je klaar met les J, maak dan de diagnostische toets en controleer of je alles begrepen hebt.
- Ga daarna door naar de eindopdracht, het keuzegedeelte van de e-klas. Bij de keuzeopdracht ga je één rapport schrijven over de vraag hoe televisie forensisch onderzoek realistisch in beeld kan brengen. Je presenteert het model in de vorm van een geschreven rapport. De keuzeopdrachten vind je in het html-bestand forensisch onderzoek les K. Ook dit rapport sla je op in je map 'werkdOCUMENTEN forensisch onderzoek'. Het werkdocument en het onderzoeksrapport moet je na het afronden van de keuzeopdracht uploaden naar je docent.

De beoordeling

De (groeps)beoordeling van het rapport vormt 25% van het cijfer.
De andere 75% krijg je via de beoordeling van je (individuele) toets.

Succes!

René Westra

Arjan de Graaf

Huub Hardy

Inleiding

Forensisch onderzoek is wetenschappelijk onderzoek. Het doel van forensisch onderzoek is om een analyse te maken van gebeurtenissen rond een misdrijf, en de sporen die daarbij zijn achtergelaten te analyseren. Op deze manier probeert men de vraag te beantwoorden wat zich op de plaats van een misdrijf (ook wel de plaats delict) heeft afgespeeld.



Figuur 1. Forensische opsporing.

(<http://www.flickr.com/photos/sandien/4237738688/sizes/m/in/photostream/>)

Figuur 2. Forensisch onderzoekers aan het werk.

(http://www.forensischinstituut.nl/Images/consumentenvuurwerk-436px_tcm119-446866.jpg)

Forensisch onderzoek maakt deel uit van een ingewikkeld rechtssysteem. En in een goed functionerend rechtssysteem is het van groot belang dat de dader wordt veroordeeld, en niet iemand die onschuldig is. Niemand mag het slachtoffer worden van een gerechtelijke dwaling.

Lekker genieten van een strakke televisieserie is geen bezwaar, maar je moet wel weten dat de werkelijkheid er veel ingewikkelder uitziet. Om dit te bereiken, zou het geen kwaad kunnen om af en toe geconfronteerd te worden met een misdaadserie die wél dicht bij de praktijk staat. In deze module gaan we daar aan werken. De centrale vraag in deze module is: hoe maak je een televisieserie over forensisch onderzoek realistisch (en toch spannend)? Bij de eindopdracht van deze e-klas ga je echt met deze vraag aan de slag.

Voordat je aan deze opdracht kan gaan werken, moet je het een en ander weten over forensisch onderzoek. In de komende lessen (les A t/m J) komen daarom allerlei vragen aan bod. Wat is forensisch onderzoek? Hoe worden vingerafdrukonderzoek, haaronderzoek en bloedsporenonderzoek uitgevoerd? Wat is een DNA-profiel? En hoe bepaal je of iemand werkelijk de dader is?



Groepsopdracht

Ongetwijfeld weet je al het één en ander over forensisch onderzoek door de televisie. Bekijk een aflevering van een misdaadserie, bijvoorbeeld CSI, 24 of Numb3rs. Iedere persoon in de groep concentreert zich op één van de personages.

Open je werkdocument theorie en vul bij het hoofdstuk Inleiding het schema in. Vermeld welke forensische techniek(en) je personage toepast. Beschrijf wat je weet van de gebruikte techniek(en) en of de betreffende scènes volgens jou realistisch zijn.



[Werkdocument theorie: Inleiding](#)

A. Wat is forensisch onderzoek

Forensisch onderzoek is wetenschappelijk onderzoek. Het doel van forensisch onderzoek is om een analyse te maken van gebeurtenissen rond een misdrijf. Op deze manier probeert men de vraag te beantwoorden wat zich op de plaats van een misdrijf (de plaats delict) heeft afgespeeld.

Forensisch onderzoek staat tegenwoordig sterk in de belangstelling. Dit is vooral te danken aan de televisie. Series als Dexter, Bones, Crime Scene Investigation (CSI), Cold Case en Law & Order worden goed bekeken. De makers van deze series proberen het verhaal zo realistisch mogelijk uit te beelden. Maar dat lukt niet altijd. Want forensisch onderzoek is in werkelijkheid arbeidsintensief, specialistisch en tijdrovend werk. Het kent vele regels waar onderzoekers zich strikt aan dienen te houden. Dit zijn zaken waar makers van spannende televisie niet zo op zitten wachten.

Spannende televisie over forensisch onderzoek is leuk. Maar het grote publiek moet wel weten hoe forensisch onderzoek in de praktijk in zijn werk gaat. Een forensische onderzoeker draagt geen hoge hakken en wapens, maar draagt een wit pak, handschoenen en een mondkapje. Zulke onderzoekers ondervragen geen getuigen en achtervolgen geen verdachten. Ze lossen geen misdaad op, maar doen wetenschappelijk onderzoek. Niemand mag het slachtoffer worden van een gerechtelijke dwaling. Forensisch onderzoek is wetenschappelijk onderzoek. Het toeval moet zoveel mogelijk worden uitgesloten. En dat is niet altijd eenvoudig

Bekijk Powerpoint 1 (zie hieronder) over wat er zoal circuleert op internet over Abraham Lincoln en John F. Kennedy, twee presidenten van de Verenigde Staten van Amerika, die allebei zijn vermoord tijdens hun presidentschap. Is dit toeval?



http://www.slideshare.net/pellynl/toeval-kennedy?from=ss_embed

Wat moet je weten?

Laten we een voorbeeld geven aan de hand van een gefingeerde forensisch onderzoeker van de politie, Victor Zand. Deze komt op een dag aan bij een plaats delict, welke zich bevindt in de badkamer en slaapkamer van een woonhuis. Het slachtoffer is reeds afgevoerd naar het ziekenhuis. De partner en andere betrokkenen worden verhoord en het is nog niet zeker of deze als verdachten zullen worden aangemerkt. Hun verklaringen kunnen zomaar niet kloppen. In de badkamer treft Victor een bebloede handdoek aan. Druppels leiden naar een bloedplas - met schoenafdrukken erin te zien - op de grond van de slaapkamer, waar meubels op hun kant liggen en kleding en sierraden rommelig op het bed liggen, tezamen met een bebloed mes en een aantal losse haren.

Wat is hier gebeurd? Van wie is het bloed? Wie heeft het mes gehanteerd? Wie is er in de slaapkamer geweest? Kan het slachtoffer dit zelf hebben aangericht? Gaat het om een beroving of is iemand in de intieme sfeer tekeer gegaan in de woning?

Forensisch onderzoek kan antwoord geven op de vraag wat er zich op de plaats delict heeft afgespeeld. Forensisch onderzoek begint met een analyse van de plaats delict en van de sporen die zich daar bevinden (de stukken van overtuiging). Want de plaats delict ligt vol aanwijzingen. Laat de sporen - de stille getuigen - vertellen wat er is gebeurd.

Forensisch onderzoek is natuurwetenschappelijk onderzoek. Een forensische analyse moet op feiten en niet op meningen berusten. En zo'n analyse moet experimenteel controleerbaar zijn. Het sporenonderzoek moet een eenduidig antwoord geven op de vraag of de verdachte al dan niet kan worden gelinkt aan het misdrijf.



Reflectie

Stel, een forensische onderzoeker vindt sporen van een verdachte op een moordwapen. Is daarmee bewezen dat de verdachte de moord heeft gepleegd? Noem een andere verklaring waardoor sporen van een verdachte op een moordwapen kunnen komen.

Plaats hier je muis



Reflectie

De recherche bedenkt bij het opstarten van onderzoek van een misdrijf eerst een scenario. Dit is een hypothese (veronderstelling) over de toedracht van het misdrijf. Hierna onderzoekt de recherche of er feiten te vinden zijn die deze hypothese ondersteunen. In plaats van meteen na te gaan wie de dader is, kijkt men eerst naar het waarom (het motief). Geef een reden waarom de recherche belang hecht aan het opstellen van een scenario.

Plaats hier je muis

Getuigenverklaringen kunnen een scenario ondersteunen of verwerpen. Maar andersom kan ook: het sporenonderzoek kan een ander beeld opleveren van wat getuigen eerder hebben verklaard. Een getuige kan bewust of onbewust een onjuiste verklaring afleggen. Als men vermoedt dat het om een bewust onjuiste verklaring gaat, kan van een leugendetector gebruik worden gemaakt. Een

leugendetector kan antwoord geven op de vraag of iemand de waarheid spreekt. Maar het gebruik van een leugendetector roept ook veel vragen op. Bijvoorbeeld of het mogelijk is om een leugendetector voor de gek te houden. En andersom, of er een risico is dat de verklaring van een verdachte ten onrechte door een leugendetector als een leugen wordt bestempeld.

In Nederland wordt de leugendetector niet gebruikt bij misdaadonderzoek omdat men ernstig twijfelt aan de betrouwbaarheid ervan. In de Verenigde Staten van Amerika wordt de leugendetector wel gebruikt bij strafrechtelijk onderzoek.

Een leugendetector meet een lichamelijke reactie die je niet kunt beheersen. Als je liegt, neemt bijvoorbeeld je bloeddruk toe. Je krijgt het warm en gaat meer zweten. Verder neemt je hartslag toe en je ademhaling wordt sneller. Als je aan zo'n leugendetector onderworpen wordt, worden deze reacties door de leugendetector gemeten. De gemeten waarden worden vergeleken met de waarden van je hartslag, ademhaling, bloeddruk, transpiratie en temperatuur onder normale omstandigheden. Is er een verschil, dan is er een kans dat je niet de waarheid spreekt.

Uit experimenten is gebleken dat de leugendetector niet altijd foutloos werkt. Zo wordt in slechts 75% van de gevallen een leugenaar daadwerkelijk als leugenaar herkend. Ook bij mensen die niet liegen, werkt de leugendetector niet altijd foutloos. Gemiddeld blijkt de leugendetector 1 van de 12 eerlijke mensen toch als leugenaar aan te wijzen.



<https://www.youtube.com/embed/nd0ldf-6p8w>

Video 1. Leugendetector
(<http://www.youtube.com/watch?v=nd0ldf-6p8w>)

Soms kunnen meerdere scenario's worden onderbouwd met hetzelfde sporenbeeld. Een scenario wordt ook wel omschreven als een hypothese (veronderstelling) over de toedracht van het misdrijf. Dat wil zeggen dat er bepaalde theorieën zijn over het gebeurde:

- Het slachtoffer heeft zelfmoord gepleegd met het mes.
- Het slachtoffer heeft een inbreker betrap in de slaapkamer en is toen neergestoken.
- Het slachtoffer had ruzie met zijn geliefde in de slaapkamer, wat heeft geleid tot een steekpartij.

Maar slechts één theorie kan de juiste zijn.

Forensisch onderzoek speelt een belangrijke rol bij het beantwoorden van de vraag wie bij een misdrijf betrokken zijn. Maar forensisch onderzoek kan ook waardevolle informatie verschaffen over de vraag wat zich op de plaats van het misdrijf kan hebben afgespeeld. Deze informatie kan worden verkregen door onder andere biologisch sporenonderzoek (vingerafdrukken, haren, bloed, DNA). Met dit sporenonderzoek kan men verklaringen van personen bevestigen of ontkrachten. En dat is belangrijk omdat verklaringen van personen soms bewust, maar soms ook onbewust, onjuist blijken te zijn. Het komt zelfs voor dat een verdachte een misdrijf bekent dat hij/zij nooit gedaan kan hebben.

Getuigenverklaringen kunnen een scenario ondersteunen of verwerpen. De vraag is of een getuigenverklaring juist is. Een leugendetector zou antwoord kunnen geven op de vraag of iemand de waarheid spreekt. Maar het gebruik van zo'n toestel roept ook veel vragen op. Bijvoorbeeld of het mogelijk is om een leugendetector voor de gek te houden. En of een verdachte ten onrechte door een leugendetector als schuldige kan worden aangewezen.

De leugendetector wordt in Nederland niet gebruikt bij misdaadonderzoek omdat men ernstig twijfelt aan de betrouwbaarheid ervan. In de Verenigde Staten van Amerika wordt de leugendetector nog zelden gevallen gebruikt bij strafrechtelijk onderzoek. Toch is het een interessant gegeven.

Leugendetectors kunnen lichamelijke reacties meten, die je niet kunt beheersen. Als je liegt, neemt bijvoorbeeld je bloeddruk toe. Je krijgt het warm en gaat meer zweten. Verder neemt je hartslag toe en je ademhaling wordt sneller. Als je aan zo'n leugendetector onderworpen wordt, worden deze reacties door de leugendetector gemeten. De gemeten waarden worden vergeleken met de waarden van je hartslag, ademhaling, bloeddruk, transpiratie en temperatuur onder normale omstandigheden. Is er een verschil, dan is de kans groot dat je niet de waarheid spreekt.

Uit experimenten is gebleken dat de leugendetector niet altijd foutloos werkt. Zo wordt in slechts 75% van de gevallen een leugenaar daadwerkelijk als leugenaar herkend. Ook bij mensen die niet liegen, werkt de leugendetector niet altijd foutloos. Gemiddeld blijkt de leugendetector 1 van de 12 eerlijke mensen toch als leugenaar aan te wijzen.



Reflectie

We bekijken een tweetal verdachten. Eén persoon is eerlijk en één is een leugenaar. Hoe groot is de kans dat de leugenaar door de leugendetector niet herkend wordt als leugenaar? En hoe groot is de kans is dat de eerlijke persoon door de leugendetector voor een leugenaar wordt gehouden?

[Klik hier](#)



Reflectie

Bereken de kans dat, van dit tweetal, de verkeerde persoon als leugenaar wordt aangewezen.

[Klik hier](#)



Reflectie

Tekenen van emotie die mensen kunnen vertonen als ze liegen, zijn rood worden of zweten. Maar als iemand deze verschijnselen heeft, kan het ook zijn dat deze persoon toch de waarheid spreekt. Noem een andere reden waardoor een persoon rood kan worden tijdens een verhoor.

[Klik hier](#)



Reflectie

Sommige leugendetectors werken op basis van het principe dat emoties van invloed zijn op je stem of je lichaamshouding. Van mensen die anderen niet recht in de ogen kijken of wegstaren als ze iets zeggen, wordt vaak aangenomen dat ze niet de waarheid spreken. Het niet aankijken van de ander wordt blijkbaar opgevat als een teken van onzekerheid. Maar het wil niet altijd zeggen dat iemand daadwerkelijk liegt.

Noem een andere reden waardoor een persoon een ander niet recht in de ogen kan kijken.

[Klik hier](#)



Reflectie

Getuigenverklaringen zijn niet altijd betrouwbaar, maar ze worden door deskundigen toch zeer serieus genomen. Dit hangt samen met het gegeven dat personen (slachtoffers, verdachten en getuigen) een volledig verhaal kunnen vertellen. Dit in tegenstelling tot sporenmateriaal dat alleen informatie geeft over een momentopname.

Over welk moment geeft sporenmateriaal informatie?

[Klik hier](#)

Wat ga je doen?

Hoe goed ben jij als getuige?

Je staat er waarschijnlijk niet bij stil hoe moeilijk het eigenlijk is om een goede getuige te zijn.

Ga naar de website <http://flashface.ctapt.de/> en maak uit het hoofd een compositietekening van je buurman of buurvrouw.

Zorg dat je aan het eind van de les je resultaten opslaat in je *werkdokument theorie*. Sla dat document weer op in je persoonlijke map 'werkdokument forensisch onderzoek'.



[Werkdocument theorie Les A: wat is forensisch onderzoek](#)

Wat ga je leren?

Je moet kunnen beschrijven wat wordt bedoeld met forensisch onderzoek.

B. Forensisch onderzoek in Nederland

Forensische onderzoekers moeten niet zo te werk gaan als Nick Stokes en Warrick Brown in *Anonymous* (CSI Las Vegas; 1^e seizoen; aflevering 8). In deze aflevering is een auto van een toerist van de weg geraakt en onder aan een steile klif beland. De bestuurder is bewusteloos. Nick en Warrick komen op grond van het verzamelde sporenmateriaal tot de conclusie dat er een tweede persoon bij het ongeval betrokken moet zijn. Volgens de theorie van Nick is deze tweede persoon de dader van het ongeval, volgens de theorie van Warrick is de tweede persoon een onbekende medepassagier. Beide theorieën kunnen worden onderbouwd met het sporenmateriaal. Maar slechts één theorie kan de juiste zijn. Nick en Warrick sluiten een weddenschap en proberen ieder voor zich het bewijs te vinden. Aan het eind van de aflevering komt de toerist bij bewustzijn en heeft een simpele verklaring voor het ongeval: hij is met zijn dronken kop van de weg geraakt. Geen dader, geen medepassagier.

Gelukkig komt in *Anonymous* het slachtoffer weer bij bewustzijn. Maar stel dat de man was overleden. Zou dan een onschuldig persoon bij toeval voor deze nooit gepleegde misdaad kunnen opdraaien? In theorie wel.

De valkuil waar Nick en Warrick intrappen, is dat ze de gegevens *achteraf* en *bevooroordeeld* verzameld hebben. Dit kan de betrouwbaarheid van het onderzoek verkleinen. Want door gegevens achteraf en bevooroordeeld te verzamelen, kun je accenten leggen die je in een verkeerde richting sturen.

Er komt dus heel wat kijken bij het oppakken en vervolgen van een verdachte. De politie, het openbaar ministerie, het Nederlands Forensisch Instituut en de rechtbank hebben daarbij allemaal hun eigen taken. In deze les leer je wat deze instanties doen en wat hun functie is tijdens de rechtsgang.

Bekijk Video 2 van schooltv.



Video 2: http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20060906_rechtsgang01

Wat moet je weten?

Mensen die strafbare feiten hebben gepleegd moeten worden opgespoord en vervolgd binnen wettelijke grenzen. Dit is een taak van de officier van justitie

Bekijk de onderstaande video's, afkomstig van de website van het Openbaar Ministerie. Beantwoord daarna de vragen.



[Het werk van de officier van justitie \(openbaar ministerie 2006\)](#)



Reflectie

Wat is de taak van de officier van justitie?

Plaats hier je muis



Het slachtoffergesprek bron: http://www.om.nl/onderwerpen/slachtofferzorg/video's/video's/video_het/



Reflectie

Mag het slachtoffer in de rechtszaal reageren op opmerkingen van de verdachte?

Plaats hier je muis

Wat ga je doen?

Open je *werkdokument theorie* en werk les B, opdracht 1, 2, en 3 uit. Zorg dat je je resultaten aan het eind van de les opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten forensisch onderzoek'.

Heb je tijd over, bekijk dan via onderstaande link de drie afleveringen van het schooltv programma 'Wie is de dader?' en speel het spel 'de game'.

Website 3: www.schooltv.nl



[Werkdocument theorie Les B: Forensisch onderzoek in Nederland](#)

Wat ga je leren?

Je moet kunnen beschrijven welke rol de officier van justitie inneemt in het strafrechtelijk onderzoek en welke rol forensisch onderzoek en getuigenverklaringen vervullen.

Je moet kunnen beschrijven wat het verschil is tussen biologische en niet-biologische sporen.

C. Vingerafdrukken

Op een ochtend komt forensisch onderzoeker Victor Zand aan bij een baai van een groot meer voor onderzoek aan een aangespoeld 'waterlijk'. De betreffende vrouw is onherkenbaar door de schade die het water heeft aangericht en men weet niet om wie het zou kunnen gaan. De handen van de vrouw zijn extreem rimpelig, maar Victor kent een manier om de huid van haar vingers om een mal te wikkelen en een afdruk te maken op een zogenaamde Live Scanner. De digitale afdruk levert weldra een aantal matches op in het systeem, en na een zorgvuldig onderzoek concludeert een dactyloscoop dat we te maken hebben met Sylvia van der Plas. Na tactisch speurwerk blijkt Sylvia al enkele dagen niet gezien te zijn op haar werk en kan de politie overgaan naar het zoeken naar de oorzaak van het feit dat zij in het water lag.

Het koppelen van een vingerafdruk of -spoor aan een persoon is niet alleen maar fantasie: forensische onderzoekers kunnen gebruikmaken van een databank met daarin vingerafdrukken van een groot aantal mensen. Deze databank heet HAVANK, Het Automatisch Vinger Afdrukkensysteem Nederlandse Kollektie. Het overgrote deel van de Nederlandse bevolking komt nu nog niet voor in zo'n databank. Nederland kent namelijk een wet op de bescherming van persoonsgegevens.

In de komende lessen ga je leren hoe je zelf een eenvoudig vingersporenonderzoek kunt uitvoeren. Je gaat leren hoe je vingersporen zichtbaar kunt maken en welke patronen je kunt ontdekken in je eigen vingerafdrukken. Met de vingerafdrukken van alle leerlingen in je klas, ga je vervolgens een databank maken. Deze databank ga je gebruiken om te bekijken wat de grootste verschillen zijn tussen jullie vingerafdrukken. Ten slotte gaan we achterhalen van wie de vingersporen op een gegeven voorwerp zijn.

Bekijk Video 3 en 4.



[Video 3: Hoe maak je een vingerafdruk? \(bron: http://www.youtube.com/watch?v=dxOYIHjK11A\)](http://www.youtube.com/watch?v=dxOYIHjK11A)



[Video 4: Wat kun je met een vingerafdruk? Bron: http://www.schooltv.nl/bee ldbank/clip/20031204_vingerafdrukken01](http://www.schooltv.nl/bee ldbank/clip/20031204_vingerafdrukken01)

Wat moet je weten?

Het officiële woord voor vingersporenonderzoek is dactyloscopie. Dactyloscopie is een woord dat afkomstig is uit het Grieks en dat 'kijken naar vingers' betekent. Meer precies kijken we bij dactyloscopie naar vingersporen, oftewel vingerafdrukken. Dactyloscopie of vingersporenonderzoek houdt zich bezig met het zichtbaar maken en identificeren van vingersporen. Met identificeren bedoelen we het vaststellen van wie de vingersporen afkomstig zijn. Daarmee kan immers worden bepaald of iemand op de plaats van het onderzoek (de plaats delict) aanwezig is geweest.

Omdat mensen overal (vaak onzichtbare) vingersporen achterlaten en omdat vingerafdrukken voor ieder mens uniek zijn, kan vingersporenonderzoek een belangrijk onderdeel zijn van een forensisch sporenonderzoek. Hierdoor zijn heel wat misdadigers achter de tralies beland.

Je vraagt je nu misschien af hoe een vingerafdruk ontstaat en hoe je die zichtbaar kunt maken. Kijk dan eerst maar eens goed naar je vingertoppen. Je ziet dan de huidlijnen in een bepaald patroon dat je ook in je vingerafdruk weer terug ziet. De huidlijnen in je vingertoppen zijn lijnvormige verhogingen in je vingervoid, ook wel papillairlijnen genoemd.

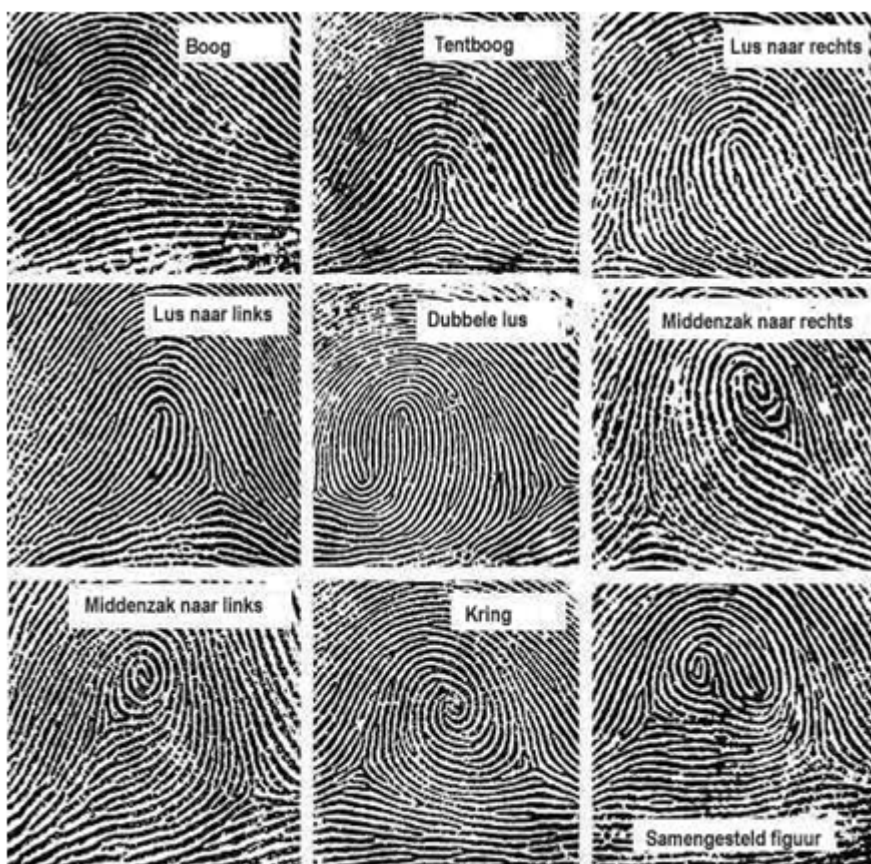
In de papillairlijnen bevinden zich heel veel poriën (kleine openingen in de huid), waardoor continu meer of minder transpiratievocht (zweet) naar buiten komt. Dit transpiratievocht verspreidt zich over de papillairlijnen en bestaat uit een mengsel van allerlei stoffen, waaronder vetten, zouten en vooral water. Het water verdampt, maar de vetten, zouten en andere stoffen blijven op (en ook tussen) de papillairlijnen achter.

Wanneer je vingers nu in contact komen met een voorwerp, bijvoorbeeld als je het vastpakt, worden het transpiratievocht en vooral de niet verdampte stoffen, zoals vetten en zouten, daarop overgebracht. Zo ontstaat op het voorwerp een (meestal onzichtbare) vettige afdruk van het huidlijnenpatroon, de vingerafdruk. Deze vettige afdruk kun je met diverse materialen zichtbaar maken.



[Video 5: Vingerafdrukken zichtbaar maken met lijm \(http://www.youtube.com/watch?v=FkcSkADVMIM\)](http://www.youtube.com/watch?v=FkcSkADVMIM)

Door de verschillen tussen de huidlijnenpatronen van verschillende personen wordt verondersteld dat vingerafdrukken uniek zijn. Om deze verschillen te beschrijven, kunnen we de huidlijnenpatronen in een aantal hoofdgroepen verdelen. Deze hoofdgroepen kenmerken zich door hoofdpatronen. Dit zijn globale figuren in het huidlijnenpatroon, zoals bogen, lussen, ringen en kernen ([zie patronen vermeld in website 4](#)). Het groeperen van vingerafdrukken in hoofdgroepen op grond van de hoofdpatronen noemen we classificeren.



Copyright: <http://www.vingerafdrukken.nl>

Figuur 1: hoofdpatronen vingersporen

Daarnaast kunnen we onderscheid maken tussen de vingers van verschillende personen door te kijken naar de details in het huidlijnenpatroon. Kenmerkende details noemen we *minutiae* (vroeger typica), omdat deze typisch zijn voor het huidlijnenpatroon van de betreffende persoon. Je kunt dan denken aan punten waar huidlijnen stoppen of splitsen, maar ook aan eilandjes, ogen, haken, tussenlijnen, lijnstukjes, de dikte van de huidlijnen, de vorm van de poriën en plooien. Ook littekens en andere beschadigingen kunnen typica van het huidlijnenpatroon zijn.

In een forensisch onderzoek wordt bij het vergelijken van vingerafdrukken in de eerste plaats gekeken naar de hoofdgroepen. Vervolgens wordt er gezocht naar dactyloscopische punten (dat zijn overeenkomende typica op overeenkomende onderlinge posities). Voor een sluitende identificatie zijn in Nederland (volgens de wet) minstens 12 dactyloscopische punten noodzakelijk.

[Bekijk website 4: vingerafdrukken?](#)

Wat ga je doen?

Je gaat nu zelf vingerafdrukken maken en analyseren. Open je *werkdokument theorie* en werk les C, opdracht 1 t/m 9 uit. Zorg dat je aan het eind van de les je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdOCUMENTEN forensisch onderzoek'.



[Werkdokument theorie Les C: Vingerafdrukken](#)

Wat ga je leren?

Je moet een eenvoudig vingersporenonderzoek kunnen uitvoeren. Ook moet je het doel van een vingersporenonderzoek kunnen beschrijven

Je moet een eenvoudige (digitale) databank kunnen maken van vingerafdrukken van een groep mensen.

D. Haaronderzoek

Forensisch onderzoeker Victor Zand gaat op een plaats delict vaak gericht op zoek naar vingersporen en DNA-sporen. In het geval van de roofoverval die hij nu onderzoekt is op camerabeelden te zien dat de misdadiger zichzelf beschermd heeft tegen het achterlaten van sporen door handschoenen en een bivakmuts te dragen. Ook heeft hij geen speeksel achtergelaten op bijvoorbeeld een blikje of sigarettenpeuk, en is hij niet gaan bloeden. Het lijkt er dus op dat het wat vingersporen en DNA betreft moeilijk gaat worden.

Dan wordt er verder op het terrein een bivakmuts gevonden die visueel gelijk is aan die van de camerabeelden. Een zeer delictgerelateerd spoor dus. De bivakmuts test negatief op speeksel maar bevat wel een aantal haren, heel waarschijnlijk van de drager. Enkele haren bevatten een wortel, wat DNA-onderzoek mogelijk maakt. Daarnaast vertellen de haren mogelijk nog meer. Werk aan de winkel dus.

Tijdens een misdrijf kunnen dus op velerlei manieren haren van de dader terechtkomen op het slachtoffer en omgekeerd. Ook op de plaats delict kunnen haren van dader en slachtoffer te vinden zijn. Haaronderzoek concentreert zich in eerste instantie op de vraag wie de donor is van het haarspoor. Daarna wordt er gekeken of het haarspoor in verband staat met het misdrijf en daardoor bewijswaarde heeft. Dit laatste is niet eenvoudig. De aanwezigheid van een haarwortel bewijst niet onomstotelijk dat er een worsteling heeft plaatsgevonden; het slachtoffer en/of de dader kan bijvoorbeeld eerder op die plaats zijn haren gekamd hebben. Ook kunnen haren secundair worden overgedragen: er kan bijvoorbeeld haar van een willekeurige persoon via een bioscoopstoel op de jas van iemand terecht komen die zich daarna op een plaats delict begeeft en de haar verliest.

In de komende lessen ga je leren hoe je zelf een eenvoudig haaronderzoek kunt uitvoeren. Je gaat leren hoe je haren en haarcellen in een haarwortel zichtbaar kunt maken onder de microscoop. Van haren uit je hoofd ga je een haarpalet maken. Zo'n haarpalet gebruik je om te bekijken wat de grootste verschillen zijn tussen jouw haren en die van de andere leden binnen je groep. Ten slotte ga je achterhalen van wie de haren op een gegeven voorwerp zijn.

Wat moet je weten?

Forensisch haaronderzoek richt zich meestal op de vraag wie de donor is van het haarspoor. Er zijn twee mogelijkheden om van een haarspoor de donor vast te stellen:

1. De haaronderzoeker vergelijkt de uiterlijke kenmerken (de morfologie) van haarsporen rond een misdrijf met haar van een verdachte, slachtoffer en/of betrokkenen.
2. De haaronderzoeker isoleert DNA van het celmateriaal aan de wortels van de haarsporen en maakt een DNA-profiel.

De technische recherche verzamelt haren op de plaats delict. Haren op stukken van overtuiging worden bijna altijd door forensische onderzoekers verzameld (veiliggesteld). Vindt men haarsporen, dan worden deze op een zogenaamde haarkaat geplakt. Het onderzoek begint meestal met het beschrijven van de uiterlijke kenmerken van de haren. De haaronderzoeker bekijkt ieder haarspoor met de microscoop.



Reflectie

Bij menselijke haren zijn verschillende typen haren te onderscheiden. Welke zijn dat?

Plaats hier je muis



Reflectie

Een haar heeft diverse morfologische kenmerken, die onderverdeeld kunnen worden in algemene en bijzondere kenmerken. Algemene kenmerken hebben betrekking op eigenschappen die het haar van nature heeft, zoals kleur en kleurintensiteit, pigmentatie, vorm, lengte en dikte. Bijzondere kenmerken zijn ontstaan door invloeden van buitenaf. Noem hiervan enkele voorbeelden.

Plaats hier je muis

Wil je weten waar een haaronderzoeker naar kijkt, lees dan website 5 door.

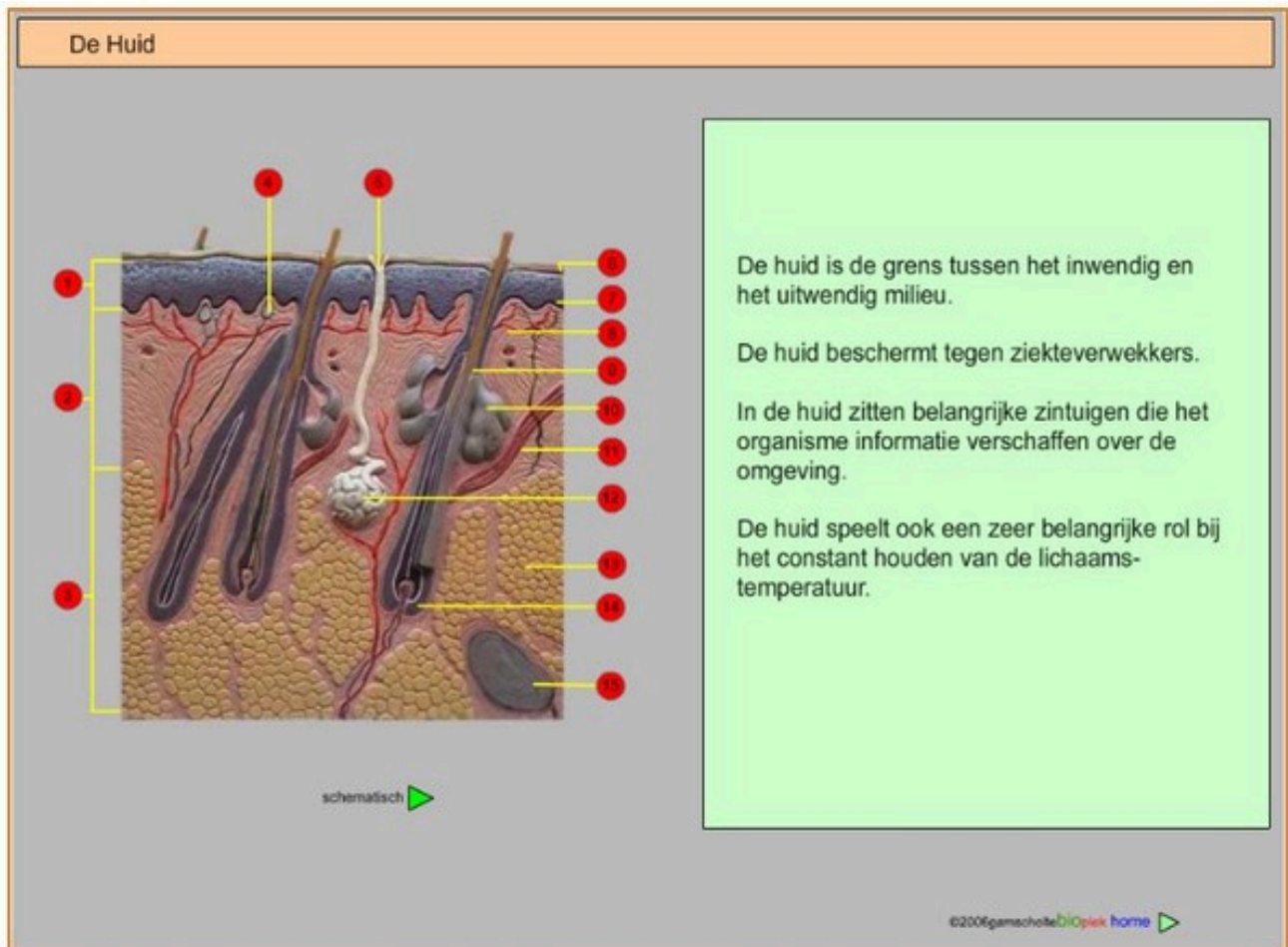
Website 5: Haaronderzoek. (http://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/jan2004/research/2004_01_research01_figures.htm)

Wat ga je doen?

Bestudeer op website 6 de bouw van huid en haren. Je gaat daarna zelf haaronderzoek doen. Open je *werkdokument theorie* en werk les D, opdracht 1, 2 en 3 uit. Zorg dat je aan het eind van de les je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten forensisch onderzoek'.



[Werkdocument theorie Les D: haaronderzoek](#)



[Website 6. Huid en haar. \(http://www.bioplek.org/animaties/mens_overigen/huid.html\)](http://www.bioplek.org/animaties/mens_overigen/huid.html)

Wat ga je leren?

Je moet een haarpalet kunnen maken van een persoon en een eenvoudig haaronderzoek kunnen uitvoeren. Ook moet je het doel van haaronderzoek kunnen beschrijven.

E. Bloed

Naast een scherpe blik beschikt Victor Zand ook over een goed reukvermogen, al zijn zintuigen staan aan op de plaats delict. Vandaag onderzoekt hij de woning van een man die verdacht wordt op de moord van zijn vrouw. Haar lichaam is in een ondiep graf gevonden in een park nabij, gewikkeld in een tentzeil. Het lichaam vertoont diverse steekwonden. De politie vermoedt dat de vrouw ergens anders om het leven is gebracht, om haar lichaam vervolgens op deze plek te 'dumpen'. Er moet veel bloed hebben gevloeid.


In de woning van de verdachte ruikt Victor een lichte bleekgeur, de geur van flink schoonmaken. Zou de vrouw op deze plek dodelijk mishandeld zijn? Bloed kun je wel wegwassen zodat je het niet meer ziet, maar het is er nog wel, je krijgt het nooit helemaal weg. Kan Victor aantonen dat er daadwerkelijk sprake is geweest van een bloedbad in deze woning? Lichten uit en sprayen maar...

Om vast te stellen of er bloedsporen aanwezig zijn op de plaats delict, test een forensische onderzoeker het materiaal met een zeer gevoelige aantoningsreactie die specifiek bloed kan aantonen, zoals luminol. Het is natuurlijk wel van essentieel belang dat zulke aantoningsreacties alleen bloed aantonen en niet reageren met allerlei andere materie.

In de komende lessen leer je hoe je zelf bloed weggewassen kunt aantonen. Ten slotte gaan we een bloedspoorpatroononderzoek uitvoeren.

Onderzoek naar bloedspoorpatronen kan een antwoord geven op de vraag hoe, met hoeveel kracht en van welke richting en hoogte een letsel kan zijn toegebracht.



Bloed



De functies van het bloed:

1. Vervoer van stoffen
 - a. zuurstof van de longen naar de cellen
 - b. koolstofdioxide van de cellen naar de longen
 - c. voedingsstoffen van de dunne darm naar de cellen
 - d. ureum van de lever naar de nieren
 - e. hormonen van hormoonklieren naar andere plaatsen
2. Afweer tegen ziekteverwekkers
3. Herstel van beschadigingen door stolling

Buiten het lichaam kan bloed alleen goed bewaard worden als er een antistollingsmiddel aan wordt toegevoegd.

blz.1©2006 gemischte biologie 

[Website 7. Samenstelling van bloed \(www. bioplek.org\)](http://www.bioplek.org)

Wat moet je weten?



fig. 3: Luminol (<http://en.wikipedia.org/wiki/Chemiluminescence>)

Er zijn situaties waarin men geen bloedsporen met het blote oog kan waarnemen en waarbij men toch het idee heeft dat er wel degelijk bloedsporen aanwezig moeten zijn (geweest). Op de plaatsen waarvan wordt vermoed dat er bloedsporen aanwezig zijn, kan gebruik worden gemaakt van een oplossing van **luminol** en waterstofperoxide als reagens op bloed. Eenvoudigweg kan gesteld worden dat een *reagens* een stof (of een mengsel) is waarmee een andere stof kan worden aangetoond.

Luminol is geen systematische naam maar is afgeleid van het Latijnse woord voor licht: lumen. Luminol kan reageren met waterstofperoxide (H_2O_2) waarbij een helder, blauwgekleurd licht vrijkomt. In je werkdocument en in de website hieronder is de reactie van luminol met waterstofperoxide in basisch milieu weergegeven.

[Bekijk website 7: Luminol reactie.](#)

In de praktijk verloopt de reactie van luminol met waterstofperoxide bijzonder traag. Om de blauwachtige kleuring van de luminolreactie te kunnen waarnemen kan het experiment het beste in een donkere kamer worden uitgevoerd.

In video 7 wordt de luminolreactie getoond. Het is een demonstratie in het donker, de reactie is na ongeveer 1 minuut te zien!



[Video 7: Luminolreactie \(http://www.youtube.com/watch?v=yZOvbho4Hil\)](http://www.youtube.com/watch?v=yZOvbho4Hil)

Wat ga je doen?

Je gaat nu zelf bloedonderzoek doen. Open je *werkdokument theorie* en werk les E, opdracht 1, 2 en 3 uit. Zorg dat je aan het eind van de les je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten forensisch onderzoek'.



[Werkdocument theorie Les E: bloed](#)

Wat ga je leren?

Je moet de luminolproef kunnen beschrijven. Ook moet je kunnen aangeven wat de beperkingen van deze methode zijn.

Je moet de tetrabasetest kunnen beschrijven. Ook moet je kunnen vertellen waarom deze test wordt uitgevoerd naast een experiment met luminol en je moet ook kunnen vertellen wanneer de tetrabasetest niet betrouwbaar is.

F. Bloedspoorpatroon

Niet zelden verklaart een verdachte van een gewelddadige moord dat het een handeling uit zelfverdediging was. Recentelijk heeft Victor Zand het verschil kunnen maken in een zaak waarin een verdachte verklaarde het slachtoffer te hebben doodgeschoten omdat deze hem aanviel terwijl hij in een gevecht op de grond was beland en niet anders kon dan naar zijn wapen grijpen en schieten. Victor reconstrueerde het delict door metingen te verrichten aan de bloeddruuppels in het bloedspoorpatroon op de achterliggende muur. Door de vorm, richting en hoek van de afzonderlijke bloeddruuppels te bekijken en lijnen te trekken in de ruimte, kon het punt van oorsprong van de bloedbron (het hoofd van het slachtoffer) worden bepaald. Zo bleek dat de verdachte onmogelijk vanuit liggende positie het staande slachtoffer in het hoofd kon hebben geschoten; het bepaalde punt van oorsprong i.c.m. de locatie van de hoofdwond leek veel beter te passen bij een zittend/knielend slachtoffer dat van bovenaf werd beschoten.

Deze casus illustreert de grote waarde die bloedspoorpatroononderzoek kan hebben bij forensisch onderzoek. Onderzoek naar de patronen van de bloedsporen op de plaats delict of op een stuk van overtuiging (zoals een kledingstuk) kan antwoord geven op de vraag op welke manier en met hoeveel kracht ietsel werd toegebracht. Ook kun je met zo'n onderzoek vaststellen van welke richting en hoogte een ietsel kan zijn toegebracht. Dit kan doordat bloed zich gedraagt volgens regels van de ballistiek. De ballistiek bestudeert de banen die niet-geleide projectielen in de lucht beschrijven. In les J komen onderdelen van de ballistiek terug in een simulatie van een kogelbaan. In dit hoofdstuk onderzoeken we wetmatigheden bij het tot stand komen van een bloedpatroon.



Figuur 4. Bloedspatpatroon (<http://www.leelofland.com/wordpress/?p=301>)

Wat moet je weten?

Bloedspoorpatroononderzoek kan grote waarde hebben bij forensisch onderzoek. Bloed kan een voorwerp vanuit verschillende richtingen raken. Bloed dat een muur raakt onder een hoek van 90° zal een ander bloedspoorpatroon opleveren dan bloed dat de muur raakt onder een hoek van 10° .

In deze les ga je zelf een bloedspoorpatroononderzoek uitvoeren.

Wat ga je doen?

Open je *werkdokument theorie* en werk les F, opdracht 1 en 2 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdOCUMENTEN forensisch onderzoek'

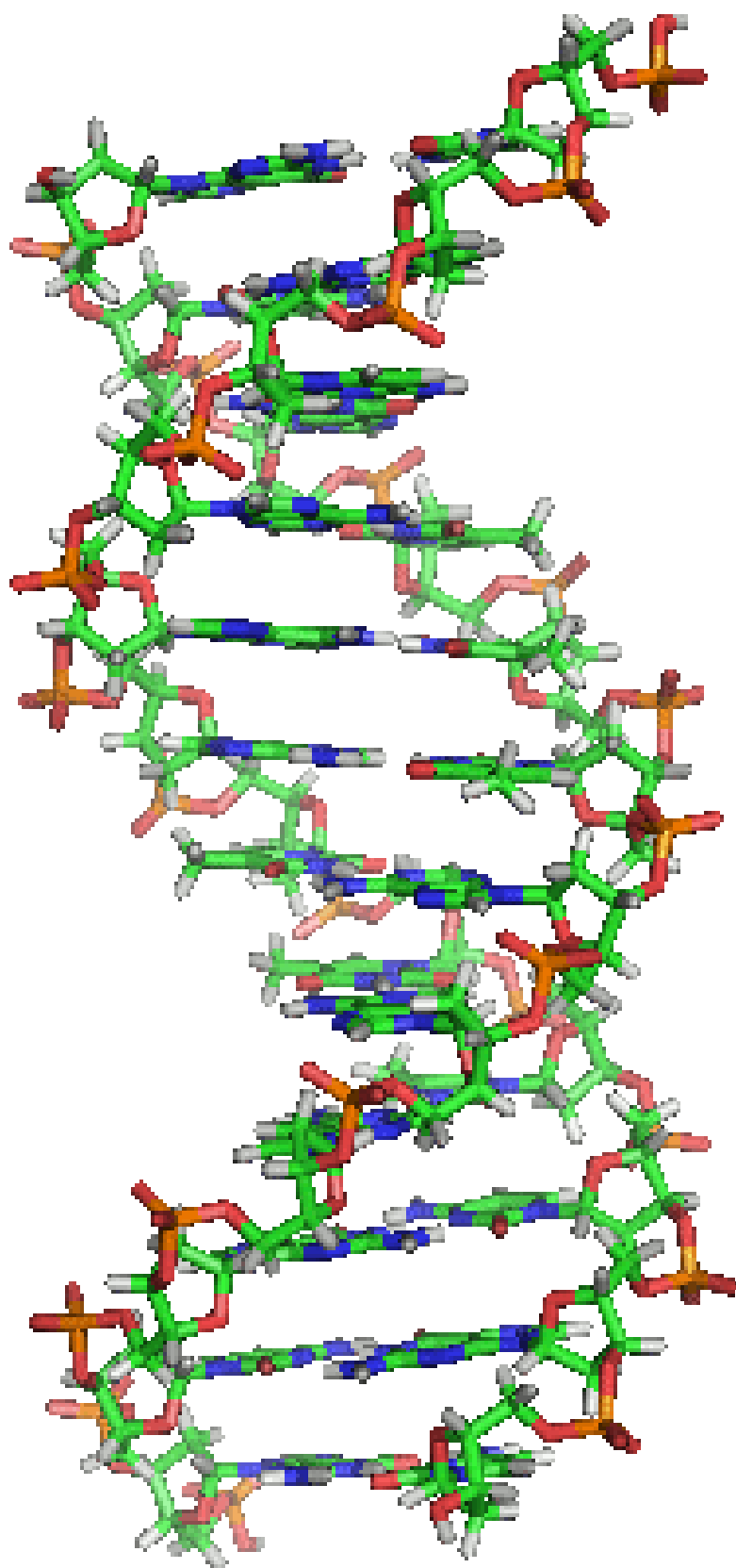


[Werkdocument theorie Les F: bloedspoorpatroon](#)

Wat ga je leren?

Je moet kunnen aangeven welke informatie een bloedspat kan geven en je moet een bloedspoorpatroononderzoek kunnen opzetten en uitvoeren.

G. DNA



In een oud kantoorpand in een afgelegen woonwijk, dat officieel leegstaat, wordt na een melding van stankoverlast van de burens een wietplantage ontdekt. Victor Zand onderzoekt de zaak en treft, naast de vele plantenbakken met aarde en wiet en grote lampensets erboven, een aantal bierflesjes, lege glazen en sigarettenpeuken aan. Hiermee kan er mogelijk de vraag beantwoorden wie er in deze plantage werkzaam waren en er zodoende drank en sigaretten nuttigden. Het speeksel dat zich namelijk bevindt op de randen van de glazen, de mondstukken van de bierflesjes en de filters van de peuken, kan namelijk wijzen in de richting van specifieke personen. Speeksel is namelijk, net als bloed, sperma en haar, een biologisch spoor, dat wil zeggen een spoor dat celmateriaal en dus DNA bevat. Speeksel bevat namelijk wangslijmvliescellen uit de binnenkant van de mond.

Bij forensisch onderzoek wordt biologisch sporenmateriaal onderworpen aan een DNA-onderzoek. Het resultaat van zulk DNA-onderzoek is een DNA-profiel. DNA-profielen kunnen nauwkeurig antwoord geven over de vraag wie de donor is van het spoor. Bij vergelijkend DNA-onderzoek wordt DNA van een biologisch spoor vergeleken met DNA van verdachte personen of, indien gewenst, met DNA-gegevens in een databank. Voor het onderzoek moet een (verdacht) persoon DNA-materiaal afstaan. Meestal wordt DNA verzameld uit makkelijk isoleerbaar celmateriaal, zoals wangslijmvliescellen. Voor het onderzoek moet het DNA zo zuiver mogelijk geïsoleerd worden. Of het DNA-onderzoek daadwerkelijk bruikbaar DNA oplevert, hangt af van de kwaliteit van het geïsoleerde DNA.

In de komende lessen leer je hoe je op een eenvoudige manier DNA kunt isoleren uit je eigen wangslijmvliescellen. Je leert welk deel van het DNA geschikt is voor het maken van een DNA-profiel. Met een gegeven DNA-profiel leer je hoe je een matchkans kunt berekenen, dat wil zeggen de kans dat (een niet-verwant) persoon toevallig hetzelfde volledige DNA-profiel heeft. Ten slotte gaan we in op de vraag wat de betekenis is van een "match".

Wat moet je weten?



Figuur 6. Isolatie wangslimvliescellen(<http://www.limburgonderneemt.nl>)

Speeksel is, net als bloed, sperma en haar, een biologisch spoor. Dat wil zeggen: een spoor dat celmateriaal en dus DNA bevat. Ieder mens verliest elke dag 400.000 huidcellen. In een huidcel zit ongeveer 5 picogram DNA (1 picogram = 10^{-12} gram).

Bij forensisch onderzoek wordt biologisch sporen materiaal onderworpen aan een DNA-onderzoek. Het resultaat van zulk DNA-onderzoek is een DNA-profiel. Voor het maken van zo'n profiel is tegenwoordig iets minder dan 100 picogram DNA nodig. Een paar cellen zijn dus al genoeg. Als er geen vingerafdrukken, sperma, bloed of speeksel gevonden wordt op de plaats delict, gaat men op zoek naar contactsporen. Die ontstaan als de dader iets of iemand aanraakt: op kleding van het slachtoffer, een deurbel, een sigarettenpeuk, etcetera. Richard Eikelenboom van het forensisch onderzoeksbureau IFS is een fenomeen in het vinden van zulke contactsporen. Zo vond hij contactsporen in een oude zaak, waarbij de Amerikaan Tim Masters ten onrechte voor een moord bleek te zijn veroordeeld.

Bezoek [website 8](#) (website van de NOS) en bekijk de video met het interview met forensisch onderzoeker Richard Eikelenboom.

[Website 8: Interview forensisch onderzoeker](#)

DNA-profielen kunnen nauwkeurig antwoord geven over de vraag wie de donor is van het spoor. Bij vergelijkend DNA-onderzoek wordt DNA van een biologisch spoor vergeleken met DNA van verdachte personen of, indien gewenst, met DNA-gegevens in een databank. Voor het onderzoek moet een (verdacht) persoon DNA-materiaal afstaan. Meestal wordt DNA verzameld uit gemakkelijk isoleerbaar celmateriaal, zoals wangslimvliescellen. Voor het onderzoek moet het DNA zo zuiver mogelijk geïsoleerd worden. Of het DNA-onderzoek daadwerkelijk bruikbaar DNA oplevert, hangt af van de kwaliteit van het geïsoleerde DNA.



Linda

LEIF GW
PERSSON

Volgens Knuttson lag het onderzoek een beetje stil vanwege het weekend, maar de DNA-controles verliepen volgens plan. In totaal hadden ze nu bij een stuk of vijftig personen wangslim afgenomen. Ze hadden allemaal vrijwillig meegewerkt, niemand had moeilijk gedaan en de helft van hen was al van de lijst afgevoerd. Op het lab werd onder hoge druk gewerkt en de moord op Linda had de hoogste prioriteit van alle zaken die afgehandeld moesten worden.

'De overige resultaten krijgen we komende week,' zei Thóren.

'Verder komen er de hele tijd nieuwe DNA-monsters binnen. We krijgen die vent wel te pakken, vooral als het is, zoals jij denkt, Bäckström.'

Uit de thriller 'Linda' van Leif G.W. Persson

Voor meer informatie zie <http://www.forensischinstituut.nl>, de officiële site van het NFI met heel veel informatie over forensisch onderzoek.

Wat ga je doen?

Je gaat wangslimvliescellen zichtbaar maken onder de microscoop. Hierna isoleer je zelf je DNA uit wangslimvliescellen, met behulp van een eenvoudige DNA isolatiemethode. Bekijk eerst video's 8 en 9 over DNA-isolatie uit een banaan en aardbei.

Open je *werkdokument theorie* en werk les G, opdracht 1 en 2 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten (foto's) opslaat in je persoonlijke map 'werkdOCUMENTEN forensisch onderzoek'.



[Werkdocument theorie Les G: DNA](#)



[Video 8. DNA-isolatie uit banaan](#)

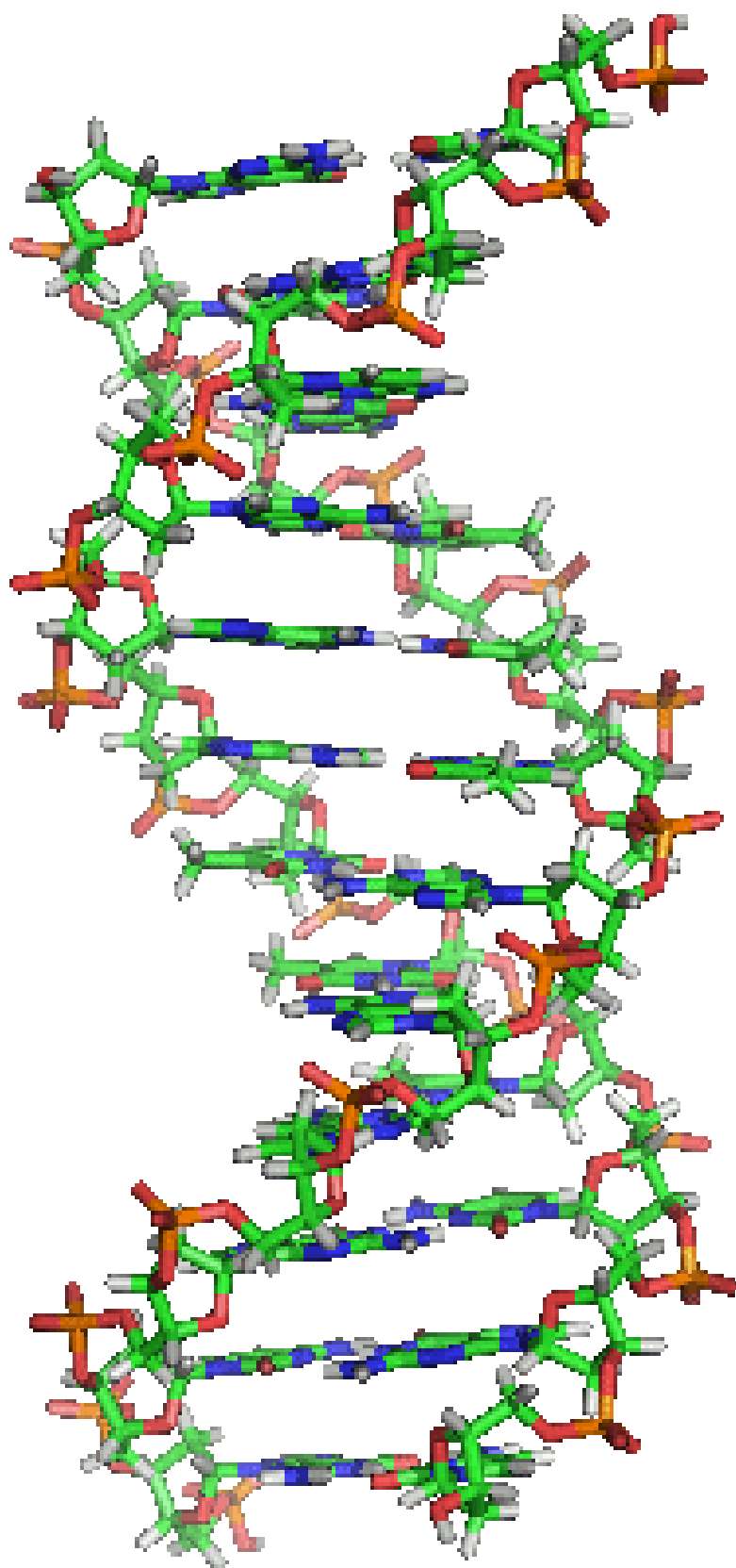


[Video 9: DNA isolatie uit aardbei](#)

Wat ga je leren?

Je moet een eenvoudige DNA-isolatie kunnen uitvoeren.

H. DNA vingerafdruk



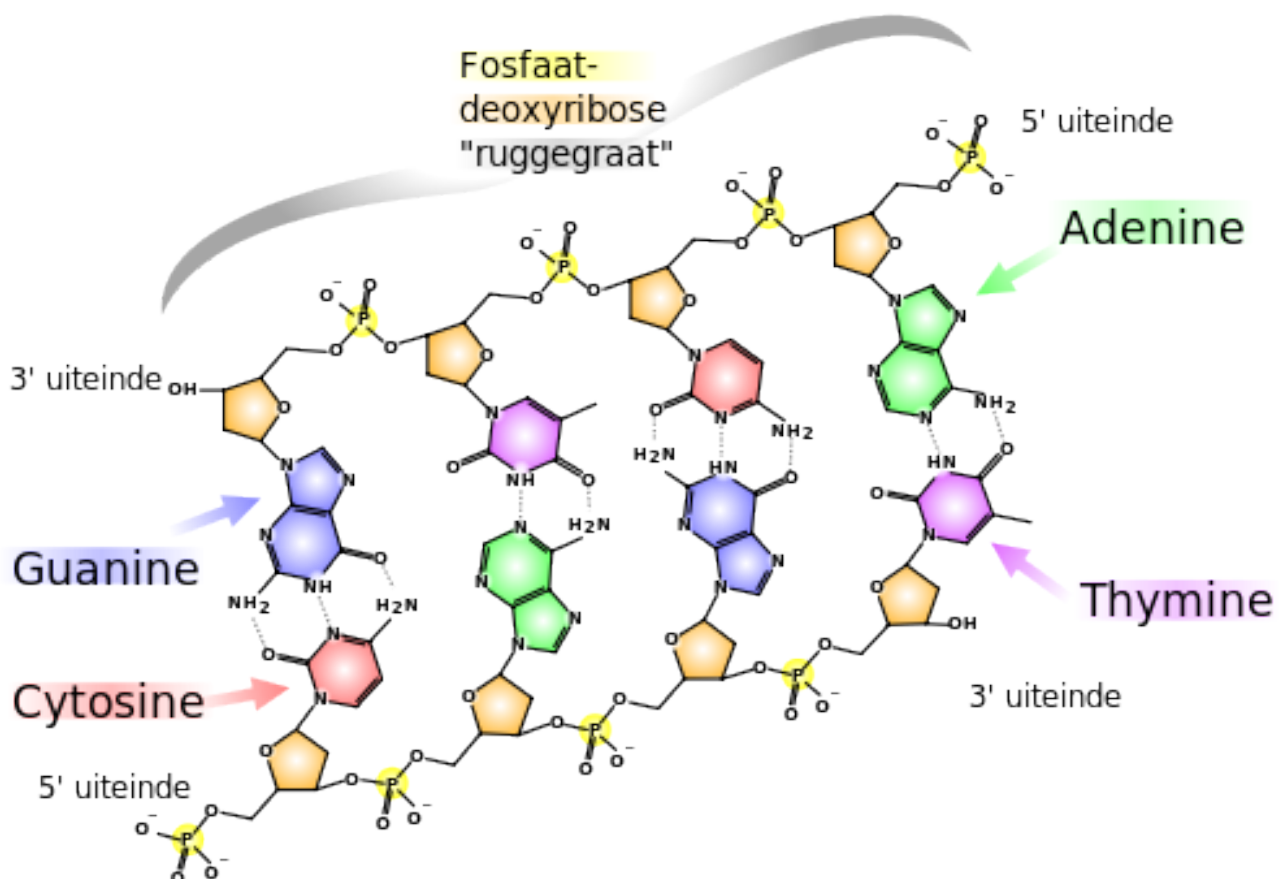
Je hebt nu DNA geïsoleerd uit je wangslimvliescellen. Is al dit DNA geschikt voor het maken van een DNA-profiel? Of moeten we ons beperken tot een deel van het DNA-materiaal? Daar gaan we nu dieper op in.

Je ontdekt welk deel van het DNA geschikt is voor het maken van een **DNA-profiel**. Met een gegeven DNA-profiel leer je hoe je een matchkans kunt berekenen. Dat wil zeggen: de kans dat een (niet-verwant) persoon toevallig hetzelfde volledige DNA-profiel heeft. Ten slotte is er aandacht voor de vraag wat precies de betekenis is van zo'n 'match'.

Wat moet je weten?

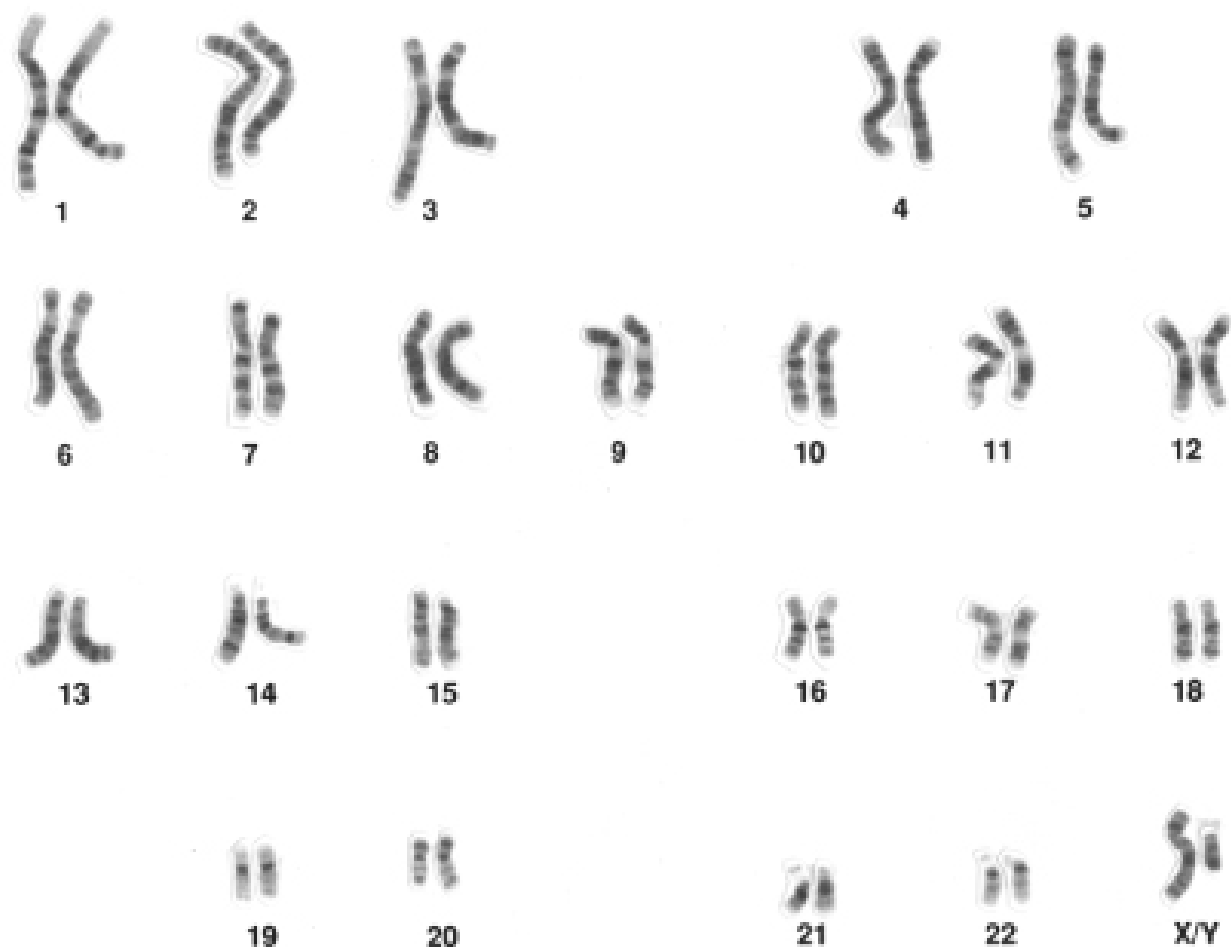
Hoewel cellen verschillen in bouw en functie, is het belangrijk om te weten dat iedere cel in het menselijk lichaam hetzelfde DNA bevat. Het maakt voor vergelijkend DNA-onderzoek dus niet uit van welk deel van het lichaam het biologische spoor afkomstig is.

Een DNA-molecuul zou je je kunnen voorstellen als een gedraaide touwladder. Het molecuul bestaat uit twee ketens (de touwen van de ladder) van vier soorten bouwstenen (Adenine (A), Thymine (T), Cytosine (C) en Guanine (G)). **De volgorde van deze bouwstenen in de keten bepaalt de erfelijke code.** Elke bouwsteen uit de ene keten is met een bouwsteen van de andere keten verbonden (de treden van de ladder).



Figuur 10. De chemische structuur van DNA. Blauw, rood, groen en paars: basen. Oranje:

deoxyribosegroep. Geel: fosfaatgroep.
(<http://nl.wikipedia.org/wiki/DNA>)?



Figuur 11. Chromosomen van de mens
(<http://en.wikivisual.com/index.php/Chromosome>)

In elke menselijke cel is het DNA verdeeld over 23 paren chromosomen (figuur 11). Van elk paar is het ene chromosoom van de vader geërfd en het andere van de moeder. Voor elke boodschap op het DNA heb je dan ook een variant van je vader, en een variant van je moeder meegekregen.

Een klein deel van het DNA (het *exongedeelte*, ongeveer 2%) bevat informatie voor de erfelijke eigenschappen, zoals geslachtskenmerken en haarkleur. Het overgrote deel (het *introngedeelte*, ongeveer 98%) codeert niet (is niet verantwoordelijk) voor erfelijke eigenschappen. Sommige plaatsen op het niet-coderende DNA zijn per persoon sterk verschillend. Die plaatsen bestaan uit zich herhalende stukjes (Short Tandem Repeats (STRs) van de vier hierboven genoemde bouwstenen; bijvoorbeeld TCATTCATTCAT. Zulke plaatsen heten *hypervariabele gebieden*. Het aantal malen dat zo'n stukje zich herhaalt, verschilt per persoon. Daardoor zijn de hypervariabele gebieden bijzonder geschikt voor vergelijkend DNA-onderzoek.











Een **DNA-profiel** van een persoon beschrijft, van minstens tien hypervariabele gebieden in het DNA, hoeveel herhalingen zich in elk gebied bevinden.




Op website 9 kun je meer over DNA zien, b.v. bij de animaties 'DNA' en 'introns en exons' en bij de afbeeldingen 'overzicht bouw DNA'.

?

moleculaire genetica


animaties

-  DNA
-  Ribosomen
-  t-RNA
-  genetische code
-  translatie
-  transcriptie+translatie
-  m-RNA
-  puntmutaties
-  enzymwerking
-  introns en exons

-  Polymerase chain reaction PCR
-  Gelelectroforese
-  DNA sequencing

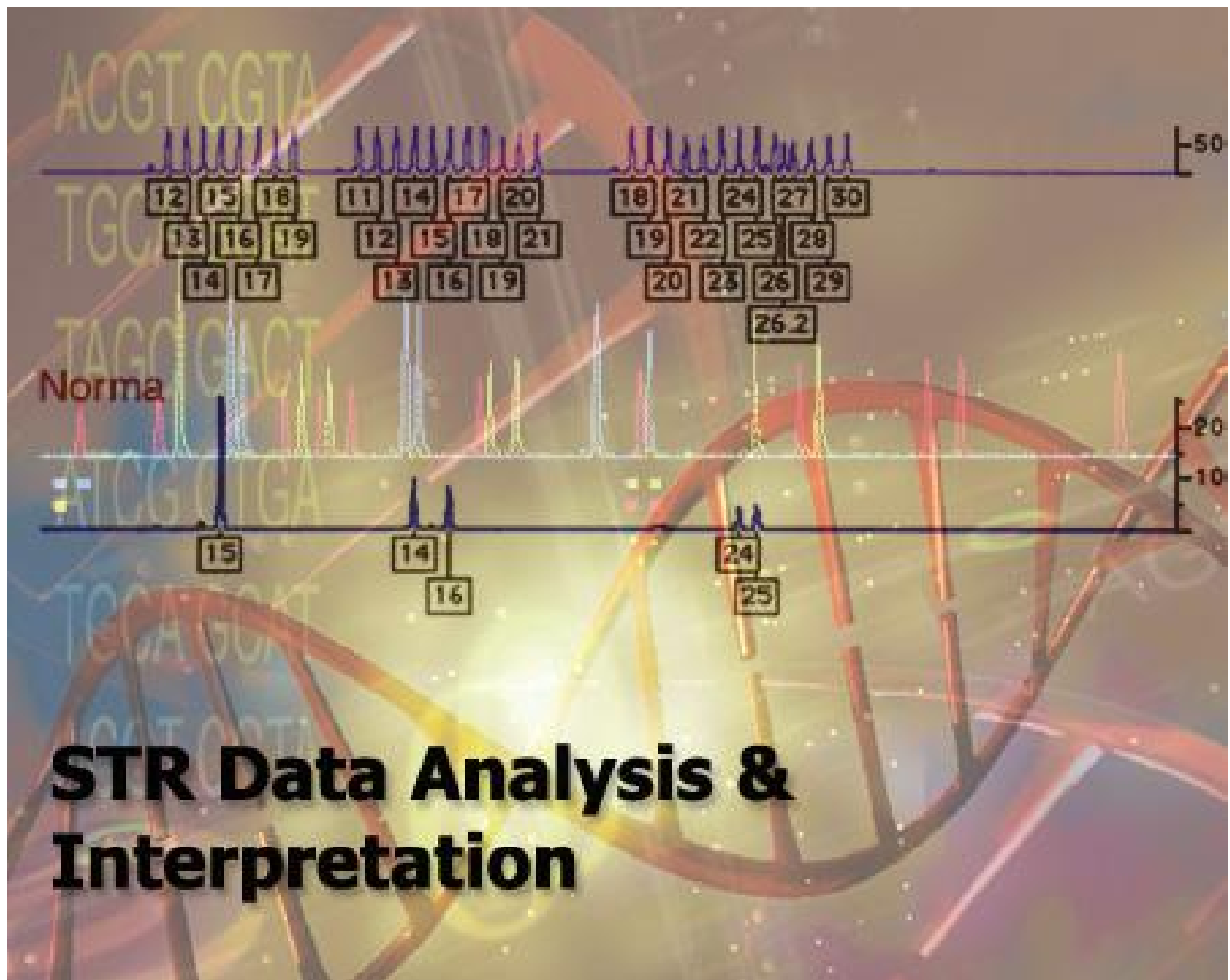
afbeeldingen

-  DNA-RNA vergelijken
-  Overzicht bouw DNA
-  Overzicht bouw RNA
-  Translatie-transcriptie
-  Bouw aminozuren
-  Bouw eiwit .

©2006gamscholte 

[Website 9. Informatie over DNA \(www.bioplek.org\)](http://www.bioplek.org)

Wat ga je doen?



Figuur 12. Short Tandem Repeats. <http://www.dna.gov/training/strdata/>

Voor het maken van een DNA-profiel zijn slechts beperkte delen van het DNA geschikt: de **hypervariabele gebieden**. Deze gebieden bestaan uit zich steeds herhalende eenheden, de Short Tandem Repeats (STRs). Het aantal herhalingen verschilt sterk per persoon en is daardoor geschikt voor vergelijkend DNA-onderzoek.

De plaats van een hypervariabel gebied op het DNA heet een **locus** (meervoud is loci). Bij forensisch DNA-onderzoek kijkt men naar minstens tien verschillende loci, die allemaal op verschillende chromosomen liggen. In tabel 1 kun je zien op welke chromosomen de loci liggen die voor het forensische onderzoek worden gebruikt. Uiteraard onderzoekt men bij ieder persoon en ieder spoor dezelfde loci.

De loci hebben een combinatie van letters en/of cijfers als aanduiding gekregen, bijvoorbeeld D2S1338. Deze locus ligt, zoals je in tabel 1 kunt zien, op chromosoom 2.

Locus	Locus bevindt zich op
D2S1338	chromosoom 2
D3S1358	chromosoom 3
FGA	chromosoom 4
D8S1 179	chromosoom 8
TH01	chromosoom 11
VWA	chromosoom 12
D16S539	chromosoom 16
D18S51	chromosoom 18
D19S4 33	chromosoom 19
D21S11	chromosoom 21
XY	X op X-chromosoom Y op Y-chromosoom

Tabel 8: DNA-kenmerken en hun plaats op de chromosomen (Bron: H. Alta).

Tabel 1. DNA-kenmerken en hun plaats op de chromosomen.

Het DNA-kenmerk van een locus wordt aangeduid met een cijfer. Het cijfer staat voor het aantal herhalingen van het repeterende stukje DNA. Neem opnieuw locus D2S1338. Zoals je in Tabel 2 kunt zien varieert het aantal herhalingen van locus D2S1338 van 15 tot en met 27. Van deze locus zijn dus 13 verschillende vormen, oftewel **DNA-kenmerken**, bekend. Een ander woord voor DNA-kenmerk is allel (meervoud: allelen).

D2S1338	D3S1358	FGA	D8S1179	THO	VWA	D16S539	D18S51	D19S443	D21S11
15	12	18	8	5	11	8	9	9	27
16	13	18.2	9	6	13	9	10	10	28
17	14	19	10	7	14	10	11	11	29
18	15	19.2	11	8	15	11	12	12	29.2
19	16	20	12	9	16	12	13	12.2	30
20	17	21	13	9.3	17	13	14	13	30.2
21	18	22	14	10	18	13,3	15	13.2	31
22	19	22.2	15		19	14	16	14	31.2
23	20	23	16		20	15	17	14.2	32
24		23.2	17		21		18	15	32.2
25		24	18				19	15.2	33
26		25					20	16	33.1
27		25.2					21	16.2	33.2
		26					22	17	34
		27					23	17.2	34.2
		28					25	18.2	35
		29							35.2
		31.2							36
		45.2							

Tabel 9: DNA-kenmerken van verschillende loci (bron: H. Alta)

Tabel 2. DNA-kenmerken van verschillende loci.

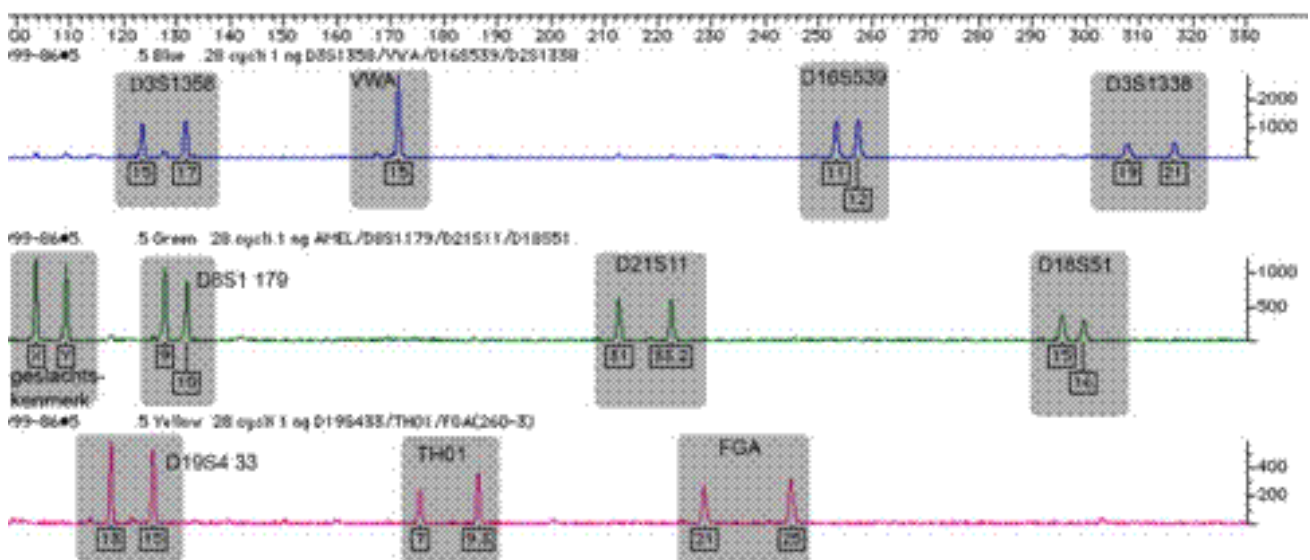
In elke cel is het DNA verdeeld over 23 paren chromosomen. Van elk paar is het ene chromosoom van de vader geërfd en het andere van de moeder.

Een locus komt in een cel dus in tweevoud voor: eenmaal in het van de vader geërfde chromosoom en eenmaal in het van de moeder geërfde chromosoom. Bij het opstellen van een DNA-profiel moet je hiermee rekening houden.

Bij een onderzocht persoon kan in locus D2S1338 het ene chromosoom (bijvoorbeeld dat van de vader afkomstig is) een serie van 17 repeterende stukjes DNA bevatten. Bij dezelfde persoon kan in locus D2S1338 het andere chromosoom (dat van de moeder afkomstig is) een serie van 20 repeterende stukjes DNA bevatten. Dan heeft locus D2S1338 bij die onderzochte persoon de DNA-kenmerken 17 en 20 (notatie 17/20).

Bij forensisch DNA-onderzoek streeft men ernaar om een compleet DNA-profiel te verkrijgen. Om dit te bewerkstelligen onderzoekt men de DNA-kenmerken van minstens tien verschillende loci, verdeeld over 10 verschillende paren chromosomen (Figuur 13). De kans dat twee verschillende mensen op één locus dezelfde DNA-kenmerken hebben is vrij groot, maar de kans dat ze op alle tien de loci dezelfde DNA-kenmerken hebben, is heel erg klein.

Alleen als binnen een DNA-profiel alle tien onderzochte loci waarneembaar zijn, kan men spreken van een volledig DNA-profiel. Hoe vollediger het DNA-profiel, des te kleiner de kans dat een ander persoon hier op aarde hetzelfde profiel vertoont.



Figuur 8: een volledig DNA-profiel (Bron: H. Alta)

Figuur 13. Een volledig DNA-profiel

Bij vergelijkend DNA-onderzoek vergelijkt een forensisch onderzoeker het DNA-profiel van een biologisch spoor met het DNA-profiel van een verdachte, een slachtoffer of andere betrokkenen. Hierbij zijn twee resultaten denkbaar: of de DNA-profielen verschillen, of ze zijn aan elkaar gelijk. Verschillen de DNA-profielen van elkaar, dan betekent dit dat de onderzochte (verdachte) persoon niet de donor is van dit spoor.

Als het DNA-profiel van het spoor overeenkomt met het DNA-profiel van een persoon, dan spreekt men van een 'match'. De kans dat iemand toevallig hetzelfde volledige DNA-profiel heeft als het spoor, is kleiner dan één op de miljard (behalve als het bij het spoor en de verdachte toevallig net om een eeneiige tweeling gaat). Dit betekent dat het biologische spoor met een hoge mate van waarschijnlijkheid afkomstig is van de verdachte. Om de bewijswaarde van identieke DNA-profielen te bepalen is het van belang te weten hoe groot de kans is dat de DNA-profielen bij toeval identiek zijn. Daarvoor is kansberekening nodig.

In het werkdocument bij les H (DNA-profiel en matchkans) vind je een uitleg van hoe een DNA-match berekend wordt.

Open je *werkdocument theorie* en werk les H, opdracht 1 t/m 8 uit. Zorg aan het eind van de les dat je je resultaten opslaat in je persoonlijke map 'werkdocumenten forensisch onderzoek'.



[Werkdocument theorie Les H: DNA vingerafdruk](#)

Wat ga je leren?

Je moet kunnen beschrijven hoe het DNA is opgebouwd, en hoe het verdeeld is in introns en exons.

Je moet kunnen beschrijven welk deel van het DNA geschikt is voor het maken van een DNA-profiel en waarom daar meerdere loci voor gebruikt worden.

Je moet met een gegeven DNA-profiel een matchkans kunnen berekenen, dat wil zeggen de kans dat een (niet-verwant) persoon toevallig hetzelfde DNA-profiel heeft. Ten slotte moet je weten wat de betekenis is van een 'match'.

I. Regel van Bayes

Het werk van de forensisch opsporing lijkt vrij afgekaderd: een plaats delict bezoeken, foto's maken, sporen veiligstellen in verder onderzoeken (of opsturen) en hier een Proces Verbaal van schrijven. Onderzoekers van het NFI hebben daarnaast de globale functie: ingestuurde SVO's analyseren, natuurlijk met de meest geavanceerde apparatuur, de resultaten interpreteren en hiervan een deskundigenrapport opstellen. Dit klopt. Maar hierbij houdt het takenpakket niet (altijd) op. Een forensisch onderzoeker is een deskundige. En de onderzoeksresultaten van een deskundige kunnen worden meegewogen in het oordeel van de rechter. Een rechter moet bepalen wat de bewijswaarde is van de onderzoeksresultaten uit forensisch onderzoek. Het zal dan ook regelmatig voorkomen dat een medewerker van de forensische opsporing of (vooral) een forensisch onderzoeker op het NFI/ander wetenschappelijk laboratorium wordt gevraagd om aanvullende informatie te geven, over dat wat onderzocht is en de interpretatie ervan. Voor de interpretatie van het bewijsmateriaal is het voor de rechter belangrijk om een waarde te kunnen toekennen; hierbij is een statistische analyse een belangrijk hulpmiddel.



Figuur 15. Bayes. http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Bayes

De komende lessen leer je hoe onderzoeksresultaten meegewogen kunnen worden in een rechterlijk oordeel. Je leert hoe de kracht van bewijsmateriaal uitgedrukt wordt volgens de regel van Bayes. Statistiek is hierbij heel belangrijk en vooral de vraag: hoe uniek is het bewijsmateriaal? Wanneer twee DNA-profielen overeenkomen, wat is dan de bewijswaarde? Er is een onderzoeksprotocol opgesteld, dat het mogelijk maakt de bewijswaarde uit te rekenen. De centrale vraag is: 'Hoe bijzonder is het profiel dat we in de sporen hebben aangetroffen ten opzichte van de totale populatie? Hoeveel procent van de populatie loopt met hetzelfde profiel rond?' Het antwoord wordt uitgedrukt in een kans.

Wat moet je weten?

Wanneer twee DNA-profielen overeenkomen, wat is dan de waarde daarvan voor een sluitend bewijs? Er

is een onderzoeksprotocol opgesteld, dat het mogelijk maakt de bewijswaarde uit te rekenen. De centrale vraag is: 'Hoe bijzonder is het profiel dat we in de sporen hebben aangetroffen, ten opzichte van de totale populatie? Hoeveel procent van de populatie loopt met hetzelfde profiel rond?' Het antwoord wordt uitgedrukt in een kans.

In de komende les leer je nu hoe de kracht van bewijsmateriaal uitgedrukt kan worden volgens **de regel van Bayes**.

Open het document '[Theorie Bayes](#)', (dat opent in een nieuwe pagina). Bestudeer de theorie en maak de opdrachten 1 t/m 10. Noteer de antwoorden in je werkdocument. Ga daarna door naar de volgende bladzijde (Wat ga je doen?) en werk een zaak uit. Hierbij ben jij het lijdend voorwerp.



[Werkdocument theorie Les I: Regel van Bayes](#)

Wat ga je doen?

Een zaak

Stel, je bent op werkweek op een boot samen met 1001 medepassagiers. Je vermaakt je kostelijk tot het moment waarop een onbekende persoon levenloos wordt aangetroffen, uitgerekend in jouw kamer. Het moordwapen wordt gevonden met daarop bloedsporen. En wat blijkt, het DNA-profiel matcht met dat van jou. Dan heb je een probleem!

Je wordt beschuldigd van een moord die je niet hebt gepleegd. Maar bewijs je onschuld maar eens! Uit forensisch onderzoek blijkt dat van het gevonden bloedspoor, de matchkans gelijk is aan 1:1000 (het DNA-profiel is onvolledig). De kans dat jij de moord gepleegd hebt zou dus, simpel geredeneerd, gelijk moeten zijn aan 99,9%. Zoals het er nu uit ziet, zit je in een hopeloze situatie.

Maar gelukkig is er forensische statistiek. Die is, zoals je geleerd hebt, gebaseerd op de regel van Bayes.

Om de bewijswaarde van identieke DNA-profielen te bepalen is het van belang te weten hoe groot de kans is dat de DNA-profielen bij toeval identiek zijn. Daarvoor is kansberekening nodig. In het werkdocument bij les I vind je een uitleg van hoe je deze kansberekening uitvoert.

Open je 'werkdocument theorie' en werk les I opdrachten 11 en 12 uit. In deze opdrachten ga je het **Bayesiaanse model** opnieuw gebruiken.

Wat ga je leren?

Je moet het verschil weten tussen een onvoorwaardelijke en een voorwaardelijke kans.

Je moet de a priori kansverhouding zelf kunnen opstellen en uitrekenen voor een gegeven situatie.

Je moet de likelihood ratio kunnen uitrekenen.

Je moet tenslotte de a posteriori kansverhouding zelf kunnen opstellen en uitrekenen voor een gegeven situatie.

J. Dynamisch modelleren



Figuur 16. Mythbusters

Bij wetenschappelijk onderzoek speelt het experiment een belangrijke rol. Het experiment levert namelijk een antwoord op de onderzoeksvraag. Zo kan een onderzoeksvraag als 'Komt het DNA-profiel van het bloedspoor overeen met dat van de verdachte?' door middel van een experiment beantwoord worden met ja of nee. Beroemd om hun experimenten zijn de Mythbusters, die bij voorbeeld uitzochten wat je met 'magische kogels' wel (confirmed) en niet (busted) kunt doen.

Bekijk website 10: [Wikipedia site van de Mythbusters](#)

Niet alle onderzoeksvragen zijn eenvoudig. Moeilijk wordt het als verschillende factoren een rol spelen bij een gebeurtenis. Een vraag als 'Hoeveel bloed verlaat het lichaam bij een kogelwond?' is moeilijk te beantwoorden omdat het antwoord van vele factoren afhankelijk is, zoals kogelgrootte, snelheid van de kogel of bloeddruk.

Om deze vraag te beantwoorden kun je een **model** bouwen. In deze les ga je leren werken met een model.

Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Het beschrijft alle onderdelen,

eigenschappen en relaties van die werkelijkheid zo nauwkeurig mogelijk, zodat simulatie (voorspelling van het verloop) mogelijk wordt. Een model kan dus een voorspellende waarde hebben.

Een belangrijk voordeel van het werken met een model is dat een effect van een ingreep of handeling snel zichtbaar gemaakt kan worden. Voorwaarde is wel dat binnen een model de onderdelen, eigenschappen en relaties juist zijn weergegeven. Alleen dan kun je stellen dat een model de werkelijkheid benadert.

Wat moet je weten en doen?

In een aflevering van CSI wordt een persoon onverwacht getroffen door een kogel. In eerste instantie verdenkt het CSI- team een aantal personen in de directe omgeving van het slachtoffer, maar al snel blijken deze geen van allen iets met het misdrijf te maken te hebben. De kogel blijkt van zeer grote afstand afgeschoten te zijn. Door een onverwachte gebeurtenis veranderde de richting van de kogel. Met fatale gevolgen. In de CSI-aflevering wordt een nauwkeurige reconstructie gemaakt van de baan van het schot. Alle factoren worden nauwkeurig in een model geplaatst, zoals snelheid van de kogel, luchtweerstand en hoek van intrede in het lichaam. En deze reconstructie leidt uiteindelijk tot de aanhouding van de ongelukkige schutter.

In deze les leer je problemen oplossen met behulp van modellen. Open je *werkdokument theorie* en voer het experiment in opdracht 1 van les J uit.

Je gaat de gegevens van dit experiment invoeren in grafisch computermodel. Dat computermodel ga je zelf bouwen in Coach 6. Heb je nog nooit met de modelleromgeving van Coach 6 gewerkt? Geen probleem, want in opdracht 2 word je ingewijd in de ins en outs van het modelleren.

Ga nu naar opdracht 3 in het werkdokument om het model zelf te bouwen.



[Werkdocument theorie Les J: Dynamisch modelleren](#)

Wat ga je leren?

Je moet weten dat je in bepaalde gevallen de waarheid kunt achterhalen met behulp van experimenten, met behulp van computermodellen die ingewikkelde berekeningen snel kunnen uitvoeren, of met behulp van een combinatie van experimenten en modellen.

Je moet in staat zijn berekeningen met behulp van een bestaand model uit te voeren en een niet al te ingewikkeld model zelf te bouwen.

Begrippenlijst

Bayesiaanse stroming in de forensische statistiek: Kansmodel dat gebruik maakt van de regel van Bayes voor voorwaardelijke kansen. Het model geeft een numerieke uitdrukking voor de bewijskracht van allerlei bewijsmateriaal.

Berekende frequentie: de maat voor de zeldzaamheid van een vastgesteld DNA-profiel in een populatie. De berekende frequentie is de kans dat een willekeurig gekozen (niet aan de matchende persoon verwante) persoon hetzelfde DNA-profiel heeft als dat van het spoor. Volledige DNA-profielen van tien loci hebben een berekende frequentie die altijd kleiner is dan één op één miljard.

Bloedspoorpatroononderzoek: onderzoek van de uiterlijke kenmerken van de bloedsporen (zoals grootte, vorm en richting) op de plaats delict of op een stuk van overtuiging (zoals een kledingstuk). Zulk onderzoek kan bijvoorbeeld laten zien op welke manier, met hoeveel kracht en van welke richting en hoogte een letsel kan zijn toegebracht.

Delictgerelateerd: wat in direct verband kan worden gebracht met het delict. Een delictgerelateerd biologisch spoor brengt de celdonor van dat spoor in verband met het delict. De rechter bepaalt in welke mate het spoor delict gerelateerd is.

DNA: Deoxyribo Nucleic Acid (in het Nederlands: desoxyribonucleïnezuur). De stof in het lichaam die de drager is van de erfelijke eigenschappen. Het DNA bevindt zich in de chromosomen in de celkern.

DNA-kenmerk: verschijningsvorm van een hypervariabel gebied (locus) op het DNA. Een DNA-kenmerk wordt aangeduid met een getal. Het getal geeft weer het aantal malen dat een repeterend stukje DNA aanwezig is in dat hypervariabele gebied. Een ander in de literatuur gebruikt begrip voor DNA-kenmerk is allel. Omdat chromosomen in paren voorkomen wordt elk locus gekenmerkt door twee (gelijke of verschillende) DNA-kenmerken.

DNA-profiel: de weergave (in pieken) van de DNA-kenmerken (verschijningsvormen/lengten) van de onderzochte hypervariabele gebieden (loci) op het DNA (in de celkern). Je kunt een DNA-profiel maken van het celmateriaal van een spoor of van een referentiemonster van een persoon. Elk volledig DNA-profiel is uiterst zeldzaam en daardoor sterk persoonsonderscheidend. Het onderscheidende vermogen is kleiner voor bloedverwanten.

Forensisch DNA-onderzoek: onderzoek van biologisch celmateriaal dat is gericht op het vergelijken van DNA-profielen. Zulk onderzoek heeft uiteindelijk als doel: het vaststellen van de identiteit van de dader.

Forensische entomologie: forensisch onderzoek dat gebruik maakt van (larven van) insecten. Dit onderzoek richt zich onder andere op het schatten van de tijdsduur die sinds het overlijden is verstreken.

Haarpalet: de beschrijving van de morfologische kenmerken van de haren in een referentiemonster haar.

Haarspoor: een op de plaats delict of stuk van overtuiging aangetroffen haar, die mogelijk delictgerelateerd is.

Hypervariabel gebied: een gebied op het niet voor erfelijke eigenschappen coderende deel van het DNA. Hypervariabele gebieden kunnen van persoon tot persoon sterke verschillen vertonen. Die verschillen betreffen het aantal malen dat een klein stukje DNA zich herhaalt in het betrokken gebied. Deze hypervariabele gebieden zijn nauwkeurig te analyseren.

Locus: aanduiding van een plaats (bijvoorbeeld de plaats van een hypervariabel gebied) op het DNA. Meervoud: loci.

Luminol: een chemische oplossing waarmee bloedsporen die men met het blote oog niet kan zien, zichtbaar kunnen worden gemaakt. Luminol kan worden ingezet om 'schoongemaakte' delictplaatsen nader te onderzoeken op de aanwezigheid van latent (onzichtbaar) aanwezig bloed.

Match: twee gelijke DNA-profielen. Men spreekt ook van een match wanneer de DNA-kenmerken van een onvolledig DNA-profiel gelijk zijn aan de desbetreffende DNA-kenmerken in een volledig DNA-profiel.

Onvolledig DNA-profiel: DNA-profiel waarin niet van alle onderzochte loci de DNA-kenmerken zichtbaar zijn, zoals bij afgebroken DNA. De berekende frequentie van een onvolledig DNA-profiel is afhankelijk van het aantal waargenomen DNA-kenmerken (pieken) en de frequentie van deze DNA-kenmerken. Een onvolledig DNA-profiel bestaande uit slechts enkele, maar wel zeldzame, DNA-kenmerken kan daarom een lage berekende frequentie hebben en derhalve een grote bewijswaarde.

Populatie: (in de forensische context) een samenleving; een geheel van met elkaar verkerende mensen; hiervoor gebruikt men ook het begrip bevolkingsgroep

Tetrabasetest: een specifieke test voor het aantonen van bloed. Hiermee kan men bloed onderscheiden van andere op bloed gelijkende substanties.

Volledig DNA-profiel: DNA-profiel waarin van alle tien onderzochte loci de DNA-kenmerken zichtbaar zijn, aangevuld met de aanduiding van het geslacht. Een volledig DNA-profiel heeft een berekende frequentie die altijd kleiner is dan één op één miljard.

D-toets

Doelstellingen

In deze cursus heb je het volgende geleerd:

Doelstelling 1. Je moet kunnen beschrijven wat wordt bedoeld met forensisch onderzoek.

Doelstelling 2. Je moet kunnen beschrijven welke rol forensisch sporenonderzoek inneemt in het strafrechtelijk onderzoek en welke rol getuigenverklaringen vervullen.

Doelstelling 3. Je moet kunnen beschrijven wat het verschil is tussen biologische en niet-biologische sporen.

Doelstelling 4. Je moet een eenvoudig vingersporenonderzoek kunnen uitvoeren. Ook moet je het doel van een vingersporenonderzoek kunnen beschrijven.

Doelstelling 5. Je moet een eenvoudige (digitale) databank kunnen maken van vingerafdrukken van een groep mensen.

Doelstelling 6. Je moet een haarpalet kunnen maken van een persoon en een eenvoudig haaronderzoek kunnen uitvoeren. Ook moet je het doel van haaronderzoek kunnen beschrijven.

Doelstelling 7. Je moet de luminolproef kunnen beschrijven. Ook moet je kunnen aangeven wat de beperkingen van deze methode zijn.

Doelstelling 8. Je moet kunnen aangeven welke informatie een bloedspat kan geven en je moet een experiment met een bloedspoorpatroon kunnen opzetten en uitvoeren.

Doelstelling 9. Je moet kunnen beschrijven wat forensisch DNA-onderzoek is en kunnen beschrijven welke rol forensisch DNA-onderzoek vervult in de rechtspraak. Ook moet je het doel van forensisch DNA-onderzoek kunnen beschrijven.

Doelstelling 10. Je moet een eenvoudige DNA-isolatie kunnen uitvoeren.

Doelstelling 11. Je moet kunnen omschrijven wat een DNA-kenmerk is en wat een volledig DNA-profiel is.

Doelstelling 12. Je moet bij een gegeven DNA-profiel de frequentie van een DNA-kenmerk-combinatie kunnen afleiden.

Doelstelling 13. Je moet bij een gegeven DNA-profiel van dader, verdachte en slachtoffer kunnen afleiden, wanneer er sprake is van een match. Ook moet je kunnen afleiden wat de kans is dat iemand anders bij toeval eenzelfde DNA-profiel bezit.

Doelstelling 14. Je moet kunnen omschrijven wat de bewijskracht is van een positieve identificatie bij (DNA-)sporenonderzoek.

Doelstelling 15. Je moet een reconstructie van een kogelbaan met behulp van een simulatieprogramma kunnen uitvoeren.

Doelstelling 16. Je moet de a posteriori kansverhouding zelf kunnen opstellen en uitrekenen voor een gegeven situatie.

Heb je alles begrepen? Open in het onderdeel 'Opdrachten en Toetsen' het bestand 'D-toets modelleren' en maak de diagnostische toets.



D-toets forensisch onderzoek

<https://maken.wikiwijs.nl/p/questionnaire/standalone/1032091>

Algemene Informatie

Titel D-toets forensisch onderzoek
Aantal Vragen 16

Vraag 1

DNA-fingerprint van een paloverde-boom

In Arizona werd een vrachtwagenchauffeur verdacht van de moord op een prostituee. Hij ontkende in de buurt van de 'crime scene' geweest te zijn. Rechercheurs ontdekten in zijn truck echter twee peultjes van een paloverde-boom (zie figuur hieronder).



Op de crime scene stond een aantal van die bomen; één exemplaar, dat over de weg hing, leek onlangs door een auto geraakt.

Nu opperde men DNA-onderzoek, om vast te stellen of de peultjes in de truck van die geraakte boom afkomstig waren.

Is dit DNA-onderzoek mogelijk?

- ☐ Nee, want zulke bomen planten zich ongeslachtelijk voort, dus is er geen verschil in DNA tussen de bomen.
- ☐ Nee, want de verschillen in DNA tussen bomen zijn maar klein.
- ☐ Ja, want net als bij mensen is het DNA van iedere boom uniek.
- ☐ Ja, want in een kleine groep bomen is die ene gemakkelijk te identificeren.

Vraag 2

Een haar heeft diverse morfologische kenmerken, die onderverdeeld kunnen worden in algemene en bijzondere kenmerken.

Algemene kenmerken hebben betrekking op eigenschappen die het haar van nature heeft.

Bijzondere kenmerken zijn ontstaan door invloeden van buitenaf.

Leg uit of de dikte van het haar een algemeen of een bijzonder kenmerk is.

Vraag 3

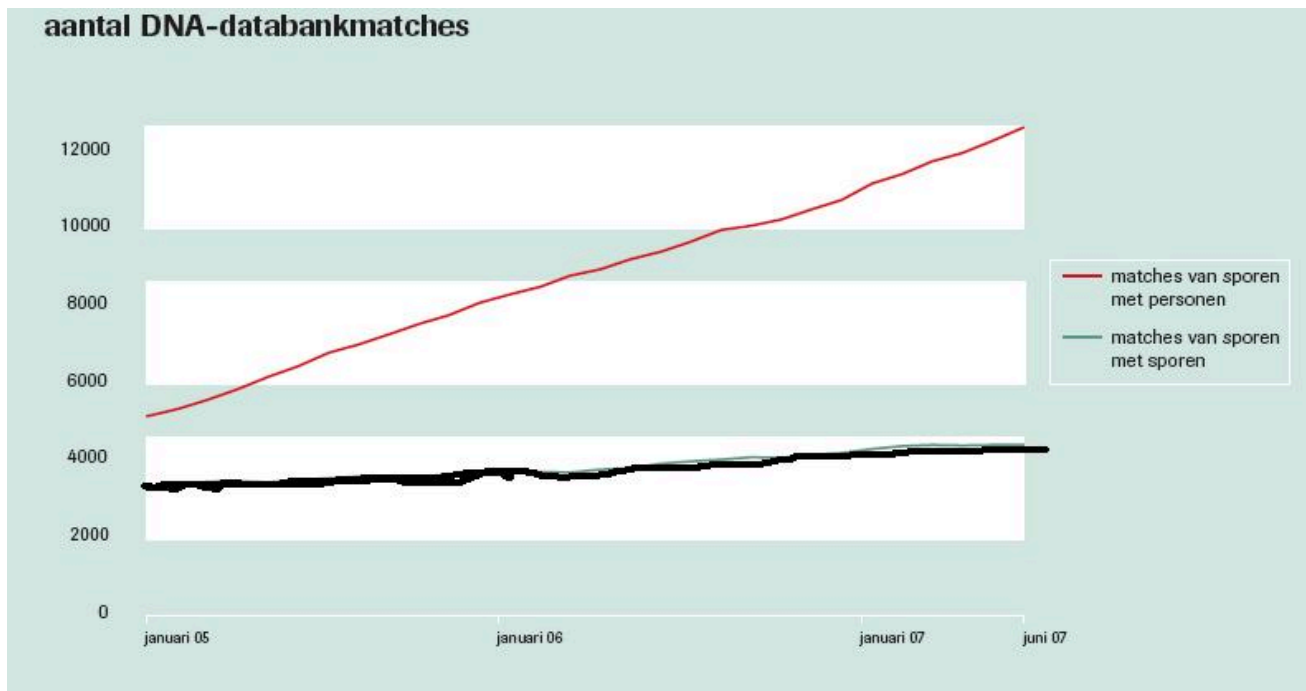
Stel het profiel van een gevonden DNA verschilt op één kenmerk van het DNA-profiel van een verdachte.

Alle andere kenmerken zijn gelijk.

Moet de verdachte nu worden uitgesloten als donor van dit spoor? Verklaar je antwoord.

Vraag 4

In de onderstaande figuur is de groei van het aantal DNA-matches weergegeven. In de bovenste lijn is weergegeven het aantal matches van sporen met personen, in de onderste lijn het aantal matches van sporen met andere sporen.



Waarom probeert men bij sommige delicten sporen van verschillende plaatsen delict met elkaar te vergelijken?

Vraag 5

Is de bewering hieronder waar of onwaar?

Een deskundige kan op grond van gelijke volledige DNA-profielen een absolute uitspraak doen over de herkomst van het biologische spoor en met absolute zekerheid concluderen dat de desbetreffende persoon de celdonor is van het spoor.

- ☐ Waar
- ☐ Niet Waar

Vraag 6

Hieronder is een aantal vraagstukken die in (vrijwel) elk forensisch onderzoek voorkomt in willekeurige volgorde weergegeven.

1. Wat is de aard van het spoor?
2. Zijn er sporen aanwezig op het stuk van overtuiging?
3. Wat is de relatie van het spoor tot het strafbare feit of zijn er mogelijk (alternatieve) verklaringen waarom het spoor op die plaats is terecht gekomen?
4. Van wie is het spoor?

Plaats de hierboven beschreven vragenstukken in de juiste volgorde.

Noteer je antwoord als volgt:

De eerste stap moet zijn vraagstuk nummer ...

De tweede stap moet zijn vraagstuk nummer ...

De derde stap moet zijn vraagstuk nummer ...

De vierde stap moet zijn vraagstuk nummer ...

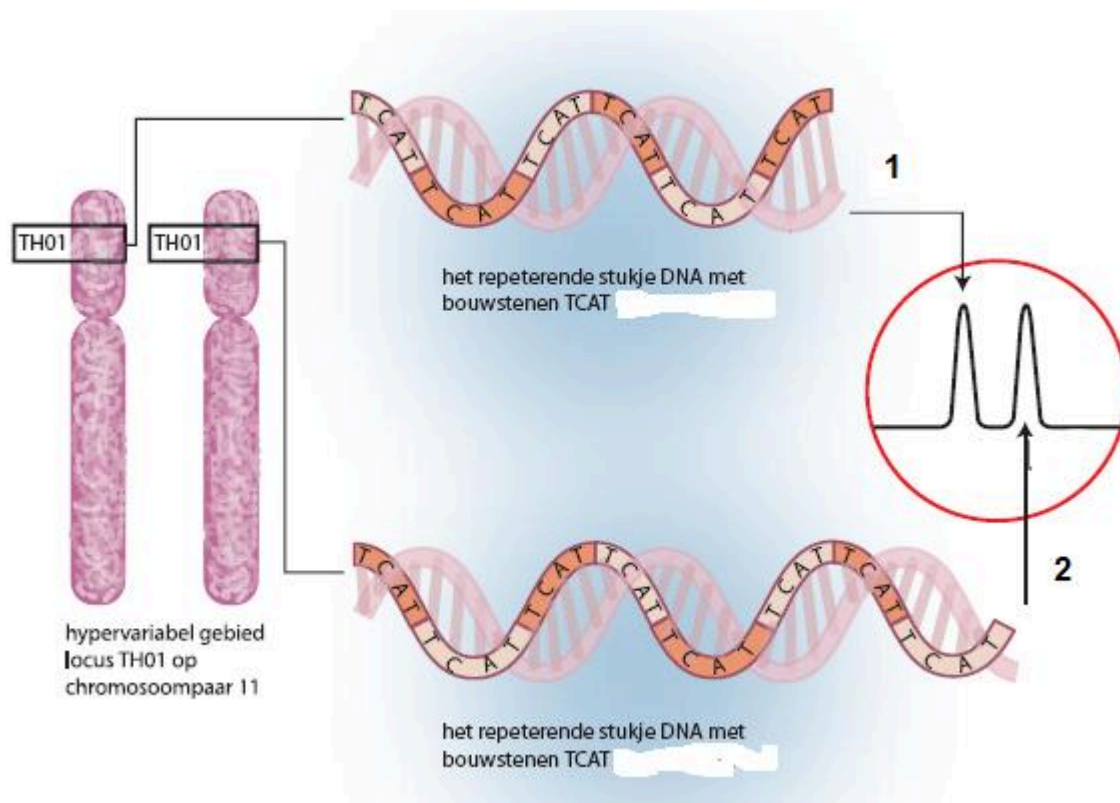
Vraag 7



Wat is de naam van de punten die in een vingerafdruk het begin en het einde van een splitsing van papilairlijnen weergeven?

- ☐ hypervariabel gebied
- ☐ locus
- ☐ spoor
- ☐ typica

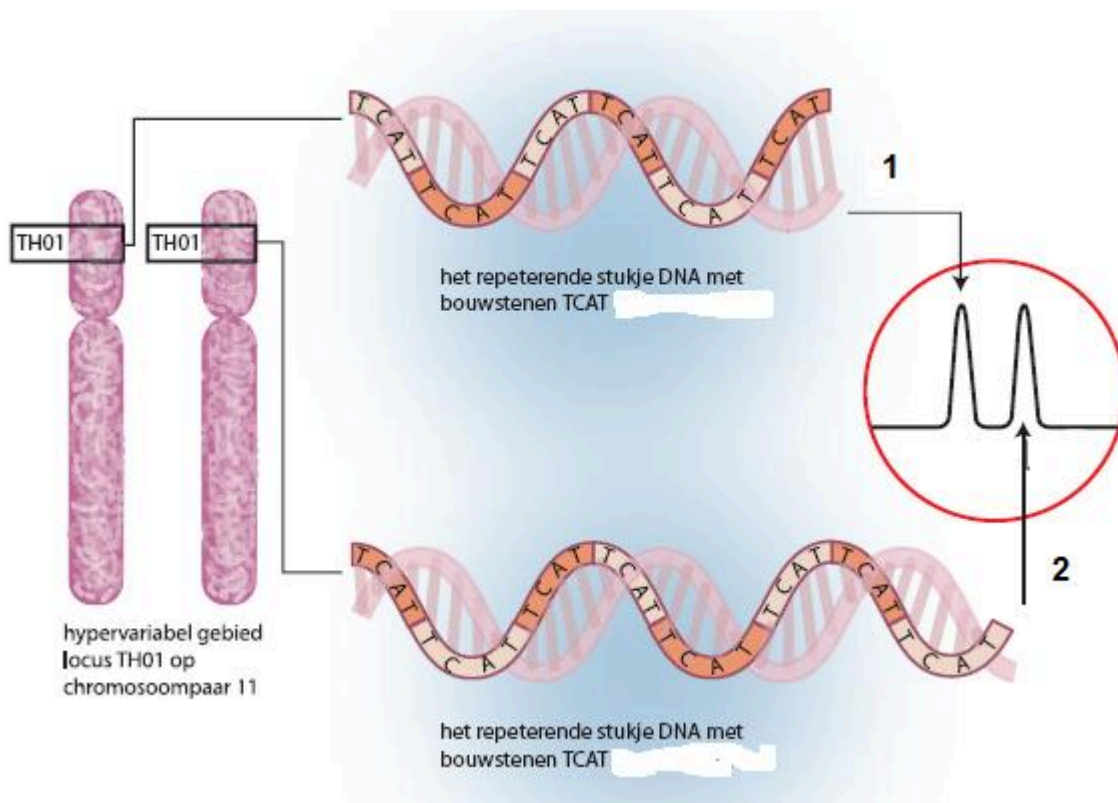
Vraag 8



In de bovenstaande figuur is van locus TH01 het DNA schematisch weergegeven.

Welke DNA-kenmerken horen bij de pijlen 1 en 2? Geef twee cijfers, gescheiden door een komma.

Vraag 9



Bereken voor dit locus wat de frequentie is van de DNA-kenmerkcombinatie. Rond het cijfer af op drie cijfers achter de komma. Gebruik onderstaande tabel.

D2S1338	Freq. NL	D3S1358	Freq. NL	FGA	Freq. NL	D8S1179	Freq. NL	THO	Freq. NL
15	0,000	12	0,000	18	0,013	8	0,019	5	0,006
16	0,048	13	0,002	18.2	0,000	9	0,011	6	0,225
17	0,203	14	0,091	19	0,058	10	0,078	7	0,219
18	0,076	15	0,281	19.2	0,000	11	0,087	8	0,104
19	0,128	16	0,253	20	0,145	12	0,147	9	0,132
20	0,171	17	0,193	21	0,177	13	0,346	9.3	0,307
21	0,015	18	0,167	22	0,173	14	0,180	10	0,006
22	0,030	19	0,011	22.2	0,015	15	0,102		
23	0,097	20	0,002	23	0,136	16	0,028		
24	0,095			23.2	0,006	17	0,002		
25	0,117			24	0,158	18	0,000		
26	0,017			25	0,074				
27	0,002			25.2	0,000				
				26	0,028				
				27	0,013				
				28	0,002				
				29	0,000				
				31.2	0,000				
				45.2	0,000				

Tabel 1: frequenties van DNA-kenmerken D2S1338, D3S1358, FGA, D8S1179 en THO

Vraag 10

Hieronder wordt een rijtje met een aantal sporen weergegeven.

Noteer de nummers van de biologische sporen in het rijtje.

1. bloedspat
2. haar
3. handschrift
4. kruitdamp
5. speeksel
6. sperma
7. verf
8. voetafdruk

Vraag 11

Lees de onderstaande tekst.

Baksteenmoord op de M3

Op 21 maart 2003 vond de Engelse vrachtwagenchauffeur Michael Little de dood toen er vanaf een viaduct over de M3 een baksteen door de voorruit van zijn vrachtwagen werd gegooid. Op de steen werd bloed gevonden waarvan een onvolledig DNA-profiel werd verkregen. Dit onvolledige DNA-profiel matchte met een volledig DNA-profiel dat werd verkregen van bloed dat was gevonden in een auto met ingeslagen voorruit die na een kennelijke poging tot joy-riding kort nadien in de buurt van het viaduct werd aangetroffen. Nadat een reguliere zoekactie met het volledige DNA-profiel in de nationale DNA-databank geen match had opgeleverd, werd vervolgens niet naar een identiek maar naar een sterk gelijkend DNA-profiel gezocht in een poging aldus een familielid van de donor op het spoor te komen. Zo kwam men via een familielid en mede op grond van tactische informatie uiteindelijk uit bij de 20-jarige Craig Harman. Die bekende de steen te hebben geworpen en werd op 19 april 2004 voor doodslag veroordeeld.

Het met behulp van de DNA-databank actief zoeken naar DNA-profielen van mogelijke familieleden van diegene naar wie men werkelijk op zoek is (de donor van een spoor) is in Nederland niet toegestaan.

Waarom is deze aanpak in Nederland verboden?

- ☐ De wet op behoud van familieleden verbiedt deze opsporingsmethode.
 - ☐ De wet op behoud van familieleden verbiedt deze opsporingsmethode.
 - ☐ De wet op behoud van opsporing verbiedt deze methode.
-

Vraag 12

Beschouw de volgende twee beweringen.

I. Een forensisch onderzoeker bepaalt of iemand schuldig of onschuldig is.

II. Een forensisch onderzoeker informeert de rechter altijd persoonlijk over het onderzoeksresultaat.

Wat geldt voor bovenstaande beweringen?

- ☐ Alleen I is juist.
 - ☐ Alleen II is juist.
 - ☐ I en II zijn beide juist.
 - ☐ I en II zijn beide onjuist.
-

Vraag 13

Een forensisch onderzoeker moet altijd:

- ☐ wetenschappelijk werken en subjectief zijn.

- ☐ helder verslag uitbrengen en subjectief zijn.
- ☐ wetenschappelijk werken en objectief zijn.
- ☐ een verdachte objectief benaderen

Vraag 14

Bij forensisch onderzoek, zoals bij de mogelijke betrokkenheid van Lucia de B. bij 'verdachte' sterfgevallen van baby's in een ziekenhuis, wordt gebruik gemaakt van Bayes statistiek.

Bekijk de onderstaande tabel, met verzonnen gegevens over de aanwezigheid van een bepaalde persoon in een ziekenhuis en het overlijden van baby's in dat ziekenhuis.

		Baby overlijdt		
		ja	nee	totaal
Aanwezig in ziekenhuis	ja	5	195	200
	nee	3	997	1000
	totaal	8	1192	1200

Omgerekend in kansen levert dat de onderstaande tabel op.

		Baby overlijdt		
		ja	nee	totaal
Aanwezig in ziekenhuis	ja	0.0042	0.1625	0.1672
	nee	0.0025	0.8308	0.8325
	totaal	0.0067	0.9933	1.000

Stel dat $P(O)$ de kans is dat een baby overlijdt in een ziekenhuis en $P(A)$ de kans dat een bepaalde persoon aanwezig is in dat ziekenhuis.

Hoe groot is dan de kans $P(O|A)$: de kans dat een baby overlijdt terwijl de betreffende persoon aanwezig is in het ziekenhuis?

- ☐ $0,0042 / 0,1667 = 0,0252$
- ☐ $0,0042 \times 0,1667 = 0,0007$

☐ $0,0042 / 0,0067 = 0,6269$

☐ $0,0042 \times 0,0067 = 0,00003$

Vraag 15

De rechter krijgt deze statistische informatie.

Is het voldoende om tot een vonnis te komen, als $P(O|A)$ hoog is?

Leg je antwoord uit.

Vraag 16

Een kogel uit een pistool is 37 mm diep in een lichaam doorgedrongen en toen tot stilstand gekomen. Bepaal uit de gegeven indringdiepte van de kogel, welke waarde de aanvangssnelheid van de kogel (in m/s) heeft gehad bij het verlaten van een pistool. Gebruik daartoe het model [ballistische gel.cma](#).

Eindopdracht

Forensisch onderzoek is wetenschappelijk onderzoek. Het doel van forensisch onderzoek is om een analyse te maken van gebeurtenissen rond een misdrijf. Op deze manier probeert men de vraag te beantwoorden wat zich op de plaats van een misdrijf heeft afgespeeld.

Voor de eindopdracht dienen de leerlingen in groepjes van twee tot drie personen aan een casus te werken binnen een door de docent aan gegeven tijds kader. Je zult hierbij de NLT-module en de behandelde vragen en proeven gebruiken, dus zorg dat je al het werk bij je hebt. Vanwege de tijdsdruk is het verstandig om voorafgaand aan de eindopdracht het lesmateriaal goed te lezen/leren.

Hieronder staat beschreven wat er bij de verschillende onderdelen van de eindopdracht van de groepjes wordt verwacht. Tussen de invulopdrachten door en aan het eind dienen de nodige inzichtvragen beantwoord te worden vanuit een forensisch-wetenschappelijk oogpunt.

De moeilijkheidsgraad zal, naast het toepassen van de opgedane kennis in een casus, gaan zitten in het zelf logisch nadenken over de aanpak en de inzichtvragen, ook wat betreft zaken die niet letterlijk in de theorie staan. Wees dus scherp en kritisch, overleg goed en haal het onderste uit de kan!

Proces Verbaal

De docent zal elk groepje een uitdraai uitreiken van het Proces Verbaal, dat forensisch onderzoeker Victor Zand heeft opgesteld na het plaats delict onderzoek in de casus. In dit (gedeelte van het volledige) Proces Verbaal wordt beschreven wat Victor Zand allemaal aantreft op de plaats delict. Zijn waarnemingen worden beschreven in de originele Proces Verbaal-stijl: "Ik zag"; "Ik trof ... aan" etc. Zo kan er een globaal beeld worden verkregen van de casus en de sporen die er te vinden zullen zijn.

Maak een puntsgewijze samenvatting van dit Proces Verbaal dat een duidelijk overzicht biedt. Geef daarin aan waar het sporenbeeld (mogelijk) op wijst.

Sporenmatrix

Daarna zullen de groepjes een sporenmatrix invullen met de sporen die zij wensen veilig te stellen. De sporenmatrix is een tabel waarin gegevens over de sporen worden ingevuld. Deze lijst wordt aangevuld met zaakinformatie, zoals datum en plaats, en geparafeerd; het is een officieel document.

In bijlage 6 is een sporenmatrix te vinden, waarbij twee sporen reeds staan ingevuld. Bij het vervolgonderzoek wordt gesproken van het vergelijken met referenties en/of een databank. Referenties worden afgenomen van slachtoffer, getuigen, betrokkenen en natuurlijk verdachten. Het sporen materiaal van de plaats delict kan dan worden vergeleken met deze referenties, om te zien of er een match is of niet. Is er geen match met de betrokkenen en/of de verdachten, dan bieden de databanken een uitkomst. Er zijn databanken voor o.a. vingersporen (HAVANK) en DNA-sporen (CODIS); misschien kun je er zelf nog meer vinden op het net.

De sporenmatrix dienen de groepjes zo zorgvuldig mogelijk aan te vullen met alle sporen die in de casus van belang kunnen zijn. Maak goed het onderscheid tussen stukken van overtuiging (SVO's) en sporendragers waarop je sporen zou verwachten en zet enkel de SVO's in de lijst. De sporendrager wordt vermeld bij de plaats van aantreffen.

Tref je bijvoorbeeld een bebloed mes aan (is een sporendrager), dan kun je daar misschien wel 2 of meer sporen vanaf halen: SVO 1 = bloedmonster van het lemmet van het mes, veiliggesteld met een vochtig wattenstaafje; SVO 2 = vingersporen op het heft van het mes (bijvoorbeeld met cyanoacrylaat opgedampt). Neem je het mes daarnaast ook mee als SVO zelf, voor bijvoorbeeld de afmetingen ervan, dan krijgt het mes ook een eigen SVO-nummer (bijvoorbeeld SVO 3).

Het bestaan van deze 3 SVO's in dit voorbeeld, zal je dus wel zelf moeten bedenken aan de hand van de waarneming dat er een bebloed mes ligt. Brainstorm dus steeds goed met je groepje welke SVO's er van welke sporendragers kunnen worden veiliggesteld.

Scenario's

Vervolgens dienen de groepjes 3 scenario's op te stellen: wat kan er, gezien het sporenbeeld van de plaats delict dat Victor Zand geschetst heeft in zijn Proces Verbaal, gebeurd zijn? Probeer het aangetroffen sporenbeeld op 3 verschillende manieren te verklaren. Informatie over scenario's is te vinden in hoofdstuk 2. Bedenk niet teveel details en vergezochte motieven, maar richt je met name op het sporenbeeld. Geef ook aan welke van de 3 scenario's jullie het meest waarschijnlijk achten en waarom.

Analyse onderzoeksresultaten

Hierna dienen de groepjes een aantal aangeleverde onderzoeksresultaten van SVO's te analyseren, interpreteren en er berekeningen aan verrichten. Gebruik hiervoor alle informatie uit de module en de uitgevoerde proeven.

Worddocument: [Eindopdracht](#).

Over deze module

Documenten

[werkdocument theorie](#)

[eindopdracht](#)

Docentenhandleidingen en toetsen zijn voor docenten verkrijgbaar via de bètasteunpunten: zie colofon.

Deze module is een bewerking van de module Forensisch onderzoek havo, bestemd voor de lessen wiskunde en Natuur, Leven en Technologie (NLT). De oorspronkelijke module, Every contact leaves a trace, is op 14 juni 2007 gecertificeerd door de Stuurgroep NLT voor gebruik op het havo in domein E. Het certificeringsnummer van de module is 1010 - 006 - HE. De originele gecertificeerde module is in pdf-formaat downloadbaar via <http://www.betavak-nlt.nl>.

De module is gemaakt in opdracht van het Landelijk Ontwikkelpunt NLT

Deze module is ontwikkeld door:

- Goois Lyceum, P.H. Keeven, te Bussum
- Bonhoeffercollege, A. de Graaf, te Castricum
- Open Schoolgemeenschap Bijlmer, P. van Rossum, te Amsterdam

Het auteursrecht op de module berust bij Stichting Leerplan Ontwikkeling. De auteurs hebben bij de ontwikkeling van de module gebruik gemaakt van materiaal van derden en daarvoor toestemming verkregen. Bij het achterhalen en voldoen van de rechten op teksten, illustraties, en andere gegevens is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op tekstgedeeltes, illustraties, enz. van een module, dan worden zij verzocht zich in verbinding te stellen met SLO.

De module is met zorg samengesteld en getest. Landelijk Ontwikkelpunt NLT, Stuurgroep-NLT en SLO aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor onjuistheden en/of onvolledigheden in de module. Ook aanvaarden Landelijk Ontwikkelpunt NLT, Stuurgroep NLT en SLO geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade, voortkomend uit (het gebruik van) deze module. SLO verspreid, als rechthebbende, deze module onder de volgende licentie: Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 2.5 Nederland Licentie

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/nl>

?

Over dit lesmateriaal

Colofon

Auteurs	Bètapartners
Team	Wikiwijs Maken Auteurs
Laatst gewijzigd	7 mei 2015 om 12:07
Licentie	De Nederlandse Creative Commons 3.0 licentie waarbij de gebruiker het werk mag kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken mag maken onder de voorwaarden: Naamsvermelding en Gelijk Delen, zie http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nl/ . Meer informatie over de CC Naamsvermelding-GelijkDelen 3.0 Nederland licentie licentie.

Aanvullende informatie over dit lesmateriaal

Van dit lesmateriaal is de volgende aanvullende informatie beschikbaar:

Leerniveaus	HAVO 4, HAVO 5
Leerinhoud en doelen	Natuur, leven en technologie, Wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie
Eindgebruiker	leerling/student
Studiebelasting	40 uur en 0 minuten
Trefwoorden	e-klassen rearrangeerbaar

Bronnen

<https://www.youtube.com/embed/nd0ldf-6p8w>
https://www.schooltv.nl/beeldbank/embedded.jsp?clip=20060906_rechtsgang01
https://www.youtube.com/embed/hMF5OGd_Fyo
https://www.youtube.com/v/FFT_3l12egY?version=3&hl=nl_NL
<https://www.youtube.com/embed/dxOYIHjK11A>
https://www.schooltv.nl/beeldbank/embedded.jsp?clip=20031204_vingerafdrukken01
<https://www.youtube.com/embed/FkcSkADVMIM>
<https://www.youtube.com/embed/yZOvbho4Hil?rel=0>
<https://www.youtube.com/embed/-85h6ZF17rY>
<https://www.youtube.com/embed/HgUgAeAb4Ng>

Gebruikte Wikiwijs Arrangementen

Forensisch onderzoek HAVO (2014)

Link: <https://maken.wikiwijs.nl/40524/>

Auteur: , Bètapartners