



Nederlands Forensisch Instituut
Ministerie van Justitie en Veiligheid

foster + freeman

foster + freeman

Vakbijlage

Onderzoek naar biologische sporen

Inhoudsopgave

1. De vakbijlage algemeen
2. Inleiding
3. Zoeken naar biologische sporen
 - 3.1. Forensische lichtbron
 - 3.2. Screeningstesten
 - 3.3. Bemonsteren en veiligstellen
 - 3.4. Contaminatie preventie
4. Bloed
 - 4.1. Tetrabasetest
 - 4.2. Immunologische test
 - 4.3. Luminol
5. Speeksel
 - 5.1. Onderzoek met een forensische lichtbron
 - 5.2. Immunologische alfa-amylasetest
 - 5.3. Alfa-amylase-afdrukmethode
6. Sperma
 - 6.1. Zurefosfatasetest
 - 6.2. Prostaatspecifiek antigeen (PSA)-test
 - 6.3. Microscopisch onderzoek naar sperma
 - 6.4. Differentiële lysis
 - 6.5. Conclusie spermaonderzoek
7. Haren
 - 7.1. Haaronderzoek
 - 7.2. Autosomaal en mitochondriaal DNA-onderzoek aan haren
8. RNA cel- en orgaantypering
 - 8.1. Typen RNA-onderzoek
 - 8.2. RNA-onderzoek en bewijskrachtberekeningen
9. Koppeling tussen celtype en celdonor
10. Begrippenlijst

1. De vakbijlage algemeen

Het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) kent een groot aantal typen onderzoek. Normaal gesproken gaat elk onderzoeksrapport van het NFI vergezeld van een vakbijlage. Deze dient als toelichting op het onderzoek en heeft een zuiver informatief karakter.

Er zijn verschillende vakbijlagen beschikbaar voor het onderzoek naar humane biologische sporen en DNA. Deze vakbijlagen zijn te vinden op de [website](#) van het NFI.

2. Inleiding

In deze vakbijlage over het onderzoek naar humane biologische sporen (hierna 'biologische sporen') worden verschillende typen onderzoek naar de aard van het [celmateriaal](#) toegelicht. Hierbij wordt ingegaan op hoe de onderzoeksstrategie tot stand komt, de verschillende technieken die op het NFI worden toegepast en hoe de gerapporteerde resultaten en conclusies met betrekking tot biologische sporen worden geduid.

Het onderzoek naar biologische sporen richt zich op lichaamsvloeistoffen (bloed, speeksel, sperma(vloeistof), vaginale cellen/menstruele secretie en nasale mucosa), organen (hart, lever, centraal zenuwweefsel, nier, long, spier en vetweefsel), haren en [latente biologische sporen](#).

3. Zoeken naar biologische sporen

Het vaststellen van de onderzoeksstrategie

De divisie Biologische Sporen heeft een breed palet aan onderzoeksmogelijkheden. Op basis van de onderzoeksvraag en de beschikbare informatie wordt bepaald hoe het te onderzoeken materiaal het beste kan worden onderzocht en welke technieken het beste kunnen worden ingezet. Dit onderzoeksmateriaal kan een [bemonstering](#) zijn of een [stuk van overtuiging](#) (SVO). Een SVO is een voorwerp dat door de politie in beslag is genomen voor de opsporing en bewijsvoering in een strafzaak. Op basis van de kansrijkheid en delictgerelateerdheid van het onderzoeksmateriaal en de beschikbare capaciteit wordt een onderzoeksstrategie bepaald. Als er meerdere onderzoeksmogelijkheden beschikbaar zijn, moet er worden bepaald welke en hoeveel SVO's of bemonsteringen nodig zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Soms wordt een kansarmer onderzoek ingezet omdat deze een zeer directe relatie heeft met het delict of omdat er verder geen onderzoeksmogelijkheden beschikbaar zijn. Bij de aanvang van een complex of omvangrijk onderzoek wordt gestart met een intake. Hierbij worden de zaakgegevens gecontroleerd, gekeken of de onderzoeksvraag duidelijk is en of er voldoende contextinformatie is voor het uitvoeren van het onderzoek.

Wanneer er onduidelijkheden zijn, wordt er met de aanvrager van het onderzoek contact opgenomen.

3.1. Forensische lichtbron

Wanneer wordt gezocht naar sporen van lichaamsvloeistoffen zoals bloed, sperma of speeksel, wordt een SVO eerst bij daglicht met het blote oog of met behulp van een operatiemicroscop bekeken.



Afbeelding 1: een sporenonderzoeker aan het werk met een operatiemicroscop.

Als er op deze wijze geen duidelijk zichtbare sporen worden waargenomen, kan vervolgens een forensische lichtbron worden gebruikt. Dit is een lichtbron die verschillende kleuren licht kan produceren die onder andere bloed, sperma en speeksel beter zichtbaar kunnen maken. Oplichtende sporen worden fotografisch vastgelegd en gemarkeerd op het SVO, zodat de locaties ook bij daglicht weer terug te vinden zijn om veiliggesteld te worden.



Afbeelding 2: een voorbeeld van een forensische lichtbron.

3.2. Screeningstesten

Met een forensische lichtbron is het niet goed mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende typen biologische sporen, zoals bijvoorbeeld tussen sperma en speeksel. De forensische lichtbron is daarom enkel bedoeld om een verkennend onderzoek te verrichten naar waar zich relevante sporen kunnen bevinden.

Sporen die bij daglicht zijn waargenomen of die met behulp van een forensische lichtbron zichtbaar worden, kunnen vervolgens aanvullend worden getest op de mogelijke aanwezigheid van specifieke lichaamsvloeistoffen. Er zijn voor dit doeleinde snelle testen ([screeningstesten](#)) beschikbaar voor bloed en spermavloeistof. Voor bloed wordt doorgaans de tetrabasetest gebruikt en voor spermavloeistof de zure fosfatasetest. Voor speeksel is vooralsnog geen snelle indicatieve test beschikbaar.

Op grond van het testresultaat besluit de sporenonderzoeker om het spoor wel of niet te bemonsteren. Daarna worden de bemonsteringen die zijn veiliggesteld nader onderzocht op de aanwezigheid van de specifieke lichaamsvloeistof met aanvullende testen. Conclusies over de aard van het aangetroffen celmateriaal kunnen dus zijn gebaseerd op meerdere testresultaten en waarnemingen.

De gebruikte testen zijn niet kwantitatief. De uitslag van deze testen kan met de huidige kennis niet worden uitgedrukt als een getal dat betrekking heeft op de aan- of afwezigheid en/of de hoeveelheid van de betreffende lichaamsvloeistof. Een positief testresultaat geeft alleen een aanwijzing voor de aanwezigheid van de onderzochte lichaamsvloeistof.

Onzichtbare sporen

Niet elk spoor kan met behulp van een forensische lichtbron beter zichtbaar worden gemaakt. Huidcellen die achterblijven na het aanraken van een object kunnen voldoende zijn om een DNA-profiel te verkrijgen, maar zijn voor de sporenonderzoeker doorgaans niet zichtbaar.

Wel aanwezige, maar niet zichtbare biologische sporen worden 'latente biologische sporen' genoemd. Soms wordt ook de term 'contactsporen' voor deze categorie sporen gebruikt. Deze verwoording kan echter onterecht de indruk wekken dat het spoor moet zijn gevormd door direct contact. Er kunnen ook andere verklaringen voor het ontstaan van het spoor relevant blijken, zoals indirecte overdracht van het spoor.

Doordat latente biologische sporen veelal niet zichtbaar kunnen worden gemaakt, is contextinformatie en duidelijkheid over de onderzoeksvraag nodig om te bepalen welke locaties van het SVO relevant zijn om te bemonsteren. Het SVO kan vervolgens worden bemonsterd met de veronderstelde handeling in gedachten. Als een slachtoffer bijvoorbeeld verklaart dat de verdachte zijn hand in haar onderbroek heeft gestoken, kan de binnenzijde van de tailleband van de onderbroek worden bemonsterd gericht op het verzamelen van DNA van de belager. Als vervolgens blijkt dat het DNA uit de bemonstering overeenkomt met het DNA van de verdachte zou dat goed passen bij de verklaring van het slachtoffer. De verdachte kan een andere verklaring geven over de wijze waarop het DNA in de onderbroek terecht kan zijn gekomen. Alternatieve

verklaringen kunnen een aanleiding zijn om aanvullende bemonsteringen te nemen en/of de resultaten van het onderzoek te laten evalueren op activiteitsniveau.

Een SVO kan ook worden bemonsterd gericht op het verzamelen van DNA van diegene die het item gebruikt of gedragen kan hebben. Voorbeelden hiervan zijn het filter van een sigarettenpeuk, de mondopening van een bivakmuts, de binnenrand van een pet, de kraag of manchet van een overhemd of het heft van een mes.

3.3. Bemonsteren en veiligstellen

Om biologische sporen te kunnen onderwerpen aan DNA-onderzoek, worden ze bemonsterd en veiliggesteld. Bemonsteren wil zeggen dat het spoor geheel of gedeeltelijk van het SVO wordt afgehaald, soms inclusief het onderliggende materiaal. Hiervoor bestaan verschillende methoden. Welke methode wordt toegepast, hangt onder andere af van het type oppervlak van het SVO waarop het spoor zich bevindt en het type spoor.

Bij poreus materiaal, zoals een kledingstuk, kan gekozen worden om (een deel van) het spoor uit te knippen of snijden. Dit wordt gedaan bij onder andere bloed-, speeksel- en spermasporen. Een andere mogelijkheid is de zogenoemde '[stubbmethode](#)'. Met deze methode worden latente biologische sporen van het oppervlak van een SVO afgehaald. Dit gebeurt met speciaal hiervoor geschikt tape waaraan de cellen zich hechten.



Afbeelding 3: een stub.

Bij een niet-poreus, glad oppervlak, bijvoorbeeld dat van een mes, gebruikt men doorgaans een wattenstaafje dat met water is bevochtigd.



Afbeelding 4: een mes wordt met een bevochtigde wattenstaaf bemonsterd.

Naar aanleiding van een zeden- of geweldsdelict kan een specifieke locatie van de huid van een persoon worden bemonsterd. Dergelijke bemonsteringen worden meestal uitgevoerd door een forensisch arts. Hierbij wordt de locatie eerst met een natte en daarna met een droge wattenstaaf afgenomen. De achterliggende gedachte hiervan is dat een opgedroogd spoor van bijvoorbeeld speeksel of sperma bevochtigd wordt met water, waardoor het spoor kan losweken. Dit is de eerste, natte bemonstering. Met de tweede, droge bemonstering wordt vervolgens het aanwezige losgeweeke celmateriaal opgenomen. Op deze manier wordt geprobeerd om een zo groot mogelijke opbrengst te verkrijgen van op de huid aanwezige sporen. Het is echter niet zeker welke van de twee bemonsteringen het grootste deel van het spoor zal bevatten. De verhouding tussen de hoeveelheid veiliggestelde cellen van het spoor en die van de bemonsterde persoon zelf kan variëren tussen de natte en droge bemonstering. Om deze reden worden de natte en droge bemonsteringen niet samengevoegd. Op basis van een analyse die is uitgevoerd met interne zaaksgegevens kiest het NFI ervoor om als eerste de natte bemonstering te onderzoeken. Op grond van het resultaat hiervan kan besloten worden ook de droge bemonstering te onderzoeken omdat deze mogelijk een informatiever resultaat oplevert. Daarnaast kan het zinvol zijn om de droge bemonstering met een aanvullende techniek te onderzoeken om meer informatie te verkrijgen over de aard van het celmateriaal in het spoor.

Multidisciplinair sporenonderzoek

De aanwezigheid van een grote diversiteit aan onderzoeksgebieden onder één dak zorgt ervoor dat er op het NFI diverse mogelijkheden zijn voor multidisciplinair onderzoek. Zo kunnen, naast onderzoek naar humane biologische sporen en DNA-onderzoek, ook andere deskundigheidsgebieden binnen het NFI onderzoek doen aan dezelfde SVO's.

Bijvoorbeeld wanneer er binnen een zedenzaak door het slachtoffer is verklaard dat er anale penetratie heeft plaatsgevonden, kan een bemonstering van de penis/vinger van de verdachte worden onderzocht op de aanwezigheid

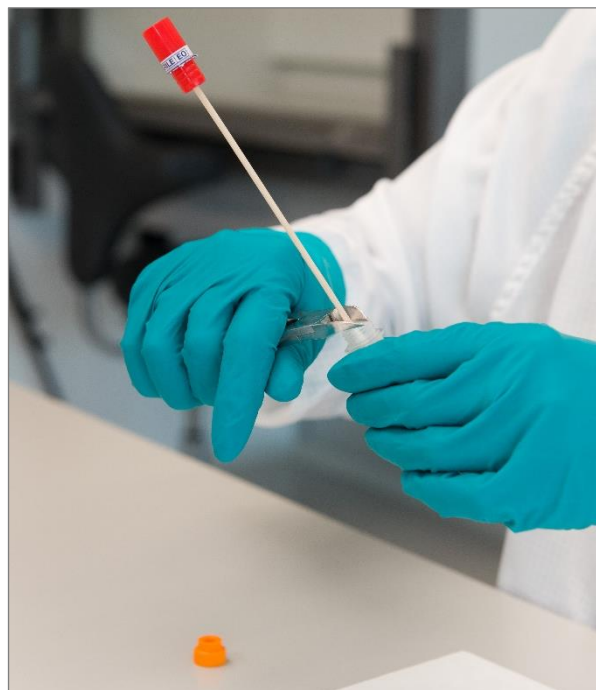
van ontlasting door het deskundigheidsgebied 'Niet-humane biologische sporen (NHBS)'.

Daarnaast wordt er regelmatig gezamenlijk onderzoek aan een SVO uitgevoerd met de deskundigheidsgebieden Vingersporen en Microsporen & Materialen van het NFI.

3.4. Contaminatie preventie

Het NFI is sinds 1994 geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie om DNA-onderzoeken uit te voeren en hanteert voor de werkzaamheden in het laboratorium de ISO/IEC-17025-norm. De door het NFI gehanteerde werkwijze is vastgelegd in procedures en richtlijnen en is conform de geldende normen. De belangrijkste doelen zijn het waarborgen van de [chain of custody](#) en het voorkomen van contaminatie.

Om contaminatie te voorkomen wordt tijdens het onderzoek beschermende kleding gedragen waaronder handschoenen, een labjas, haarnetje en mondkapje. Het te onderzoeken materiaal dat afkomstig is van het slachtoffer wordt in een andere ruimte onderzocht dan het te onderzoeken materiaal van de verdachte. Door gebruik te maken van aparte, van elkaar gescheiden, onderzoeksruimtes wordt voorkomen dat er tijdens het onderzoek DNA van een verdachte op onderzoeksmateriaal van een slachtoffer terecht komt. Om dezelfde reden worden referentiemonsters en bemonsteringen van sporen verwerkt in verschillende onderzoeksruimtes.



Afbeelding 5: een bemonstering wordt veiliggesteld.

4. Bloed

De aanwezigheid van bloed kan een belangrijke bijdrage leveren aan de opsporing en bewijsvoering. Bloedsporen hebben vaak een rechtstreeks verband met het delict. Ze zijn dan 'delictgerelateerd'. Zo kunnen ze een relatie leggen tussen het slachtoffer, de verdachte, de plaats delict en/of het stuk van overtuiging.

Onderzoek naar bloed kan worden uitgevoerd aan SVO's (zoals een mes, kledingstuk of voertuig) en bemonsteringen (bijvoorbeeld genomen van een lichaam in het kader van gewelds- of zedenmisdrijven, een stuk van overtuiging of van een plaats delict). Dit kunnen ook bemonsteringen zijn die door de politie zijn genomen en ingestuurd naar het NFI.

Onderzoek naar bloed op een SVO

Bij het onderzoek naar de aanwezigheid van bloed wordt met het blote oog, met behulp van [scheerlicht](#) of een operatiemicroscop gezoekt naar op bloed lijkende sporen. Op donkere oppervlakten is het moeilijker om bloed waar te nemen. In dergelijke gevallen kan er gebruik gemaakt worden van een forensische lichtbron met infrarood licht. Als op het stuk van overtuiging een op bloed lijkend spoor wordt aangetroffen, wordt dit onderworpen aan de tetrabasetest. Met deze test kan onderscheid worden gemaakt tussen bloed en andere, op bloed lijkende substanties. Op grond van het verkregen testresultaat maakt de sporenonderzoeker de keuze of, en zo ja, welke locatie van het SVO wordt bemonsterd en veiliggesteld voor een DNA-onderzoek. Afhankelijk van de onderzoeksvraag worden bloedsporen bemonsterd of juist vermeden.

Onderzoek naar bloed in een bemonstering

Het onderzoek naar de aanwezigheid van bloed in bemonsteringen wordt uitgevoerd voordat deze worden onderworpen aan een DNA-onderzoek. Ook dit onderzoek wordt uitgevoerd met de tetrabasetest.

Daarnaast zijn er alternatieve testen om in specifieke gevallen (nader) onderzoek te doen naar de aanwezigheid van bloed:

- een [immunologische test](#) (zoals de OBTI-test). Deze test wordt voornamelijk gebruikt wanneer er twijfel is of een bloedspoor van een mens afkomstig is. Deze test is in tegenstelling tot de tetrabasetest specifiek voor mensen (en andere primaten).
- [RNA-celtypering](#): hiermee kan onderzoek worden gedaan of een bemonstering menstrueel bloed kan bevatten (zie hoofdstuk 8).

4.1. Tetrabasetest

De tetrabasetest is de meest gebruikte test bij het onderzoek naar bloed. Deze test heeft als voordeel dat deze zeer gevoelig, eenvoudig en snel toepasbaar is. Binnen een aantal seconden is de testuitslag beschikbaar. Hierdoor kan de sporenonderzoeker tijdens het onderzoek snel een beslissing

nemen of een specifiek spoor bemonsterd of juist vermeden dient te worden.

Werkwijze tetrabasetest

De sporenonderzoeker strijkt met een bevochtigd filtreerpapiertje over het spoor. Op het filtreerpapiertje wordt als eerste stap tetrabase en als tweede stap bariumperoxide gedruppeld. Het eiwit hemoglobine komt in grote hoeveelheden voor in rode bloedcellen. De aanwezigheid van hemoglobine zorgt ervoor dat de chemische verbindingen tetrabase en bariumperoxide snel met elkaar reageren. Tijdens deze reactie wordt tetrabase omgezet in een blauwe kleurstof.

De tetrabasetest wordt altijd uitgevoerd door een deel van het op bloed lijkende spoor over te brengen op een testpapier, en nooit op het SVO of de bemonstering zelf.



Afbeelding 6: een onderzoeker voert de tetrabasetest uit op een testpapier.

Bestanddelen bloed

Bloed bestaat onder andere uit vloeistof en verschillende typen bloedcellen: rode bloedcellen, witte bloedcellen en bloedplaatjes. De aanwezigheid van hemoglobine, dat zich in rode bloedcellen bevindt, veroorzaakt de blauwkleuring van de tetrabasetest. Rode bloedcellen bevatten geen DNA. Het DNA dat wordt gebruikt voor DNA-onderzoek bevindt zich (met name) in de celkern van witte bloedcellen.

Interpretatie van de tetrabasetest

De tetrabasetest geeft een indicatief resultaat. Dat betekent dat een positief resultaat een aanwijzing geeft dat er bloed in het spoor aanwezig is en niet dat er met absolute zekerheid bloed is aangetoond. De deskundige kan aan de hand van deze aanwijzing op bloed en een combinatie van andere factoren concluderen dat er bloed aanwezig is, te weten:

- de visuele kenmerken van het spoor: lijkt het op bloed?
- het al dan niet verkrijgen van een humaan DNA-profiel;
- contextinformatie.

Soms wordt er een positief testresultaat van een bemonstering verkregen maar levert dit geen DNA-profiel op. Dit kan onder andere komen doordat:

- er in het spoor te weinig bloed aanwezig is om hiervan een DNA-profiel te verkrijgen;
- de kwaliteit van het DNA in het bloedspoor slecht is;
- dat het bloed afkomstig is van een dier.

De tetrabasetest kan een vals-positief resultaat geven. Dit betekent dat de test een positieve uitslag geeft terwijl er geen hemoglobine en dus geen bloed in het spoor aanwezig is. Enkele bekende voorbeelden hiervan zijn chloorbevattende schoonmaakmiddelen en ijzerverbindingen zoals roest. Vals-positieve reacties zijn vaak goed te herkennen. Voorbeelden hiervan zijn een blauwkleuring bij de eerste stap in plaats van bij de tweede, een andere kleur of wanneer de blauwkleuring te traag op gang komt.

De tetrabasetest is niet humaan-specifiek en geeft dus ook een positief testresultaat met dierenbloed. Als dit het geval is, kan dit blijken uit het DNA-onderzoek. Uit het bloedspoor wordt dan geen humaan DNA-profiel verkregen. Het is mogelijk te onderzoeken of het dierenbloed betreft en van welk soort dier het bloed afkomstig kan zijn. Dit onderzoek kan worden uitgevoerd door het deskundigheidsgebied Niet Humane Biologische Sporen van het NFI.

4.2. Immunologische test

In sommige gevallen is het noodzakelijk om meer zekerheid te krijgen of het spoor humaan bloed bevat. Bijvoorbeeld als uit contextinformatie blijkt dat er mogelijk dierlijk bloed aanwezig is. In die gevallen kan een immunologische test worden gebruikt zoals de OBTI-test. Deze test kan humaan bloed aantonen met antistoffen die binden aan humaan hemoglobine. Deze test is echter wel minder gevoelig dan de tetrabasetest.

De werking van deze test is vergelijkbaar met die van een zwangerschaps- of corona-zelftest. De bemonstering wordt opgenomen in een vloeistof, waarvan een klein deel op de teststrip wordt aangebracht. Bevindt zich in de vloeistof het eiwit humaan hemoglobine (en dus bloed), dan zal dit binden aan de antistoffen in de teststrip, dat als een gekleurd streepje op de teststrip zichtbaar wordt.

Interpretatie van de immunologische test

De OBTI-test geeft een indicatief resultaat. Dat betekent dat een positief testresultaat een aanwijzing geeft voor de aanwezigheid van humaan bloed. Net als bij de tetrabasetest concludeert de deskundige of er bloed is aangetroffen op basis van het resultaat van deze test, in combinatie met de verkregen DNA-resultaten en/of contextinformatie en/of visuele kenmerken van het spoor.

De OBTI-test maakt geen onderscheid tussen bloed van mensen en andere primaten (zoals een gorilla of chimpansee).

Onderzoek naar bloed op een plaats delict

4.3. Luminol

Met luminol is het mogelijk om latente bloedsporen tijdelijk zichtbaar te maken. Deze methode kan daarom uitkomst bieden als met het blote oog geen bloed waarneembaar is. Bijvoorbeeld wanneer men vermoedt dat er geprobeerd is bloedsporen te verwijderen op een plaats delict. Door de hoge gevoeligheid van luminol is deze methode geschikt om ook kleine hoeveelheden (verdund) bloed aan te tonen. Hierdoor kunnen zelfs bloedsporen zichtbaar worden gemaakt nadat iemand heeft geprobeerd deze te verwijderen.

Werkwijze luminol

Nadeel luminol

Een nadeel van het benevelen met luminoloplossing is dat aanwezige minimale bloedsporen worden verdund. Dit kan een nadelig effect hebben op het DNA-onderzoek van deze sporen. Daarom vindt onderzoek met luminol alleen plaats nadat met dag- en scheerlicht naar bloedsporen is gezocht. Dit probleem kan worden verkleind door de hoeveelheid luminoloplossing die wordt gebruikt beperkt te houden.

Interpretatie van het luminol-onderzoek

Luminol reageert niet alleen in de aanwezigheid van bloed, maar kan ook een positieve reactie geven met:

- stoffen zoals jute en sisal;
- oxiderend metaal (zoals roestplekken);
- verf;
- behangplaksel;
- sommige schoonmaakmiddelen (zoals chloorbevattende bleekmiddelen); en
- bepaalde groenten en fruit.

Vandaar dat bij een positief resultaat met de luminoltest, vervolgens de meer specifieke tetrabasetest wordt ingezet. In het algemeen bevatten luminol-positieve sporen die een negatief resultaat geven met de tetrabasetest geen (of te weinig) bloed.

5. Speeksel

Onderzoek naar speekselsporen kan van meerwaarde zijn om te achterhalen wie bij een bepaald delict of zelfs handeling betrokken is, zoals bijvoorbeeld bij zedendelicten, overvallen en dreigbrieven.

Onderzoek naar speeksel wordt onder andere toegepast bij:

- lichaamsbemonsteringen;
- ondergoed;
- drinkranden (van bijvoorbeeld flesjes, blikjes of glazen)
- likranden van enveloppen (van bijvoorbeeld dreigbrieven);
- maskers en
- bivakmutsen;

5.1. Onderzoek met een forensische lichtbron

Tijdens het onderzoek naar de aanwezigheid van speeksel kan het SVO eerst met een forensische lichtbron worden bekeken. Dit onderzoek biedt de mogelijkheid te zoeken naar hierbij oplichtende sporen op een object waar zich mogelijk speeksel bevindt. Als zo'n plaats is vastgesteld, kan deze locatie heel gericht worden bemonsterd. Om te onderzoeken of er in de bemonstering speeksel aanwezig kan zijn, wordt gebruik gemaakt van de immunologische alfa-amylasetest. Het is belangrijk om oplichtende sporen te testen op de aard van het aanwezige celmateriaal omdat verschillende typen lichaamsvloeistoffen kunnen oplichten tijdens het onderzoek met een forensische lichtbron.

5.2. Immunologische alfa-amylasetest

De alfa-amylasetest toont de mogelijke aanwezigheid van humaan speeksel in een bemonstering aan. Alfa-amylase is een enzym dat in hoge concentratie in speeksel voorkomt. Het aantonen van de aanwezigheid van dit enzym geeft een aanwijzing voor de aanwezigheid van speeksel.

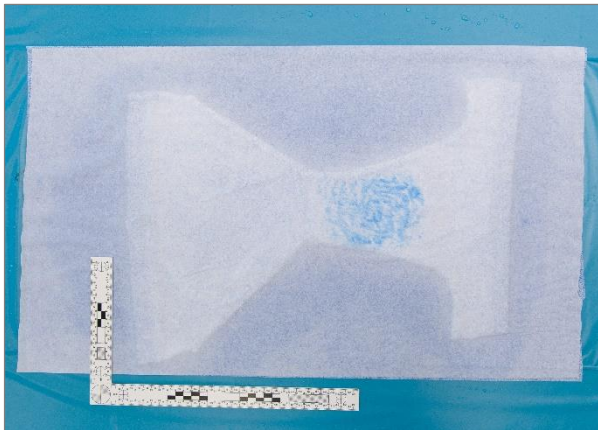
De werkwijze van deze test is vergelijkbaar met die van een zwangerschaps- of corona-zelftest. De bemonstering wordt opgenomen in een vloeistof, waarvan een klein deel op de teststrip wordt aangebracht. Bevindt zich in de vloeistof het enzym alfa-amylase, dan zal dit binden aan de antistoffen op de teststrip, wat als een gekleurd streepje zichtbaar wordt.



Afbeelding 7: een voorbeeld van een immunologische test. De linker cassette geeft een positief en de rechter cassette geeft een negatief testresultaat.

5.3. Alfa-amylase-afdrukmethode

De alfa-amylase-afdrukmethode wordt gebruikt om locaties te vinden waar zich mogelijk speeksel bevindt. De alfa-amylase-afdrukmethode kan worden toegepast als aanvulling op het onderzoek met forensische lichtbronnen. Bij de uitvoering van de alfa-amylase-afdrukmethode stempelt de onderzoeker het SVO, bijvoorbeeld een slip, op een bevochtigd vel testpapier. Dat testpapier kleurt blauw op de plaatsen waar het in contact komt met alfa-amylase. Dit geeft een aanwijzing voor de mogelijke aanwezigheid van speeksel. De betreffende plaatsen op het SVO kan men vervolgens veiligstellen. De alfa-amylase-afdrukmethode is niet humaan-specifiek. Dit betekent dat ook in aanwezigheid van dierlijk speeksel er een positieve reactie plaats kan vinden. De op basis van deze methode veiliggestelde bemonsteringen worden met een immunologische test nader onderzocht op de mogelijke aanwezigheid van humaan speeksel. Een nadeel van de alfa-amylase-afdrukmethode is dat door het bevochtigen van het SVO de mogelijk aanwezige sporen worden verdund. Dit kan een nadelig effect hebben op het DNA-onderzoek van deze sporen.



Afbeelding 8: een alfa-amylase-afdruk van een opengeknipt stuk ondergoed. De blauwverkleuring is een indicatie voor de aanwezigheid van speeksel.

Interpretatie van het onderzoek naar de aanwezigheid van speeksel

Een positieve uitslag van de alfa-amylasetest vormt een aanwijzing dat er daadwerkelijk humaan speeksel op de bemonsterde locatie aanwezig is. Maar alfa-amylase is ook, zij het in veel lagere concentratie, aanwezig in andere humane lichaamsvloeistoffen, zoals:

- ontlasting
- sperma;
- bloed;
- urine; en
- traanvocht.

Een positieve uitslag van de alfa-amylasetest kan dus ook verklaard worden door andere bronnen van alfa-amylase dan speeksel. Daarom wordt er doorgaans geconcludeerd dat er een aanwijzing is verkregen voor de aanwezigheid van speeksel en niet dat er met absolute zekerheid speeksel is aangetoond. In uitzonderlijke gevallen kan er wel een conclusie worden getrokken over de aanwezigheid van speeksel (voorbeelden hiervan zijn: sigarettenpeuken, kauwgom en de drinkrand van een beker).



Afbeelding 9: een filtreerpapiertje waarop een zurefosfatasetest is uitgevoerd. De paarsverkleuring geeft een indicatie voor de aanwezigheid van spermavloeistof.

6.Sperma

Het onderzoek naar de aanwezigheid van sperma wordt vaak uitgevoerd in het kader van zedenzaken. Het aantonen van sperma kan een belangrijke rol spelen in het onderzoek naar het vermeende misdrijf en kan belangrijke aanwijzingen geven over wie de belager kan zijn. Onderzoek naar sperma kan worden uitgevoerd aan SVO's (zoals een kledingstuk, condoom of beddengoed) en bemonsteringen (bijvoorbeeld genomen van een lichaam).

Wanneer voorwerpen worden onderzocht op de aanwezigheid van sperma wordt eerst gezocht met het blote oog en een forensische lichtbron en daarna met een screeningstest, zoals de zurefosfatasetest of de zurefosfatase-afdrukmethode. Daarna kan met aanvullende technieken worden onderzocht of er daadwerkelijk sperma in de bemonstering aanwezig is (zie onderzoek naar de aanwezigheid van sperma in een bemonstering).

Onderzoek naar sperma op een SVO

6.1. Zurefosfatasetest

Om te onderzoeken of oplichtende sporen spermasporen kunnen zijn, worden deze onderworpen aan de zogenoemde zurefosfatasetest. Dit is een indicatieve test die de mogelijke aanwezigheid van spermavloeistof kan aantonen.

Zure fosfatase is in hoge concentraties in spermavloeistof aanwezig. De hoeveelheid zure fosfatase in spermavloeistof wordt niet beïnvloed door een verlaagde hoeveelheid spermacellen of door sterilisatie.

Werking van de zurefosfatasetest

De sporenonderzoeker strijkt met een bevochtigd testpapiertje over het spoor. Op het papiertje wordt daarna een testvloeistof gedruppeld waaraan een paarse kleurstof is gebonden die vrijkomt in de aanwezigheid van zure fosfatase. Een positieve testuitslag (een paarse kleur) op het papier is een aanwijzing voor de mogelijke aanwezigheid van spermavloeistof. Op grond van het verkregen testresultaat maakt de sporenonderzoeker de keuze of, en zo ja, welke locatie van het SVO wordt bemonsterd. De bemonstering wordt nader onderzocht op de aanwezigheid van spermavloeistof, sperma en DNA. Dit nader onderzoek kan bestaan uit: de PSA-test, microscopie en differentiële lysis.

Interpretatie van de zurefosfatasetest

Behalve in spermavloeistof komt zure fosfatase ook voor in:

- andere lichaamsvloeistoffen (in veel lagere concentraties dan in sperma);
- sommige planten en schimmels;
- gisten;
- zaden;
- bacteriën;
- ander dierlijk materiaal (vlees);
- uitwerpselen;

- sommige kruiden (kaneel);
- groenten (taugé, bloemkool); en
- zuivelproducten (melkchocola)
- fosfaathoudende wasmiddelen en wasverzachters.

Met het aantonen van het enzym zure fosfatase wordt dus niet specifiek spermavloeistof aangetoond. De zurefosfatasetest geeft dan ook niet meer dan een aanwijzing voor de aanwezigheid van spermavloeistof. Bij een positief resultaat wordt daarom het spoor aanvullend onderzocht op de aanwezigheid van spermavloeistof en spermacellen.

Vals-negatieve resultaten zurefosfatasetest

Een negatief testresultaat kan betekenen dat er geen sperma op de onderzochte locatie aanwezig is. Maar de test kan ook zijn verstoord. Voorbeelden hiervan zijn:

- hoge concentraties urine;
- speeksel;
- vaginale deodorant; en
- spermadodende middelen.

Dit kan leiden tot een negatief resultaat van de zurefosfatasetest terwijl er toch zure fosfatase op het SVO aanwezig is. Hier moet rekening mee gehouden worden bij locaties waar zich mogelijk speeksel of urine bevindt, zoals bijvoorbeeld in het kruis van een slip.

Zurefosfatase-afdrukmethode

Met de zurefosfatase-afdrukmethode wordt een SVO in zijn geheel onderzocht, in tegenstelling tot de zurefosfatasetest waarbij een gerichte locatie wordt onderzocht. Kledingstukken en beddengoed zijn voorbeelden van SVO's die met de zurefosfatase-afdrukmethode kunnen worden onderzocht op aanwijzingen voor mogelijk aanwezig sperma. De sporenonderzoeker stempelt het SVO dan in zijn geheel over op een bevochtigd vel testpapier. Het testpapier wordt besproeid met een oplossing die specifiek reageert met zure fosfatase. De plaatsen op het testpapier die vervolgens in aanraking komen met zure fosfatase verkleuren paars. Dit is een aanwijzing voor de mogelijke aanwezigheid van spermavloeistof op die locaties. De locaties op het SVO die corresponderen met deze locaties op het testpapier kan men vervolgens bemonsteren voor verder onderzoek. De interpretatie van de resultaten van de zurefosfatase-afdrukmethode is hetzelfde als bij de zurefosfatasetest.

De zurefosfatase-afdrukmethode wordt vaak gebruikt wanneer bij het eerste onderzoek van een SVO geen mogelijke spermasporen zijn aangetroffen. De zurefosfatase-afdrukmethode toont, net als de zurefosfatasetest, de aanwezigheid van het enzym zure fosfatase aan. Het nadeel van deze afdrukmethode is dat door het bevochtigen van het SVO de mogelijk aanwezige sporen worden verdund. Dit kan er toe leiden dat er minder DNA in de bemonstering wordt opgenomen.

Dubbele afdrukmethode

De zurefosfatase-afdrukmethode kan ook gebruikt worden in combinatie met de alfa-amylase-afdrukmethode. Hiermee wordt het SVO gelijktijdig onderzocht op de mogelijke aanwezigheid van spermavloeistof en speeksel.

Onderzoek naar sperma in een bemonstering

Het onderzoek naar de aanwezigheid van sperma in bemonsteringen wordt uitgevoerd door middel van onderstaande testen en technieken.

6.2. Prostaatspecifiek antigeen (PSA)-test

De PSA-test toont de mogelijke aanwezigheid van humaan prostaatspecifiek antigeen in een bemonstering aan. PSA is een eiwit dat in hoge concentratie door de prostaat in spermavloeistof wordt uitgescheiden. Het aantonen van de aanwezigheid van PSA geeft een aanwijzing voor de aanwezigheid van spermavloeistof.

De werkwijze van deze test is vergelijkbaar met die van een zwangerschaps- of corona-zelftest. De bemonstering wordt opgenomen in een vloeistof, waarvan een klein deel op de teststrip wordt aangebracht. Bevindt zich in de vloeistof het eiwit PSA, dan zal dit binden aan de antistoffen op de teststrip, wat als een gekleurd streepje zichtbaar wordt.

Interpretatie van de PSA-test

Een bemonstering die spermavloeistof bevat, geeft doorgaans een positieve uitslag wanneer een PSA-test wordt toegepast. PSA komt echter niet alleen in spermavloeistof voor, maar kan (in lage concentraties) ook worden aangetroffen in andere lichaamsvloeistoffen.

Voorbeelden hiervan zijn:

- bloed (met name van mannen met prostaatkanker)
- mannelijk en vrouwelijke urine
- moedermelk
- speeksel
- vaginale secretie.

De PSA-test kan hierdoor positief zijn zonder dat er daadwerkelijk spermavloeistof aanwezig is. Een positieve uitslag voor de PSA-test wordt daarom omschreven als een aanwijzing voor de aanwezigheid van spermavloeistof in de bemonstering

Een negatieve uitslag kan betekenen dat er geen spermavloeistof in de onderzochte bemonstering aanwezig is. Een negatieve uitslag kan ook betekenen dat de hoeveelheid spermavloeistof zo gering is dat deze niet is te detecteren.

6.3. Microscopisch onderzoek naar sperma

Een gedeelte van de bemonstering wordt gebruikt voor een microscopisch onderzoek naar de aanwezigheid van spermacellen. Wanneer deze worden waargenomen, wordt geconcludeerd dat er sperma in de bemonstering aanwezig

is. Omdat bij het microscopisch onderzoek slechts een deel van de bemonstering wordt onderzocht, kan het voorkomen dat bij een klein aantal spermacellen, deze niet terug te vinden zijn in het microscopiepreparaat (zie ook het kader 'Bijzondere gevallen'). Als er geen spermacellen worden waargenomen kan de deskundige ook op basis van de overige resultaten (onder andere de differentiële lysis en het vergelijkend DNA-onderzoek) de conclusie trekken dat er sperma aanwezig is.

6.4. Differentiële lysis

Het doel van de differentiële lysis techniek is het scheiden van de spermacellen van de overige cellen, zoals bijvoorbeeld vaginale cellen. Hierbij worden de cellen in de bemonstering eerst zodanig behandeld dat alle cellen behalve de spermacellen open barsten (milde lysis). Het DNA uit de opengebarsten cellen komt nu vrij. Hierna wordt het materiaal van de kapotte cellen gescheiden van de intact gebleven spermacellen. In de tweede stap van de differentiële lysis (de stringente lysis) worden de spermacellen opengemaakt. De stringente lysis (spermacellen) en de milde lysis (overige cellen) resulteren in twee afzonderlijke DNA-extracten (fracties). Van het DNA uit de spermacellen en van het DNA uit de overige cellen worden afzonderlijke DNA-profielen vervaardigd.

6.5. Conclusie spermaonderzoek

De conclusie van het onderzoek naar de aanwezigheid van sperma wordt door de deskundige gebaseerd op de gecombineerde resultaten van de PSA-test, het microscopisch onderzoek en het vergelijkend DNA-onderzoek van de DNA-profielen die met de differentiële lysis zijn verkregen. Het resultaat van het vergelijkend DNA-onderzoek aan beide fracties wordt als één conclusie gerapporteerd omdat het DNA in beide fracties uit één bemonstering afkomstig is en de resultaten in samenhang beschouwd moeten worden.

Met alleen een positief resultaat van een PSA-test kan niet met zekerheid worden vastgesteld of in een bemonstering spermavloeistof aanwezig is. Dit komt omdat het PSA-eiwit ook in kleine hoeveelheden in andere lichaamsvloeistoffen voor kan komen. Worden bij het microscopisch onderzoek spermacellen waargenomen, dan kan wel worden geconcludeerd dat er sperma in de bemonstering aanwezig is. Het is echter niet in alle gevallen mogelijk om dan te bepalen van wie dat sperma afkomstig kan zijn. In de regel wordt er een conclusie getrokken over wie de donor kan zijn van het sperma als:

- er met behulp van differentiële lysis een DNA-profiel is verkregen dat van spermacellen afkomstig moet zijn, en
- er op basis van het vergelijkend DNA-onderzoek kan worden geconcludeerd dat dit DNA afkomstig kan zijn van de betreffende persoon.

In het rapport worden de resultaten van beide fracties (van spermacellen en overige cellen) als één conclusie

gerapporteerd, omdat beide fracties verkregen zijn uit één bemonstering.

Bijzondere gevallen

Weinig spermacellen

Sperma bestaat uit spermavloeistof en spermacellen. Als er tijdens het microscopisch onderzoek naar sperma geen spermacellen worden waargenomen, hoeft dit niet te betekenen dat er geen sperma in de bemonstering aanwezig is. Alleen een gedeelte van de bemonstering wordt namelijk onder de microscoop bekeken. Het is mogelijk dat er wel spermacellen aanwezig zijn in het resterende deel van de bemonstering. Op basis van de resultaten van de differentiële lysis met de rest van de bemonstering wordt daardoor mogelijk alsnog de conclusie getrokken dat de bemonstering sperma bevat. Aan de hand van het vergelijkend DNA-onderzoek kan ook worden geconcludeerd van wie het sperma afkomstig kan zijn en of het om sperma van één of meerdere mannen gaat.

Steriele man

Wanneer een man volledig steriel is bevat zijn spermavloeistof geen spermacellen. In dit geval zal met behulp van de differentiële lysis geen DNA-profiel worden verkregen (van spermacellen). Wel kan met behulp van een immunologische test een aanwijzing voor de aanwezigheid van spermavloeistof worden verkregen. Met alleen een aanwijzing voor de aanwezigheid van spermavloeistof kan niet worden beoordeeld of de bemonstering daadwerkelijk sperma bevat en daarmee ook niet van wie de mogelijke spermavloeistof afkomstig zou kunnen zijn.

De differentiële lysis verloopt niet optimaal

Het is mogelijk dat tijdens de differentiële lysis de spermacellen niet voldoende gescheiden worden van de overige cellen. Er worden dan van beide fracties met cellen DNA-profielen verkregen met DNA-kenmerken van zowel de spermacellen als van de overige cellen. Wanneer dit gebeurt, kan niet worden vastgesteld of het mannelijk DNA afkomstig is van spermacellen of van ander celmateriaal.

7. Haren

Net als andere biologische sporen bevatten haren DNA. Het meeste DNA bevindt zich in de cellen van de haarwortel. Mensen verliezen dagelijks gemiddeld tientallen haren. Ook als iemand kaal is, kan deze persoon nog steeds wimpers, wenkbrauw- of andere lichaamsharen verliezen. Doordat haren makkelijker overdraagbaar zijn, is de mogelijke delictgerelateerdheid soms lastiger te bepalen dan bij bijvoorbeeld een bloed- of spermaspoor. Forensisch haaronderzoek wordt daarom met name ingezet als onderzoek aan andere biologische sporen (bloed, speeksel, sperma en/of biologische contactsporen) onvoldoende informatie oplevert.

7.1. Haaronderzoek

Bij een haaronderzoek wordt eerst met behulp van een microscopisch onderzoek bepaald of een mogelijk haarspoor daadwerkelijk een humane haar betreft (en dus niet een dierhaar of een vezel). Daarna worden humane haren geclassificeerd als hoofdhaar, schaamhaar, baard/snorhaar of wenkbrauw/wimperhaar. Wanneer er onvoldoende morfologische kenmerken zichtbaar zijn, wordt er gesproken van niet te classificeren haren/haardelen. Een haardeel is een haar waarvan de haarwortel ontbreekt.

Als er geen haaronderzoek is aangevraagd maar er op een SVO tijdens het onderzoek naar biologische sporen mogelijke haarsporen worden aangetroffen, worden deze op het SVO achtergelaten of op een haarkaart geplakt zodat de mogelijke haarsporen later alsnog kunnen worden onderzocht. Haarkaarten worden voorzien van een uniek SIN en naar de aanvrager van het onderzoek gestuurd zodra het onderzoek is afgerond. Informatie hierover wordt in het rapport opgenomen bij het onderdeel 'Onderzoek naar biologische sporen'.

7.2. Autosomaal en mitochondriaal DNA-onderzoek aan haren

De humane haren worden beoordeeld op hun geschiktheid voor een [autosomaal DNA-onderzoek](#). Dit gebeurt op basis van het morfologisch beeld van de haarwortel in combinatie met een kleuring. Aan de hand hiervan wordt vastgesteld of er voldoende cellen aanwezig zijn om een autosomaal DNA-profiel van de haar te verkrijgen.

Als autosomaal DNA-onderzoek aan haren niet mogelijk is vanwege het ontbreken van een haarwortel of bij onvoldoende aanwezig celmateriaal, kunnen de haren onderworpen worden aan een [mitochondriaal DNA-onderzoek](#). Mitochondriën zijn aanwezig in de gehele haar. Hierdoor is het mogelijk om een bruikbaar mitochondriaal DNA-profiel te verkrijgen van een haar, ook als de haarwortel afwezig is. Mitochondriaal DNA-onderzoek is minder persoonsonderscheidend dan autosomaal DNA-

onderzoek. Zie voor meer informatie de [NFI-vakbijlage](#) op de NFI-website of via de QR-code:



Voordat het mitochondriaal DNA uit haarsporen wordt geïsoleerd, worden deze aan een wasprocedure onderworpen. Deze wasprocedure is bedoeld om de haar zo veel mogelijk te ontdoen van eventueel aanwezig celmateriaal van een andere persoon dan de donor van het haarspoor.

8. RNA cel- en orgaantypering

Als onderdeel van het onderzoek naar biologische sporen wordt steeds vaker RNA-onderzoek toegepast. DNA en RNA worden binnen het forensisch onderzoek geanalyseerd om twee verschillende typen vragen mee te beantwoorden: Met DNA-onderzoek kan de vraag worden beantwoord van wie kan het biologisch materiaal in de bemonstering afkomstig zijn. Met RNA-onderzoek kan de vraag worden beantwoord welk type biologisch materiaal in de bemonstering aanwezig kan zijn¹.

Terwijl het DNA gelijk is in de verschillende lichaamsweefsels en lichaamsvloeistoffen van een individu, is de RNA-samenstelling juist per celtype anders. Kennis over deze samenstelling kan gebruikt worden om lichaamsweefsels of -vloeistoffen te herkennen. RNA wordt tegelijk met het DNA geïsoleerd. Dit betekent dat als er tijdens het isoleren van het DNA geen rekening is gehouden met RNA-onderzoek het daarna niet mogelijk is om alsnog het RNA te isoleren.

8.1. Typen RNA-onderzoek

Er zijn twee soorten RNA-onderzoek beschikbaar: RNA-celtypering en RNA-orgaantypering.

Meestal wordt RNA-celtypering ingezet voor zedenzaken en RNA-orgaantypering voor onderzoeken naar geweldsdelicten waarbij iemand onderhuids is geraakt zoals bijvoorbeeld bij een steekincident.

RNA-celtypering richt zich op de mogelijke aanwezigheid van:

- vaginale cellen/menstruele secretie;
- sperma;
- rectale cellen;
- speeksel;
- nasaal vocht;
- bloed.

RNA-orgaantypering richt zich op de mogelijke aanwezigheid van:

- hersenweefsel (centraal zenuwstelsel);
- longweefsel;
- spierweefsel;
- hartweefsel;
- nierweefsel;
- vetweefsel.

Bij RNA-typering wordt naar een set van verschillende weefsels of lichaamsvloeistoffen gekeken. Omdat alle hierbij verkregen resultaten in het rapport worden verwerkt kan dit betekenen dat niet elk gerapporteerd resultaat precies

aansluit op de vraagstelling van de aanvrager van het onderzoek.

RNA-onderzoek wordt pas ingezet nadat de eerste resultaten van het DNA-onderzoek bekend zijn en er door de officier van justitie toestemming is gegeven om de hiervoor benodigde onderzoekscapaciteit in te zetten. Het resultaat van het DNA-onderzoek is nodig om te kunnen bepalen hoeveel meerwaarde een RNA-onderzoek kan hebben. RNA-onderzoek valt hierdoor altijd onder aanvullend onderzoek.

8.2. RNA-onderzoek en bewijskrachtberekeningen

Het resultaat van een celtypering of een orgaantypering is vergelijkbaar met dat van andere testen die een indicatief resultaat geven. Dit betekent dat een aanwijzing kan worden verkregen op het betreffende celtype. Om hierbij een waarde aan de conclusie te kunnen toekennen heeft het NFI een methode ontwikkeld² om een bewijskrachtberekening uit te kunnen voeren met het resultaat van een RNA-onderzoek. Deze methode kan vooralsnog alleen worden gebruikt bij RNA-celtypering.

Bij het bepalen van de bewijskracht met betrekking tot vaginale cellen worden de gegevens van vaginale cellen en menstrueel bloed gecombineerd. Dit wordt gedaan omdat beide specifiek zijn voor de vagina. De verkregen bewijskracht wordt uitgedrukt in verbale termen van [waarschijnlijkheid](#). De maximale ordegraad van bewijskracht die kan worden verkregen met de rekenkundige methode voor RNA-celtypering is 100-10.000 ("veel waarschijnlijker" in verbale termen van waarschijnlijk).

¹ A.G.M. van Gorp, P.A. Maaskant-van Wijk, A. Lindenberg, I.E.P.M. Blom en T. Sijen 'RNA-celtypering geeft meer duidelijkheid over de delictgerelateerdheid van sporen bij zedenmisdrijven'. Expertise en Recht. 2012-5 193-197.

² Ypma, R.J.F., Maaskant-van Wijk, P.A., Gill, R., Sjerps, M. & van den Berge, M. (2021) Calculating LR's for presence of body fluids from mRNA assay data in mixtures. Forensic Science International: Genetics, 52, 102455.

9. Koppeling tussen celttype en celdonor

Als onderdeel van het onderzoek naar biologische sporen wordt biologisch celmateriaal veiliggesteld. Daarnaast wordt DNA-onderzoek uitgevoerd om te onderzoeken van wie het DNA afkomstig kan zijn en kan er onderzoek worden gedaan om meer informatie te verkrijgen over de aard van het celmateriaal. Het lijkt vervolgens aannemelijk dat de mogelijke donor van het DNA ook de donor is van het betreffende celmateriaal.

Dit kan echter niet zonder meer worden aangenomen. In dit hoofdstuk zal op situaties worden ingegaan waarbij geen koppeling gemaakt kan worden en er mogelijk een bronniveau denkfout³ op de loer ligt, en wanneer er juist wel een koppeling gemaakt kan worden. Een bronniveau denkfout is een voorbeeld van een associatie denkfout waarbij er zonder voldoende onderbouwing wordt aangenomen dat twee los van elkaar verkregen waarnemingen afkomstig zijn van dezelfde bron.

DNA-mengprofielen

Wanneer een bemonstering DNA bevat dat afkomstig is van meerdere personen, kan meestal geen koppeling worden gemaakt tussen het celttype en degene(n) van wie het DNA afkomstig kan zijn. Wanneer er bijvoorbeeld in een bemonstering bloed is aangetroffen en het DNA in de bemonstering afkomstig is van twee personen, dan is het niet mogelijk te achterhalen van welke persoon het bloed afkomstig is. Het DNA van één van de twee personen zou bijvoorbeeld van alleen huidcellen afkomstig kunnen zijn. Ook kan het bloed van beide personen afkomstig zijn.

In specifieke gevallen kan er wel een koppeling worden gemaakt. Door de speciale eigenschappen van spermacellen kan met behulp van differentiële lysis DNA worden geïsoleerd uit exclusief de spermacellen in een bemonstering. Hierdoor kan DNA uit spermacellen worden gekoppeld aan een persoon, ook als er andere typen cellen van een andere persoon in de bemonstering aanwezig zijn.

Het is ook mogelijk om een koppeling te maken op basis van geslachtsgebonden celttypen, vaginale cellen en menstruele secretie. Als er bijvoorbeeld een DNA-mengprofiel is verkregen van DNA dat afkomstig kan zijn van een man en een vrouw, en er geen aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van DNA van een mogelijke tweede vrouw, kunnen de vaginale cellen worden gekoppeld aan de enige vrouw die DNA aan de bemonstering kan hebben bijgedragen. Bij een DNA-mengprofiel van bijvoorbeeld

speeksel zou dit niet mogelijk zijn, omdat speeksel zowel van mannen als vrouwen afkomstig kan zijn.

Het is belangrijk om op te merken dat een dergelijke koppeling gebaseerd is op een logische redenering en niet rechtstreeks als onderzoeksresultaat is verkregen.

Enkelvoudige DNA-profielen

Wanneer maar één persoon DNA heeft bijgedragen aan een bemonstering, is het vaker mogelijk een koppeling te maken tussen het celttype en degene van wie het DNA afkomstig kan zijn. Toch is het belangrijk om ook hier alert te blijven. Als bijvoorbeeld bloed van een dier op een kledingstuk zit, zal dit een positief testresultaat opleveren met de tetrabasetest. Wanneer vervolgens een DNA-profiel wordt opgesteld van deze bemonstering, zal het DNA-profiel waarschijnlijk overeenkomen met dat van de drager van het kledingstuk. De conclusie dat het bloed afkomstig is van de drager van het kledingstuk, klopt dan niet met de werkelijkheid. Wanneer er dus een persoon wordt gekoppeld aan een lichaamsvloeistof, is dit onder de aanname dat deze van een mens afkomstig is. Wanneer er gebruik gemaakt is van een test die specifiek is voor humaan materiaal, hoeft deze aanname niet gedaan te worden.

De aanwezigheid van niet-onderzocht celmateriaal

Wanneer een bemonstering wordt onderworpen aan een onderzoek naar één of meerdere typen celmateriaal is het mogelijk dat de bemonstering andere celtypen bevat die niet zijn meegenomen in dit onderzoek. Dit betekent dat wanneer er is geconcludeerd dat een bemonstering een lichaamsvloeistof bevat en dat deze lichaamsvloeistof afkomstig kan zijn van een specifiek persoon, het niet is uitgesloten dat de bemonstering daarnaast ook ander celmateriaal (zoals huidcellen) van deze en/of andere personen bevat. Er wordt aangenomen dat ook wanneer de bemonstering andere celtypen bevat, de gemaakte koppeling tussen de gerapporteerde persoon en het onderzochte celmateriaal nog steeds van kracht is.

Interpretatie van het NFI-deskundigenrapport

Sinds de ingebruikname van deze vakbijlage wordt in het rapport expliciet vermeld of er op basis van het uitgevoerde onderzoek wel of juist geen koppeling is gemaakt tussen een celttype en de persoon of personen van wie het DNA afkomstig kan zijn. Wanneer er geen koppeling is gemaakt, kan het betreffende celmateriaal toch van (een van de) donoren van DNA zijn. Er is echter onvoldoende informatie beschikbaar om hierover een conclusie te trekken.

³ Meakin GE, Kokshoorn B, van Oorschot RAH, Szkuta B. Evaluating forensic DNA evidence: Connecting the dots. WIREs Forensic Sci. 2020;e1404.

10. Begrippenlijst

Autosomaal DNA – Het DNA in de celkern waarop het standaard DNA-onderzoek wordt uitgevoerd. Dit DNA is geordend in 22 paar chromosomen. Naast het autosomale DNA bevat de celkern 2 geslachtschromosomen. Het autosomale DNA bevat hypervariabele gebieden die gebruikt worden voor het vergelijkend DNA-onderzoek.

Bemonstering – veiliggesteld deel van het stuk van overtuiging in de vorm van een wattenstaaf, stub of geknipt deel van het materiaal.

Celmateriaal – bestanddelen van de cel, waaronder DNA, RNA en eiwitten.

Chain of custody – proces waarmee het veiligstellen, het transporteren, het onderzoeken en het opslaan van onderzoeksmateriaal wordt aangeduid. Het doel hiervan is om de integriteit van het te onderzoeken materiaal te verzekeren en de verantwoording over het materiaal eenduidig en achteraf aantoonbaar vast te leggen.

Immunologische test – test die de aan- of afwezigheid van eiwitten onderzoekt met behulp van antilichamen.

Latente biologische sporen – biologisch materiaal dat met het blote oog niet is waar te nemen.

Lysis – kapotmaken van cellen om de inhoud van de cel (celmateriaal) vrij te laten komen.

Mitochondriaal DNA – kort cirkelvormig DNA, dat zich buiten de celkern bevindt, in mitochondriën. Elke cel kan vele honderden mitochondriën bevatten. Mitochondriaal DNA wordt van moeder op kind doorgegeven.

Scheerlicht – licht dat onder een hoek op een object wordt geschoten om sporen beter zichtbaar te maken.

Screeningstest – test die een indicatie of aanwijzing geeft op de aanwezigheid van een bepaald type celmateriaal.

Stub – tape dat zich bevindt op een houder waarmee celmateriaal bemonsterd kan worden.

SVO – stuk van overtuiging: voorwerp of spoor(drager) dat is veiliggesteld voor een forensisch onderzoek.

Voor algemene vragen kunt u contact opnemen met de Frontdesk, telefoon (070) 888 68 88. Voor inhoudelijke vragen kunt u contact opnemen met het onderzoeksgebied Biologische Sporen telefoon (070) 888 6750.

Nederlands Forensisch Instituut
Ministerie van Justitie en Veiligheid
Postbus 24044 | 2490 AA Den Haag

Telefoon (070) 888 66 66
www.forensischinstituut.nl

januari 2025, versie 2