

De waarde van DNA-bewijs

Inleiding drieluik 'Bewijskracht van onderzoek naar biologische sporen en DNA'

Forensisch-biologisch onderzoek¹ richt zich op het vaststellen van de herkomst van biologische sporen en de handelingen die tot een sporenbeeld² kunnen hebben geleid. De laatste jaren is er vanuit de juridische praktijk een toenemende vraag naar nadere duiding van de betekenis van de resultaten van het forensisch-biologisch onderzoek. Deze vragen hebben met name betrekking op (1) de statistische onderbouwing bij complexe DNA-mengprofielen en (2) de criminalistische interpretatie van het sporenbeeld in de context van de zaak. Door recente ontwikkelingen in de forensische wetenschap zijn DNA-deskundigen nu beter toegerust dan voorheen om een gefundeerd antwoord te geven op deze vragen. Zo zijn er statistische rekenmodellen ontwikkeld die de bewijskracht van de overeenkomst tussen het DNA-profiel van een persoon en het complexe DNA-mengprofiel van een spoor kunnen berekenen. Daarnaast leveren diverse internationale wetenschappelijke studies inzichten in de kansen op het ontstaan van een bepaald sporenbeeld bij verschillende handelingen en omstandigheden en over de factoren die hierbij een rol spelen. Dit maakt het mogelijk om, in navolging van andere deskundigheidsgebieden (zoals vezel- en handschriftonderzoek), op een gefundeerde wijze een uitspraak te doen over de waarschijnlijkheid van het waargenomen biologisch sporenbeeld in het licht van verschillende scenario's.³

Dit artikel is de inleiding van het drieluik 'Bewijskracht van onderzoek naar biologische sporen en DNA'. Het is een samenvatting op hoofdpunten en bevat een verklarende woordenlijst.

Drieluik

Het drieluik 'Bewijskracht van onderzoek naar biologische sporen en DNA' beschrijft de wijze waarop de resultaten van het forensisch-biologisch onderzoek worden beschouwd en geïnterpreteerd. Het eerste deel behandelt het in de forensische wetenschap internationaal gehanteerde raamwerk waarbinnen de resultaten van forensisch-biologisch onderzoek worden beschouwd. Dit wetenschappelijke kader voorziet erin dat op een gefundeerde en transparante wijze gerichte antwoorden worden gegeven op specifieke, zaaksgebonden vragen met betrekking tot herkomst en ontstaanswijze van sporen. Het tweede deel gaat nader in op de interpretatie van de resultaten van het onderzoek naar de aard en de herkomst van het sporenmateriaal, het 'bronniveau'. Hierin komen onder meer de rekenmethoden aan de orde die worden gebruikt om de bewijskracht van de waargenomen overeenkomsten tussen DNA-profielen van personen en die van sporen te bepalen. Het derde deel gaat over de handelingen die hebben geleid tot het sporenbeeld, het 'activiteitniveau'. Hierin wordt de interpretatie van het sporenbeeld binnen het wetenschappelijke kader en de werkwijze van de deskundige nader uiteengezet.

1. Theoretisch kader

De forensische wetenschap onderscheidt drie niveaus waarop vragen worden gesteld en conclusies worden getrokken: het bronniveau, het activiteitniveau en het delictniveau. Deze drie niveaus kennen een hiërarchische

ordering, waarbij het bronniveau zich helemaal onderaan bevindt, daarboven het activiteitniveau en bovenaan het delictniveau. Hoe hoger in de hiërarchie, hoe meer informatie wordt meegewogen. Het bronniveau heeft betrekking op de aard van het celmateriaal (celtype) in het spoor en van wie dit celmateriaal afkomstig kan zijn. Een uitspraak op activiteitniveau geeft informatie over de mogelijke relatie van het spoor of sporenbeeld met een bepaalde handeling. Hoe en/of wanneer is het spoor op de aangetroffen plaats terechtgekomen? Hierbij gaat het om overdracht en persistentie (houdbaarheid) van celmateriaal op objecten of personen, en hoe dit celmateriaal wordt gedetecteerd en veiliggesteld. Tot slot, wordt op delictniveau beoordeeld of er sprake is van een delict, en zo ja, wie de dader is. Hier speelt kennis van het volledige strafdossier en toepassing van deze kennis in het juridische kader een essentiële rol. Het delictniveau is exclusief het domein van de feitenrechter.

Hypothesen

Het evalueren van onderzoeksresultaten op bron- of activiteitniveau gebeurt aan de hand van twee elkaar uitsluitende hypothesen. Doorgaans betreft dit enerzijds de hypothese van het Openbaar Ministerie en anderzijds de hypothese van de verdediging. De hypothesen hebben betrekking op één specifiek onderdeel uit de voorliggende scenario's. Dit betreft op bronniveau de aan- of afwezigheid van celmateriaal van een bepaalde persoon (bijvoorbeeld de verdachte) in een spoor, en op activiteitniveau de mogelijke handelingen die tot het sporenbeeld hebben geleid. De deskundige beoordeelt welke hypothese het best wordt ondersteund door de onderzoeksresultaten en in welke mate. Daarbij wordt nadrukkelijk geen uitspraak gedaan over de waarschijnlijkheid van de hy-

* Drs. A.J. Meulenbroek, dr. B. Kokshoorn en dr. L.H.J. Aarts zijn deskundigen op het gebied van forensisch onderzoek van humane biologische sporen en DNA en werkzaam bij het Nederlands Forensisch Instituut (NFI).

1. Onder forensisch-biologisch onderzoek wordt in dit artikel verstaan het onderzoek naar en van humane biologische sporen, waaronder DNA-onderzoek.
2. Onder sporenbeeld wordt hier verstaan het patroon van het totaal aan vastgestelde biologische sporen (of het ontbreken daarvan), met inbegrip van de plaatsen waar de sporen zijn gevonden, hun verspreiding en de uiterlijke verschijningsvorm van de sporen.
3. Een scenario is de woordelijke reconstructie met betrekking tot dat wat zich volgens de betrokken persoon of partij heeft afgespeeld in aanloop naar, tijdens en/of na het delict. De hieruit afgeleide hypothese heeft betrekking op één specifiek onderdeel van dit scenario, bijvoorbeeld een specifieke handeling die wordt betwist.

pothesen zelf. Dit laatste is voorbehouden aan de rechter die dit deskundigenoordeel meeweegt met alle andere bewijsmiddelen in de zaak.

2. Bronniveau

Om de herkomst, de bron, van humane biologische sporen te achterhalen wordt forensisch DNA-onderzoek ingezet. Forensisch DNA-onderzoek verloopt in drie fasen. De eerste fase betreft het technische deel van het DNA-onderzoek. In deze fase isoleren analisten het DNA uit het sporenmateriaal, waarna hiervan een DNA-profiel wordt gegenereerd. In de tweede fase interpreteert en beoordeelt de DNA-deskundige het verkregen DNA-profiel. Daarbij wordt vastgesteld of dit van voldoende kwaliteit is voor een vergelijkend DNA-onderzoek, en zo ja, van (minimaal) hoeveel personen DNA aanwezig is en of er DNA-profielen van individuele personen zijn af te leiden. Pas dan, in de derde fase, start het vergelijkend DNA-onderzoek met DNA-profielen van personen. Deze volgorde van onderzoek minimaliseert de kans op een bewuste of onbewuste sturing (bias) door de deskundige. Bij het vergelijkend DNA-onderzoek beoordeelt de deskundige of het celmateriaal wel of niet afkomstig kan zijn van de desbetreffende persoon.⁴ Wanneer is vastgesteld dat het spoor celmateriaal van deze persoon kan bevatten wordt, indien mogelijk en relevant, de bewijskracht hiervan statistisch vastgesteld.

Bewijskracht van de DNA-match

Er zijn verschillende rekenmethoden beschikbaar om de bewijskracht van de overeenkomst tussen het DNA-profiel van een persoon en dat van een spoor te bepalen. De traditionele en veelgebruikte methode is de berekening van de matchkans. De matchkans geeft weer hoe zeldzaam de vastgestelde overeenkomst is: de kans dat het DNA-profiel van *een willekeurig gekozen persoon* matcht met het DNA-(meng)profiel van het spoor. Deze methode kan worden gebruikt voor enkelvoudige DNA-profielen (van één persoon) en voor DNA-mengprofielen waarin *alle* DNA-kenmerken zijn vastgesteld van *alle* personen van wie celmateriaal in het spoor aanwezig is. Voor het vaststellen van de bewijskracht ten aanzien van *een specifieke persoon* (bijvoorbeeld een verdachte) van wie het DNA-profiel matcht met het DNA-(meng)profiel van een spoor, is de likelihood-ratio-methode de aangegeven methode. Met deze methode wordt berekend hoeveel keer waarschijnlijker het DNA-(meng)profiel van het spoor is onder hypothese I (*het spoor bevat DNA van de verdachte*), dan onder hypothese II (*het spoor bevat geen DNA van de verdachte*). Met de nieuwe generatie statistische rekenmethoden, de zogenoemde probabilistische rekenmodellen, kan op basis van de likelihood-ratio-methode nu ook de bewijskracht worden berekend voor DNA-mengprofielen waarin niet alle DNA-kenmerken van alle personen zichtbaar zijn, zoals het geval is bij

'minimale biologische sporen'. Dit zijn sporen met weinig celmateriaal en/of celmateriaal van slechte kwaliteit. Als gevolg hiervan treden bij de DNA-analyse complicerende neveneffecten op. Zo kunnen een of meer DNA-kenmerken niet zichtbaar zijn in het DNA-profiel. Daarnaast kan het voorkomen dat er pieken zichtbaar zijn in het DNA-profiel die geen DNA-kenmerken representeren van de personen van wie celmateriaal in deze bemonstering aanwezig is.⁵ Omdat de nieuwe probabilistische rekenmethoden rekening houden met deze complicerende neveneffecten kan hiermee de bewijskracht worden vastgesteld van de overeenkomsten tussen het DNA-profiel van een persoon en het onvolledige (complexe) DNA-(meng)profiel van een minimaal biologisch spoor.

Combineren van onderzoeksresultaten op bronniveau

Wanneer voorafgaand aan het DNA-onderzoek kan worden aangenomen dat *een bepaald spoor* afkomstig is van één persoon, dan kunnen de resultaten van verschillende typen DNA-onderzoek, zoals het autosomale DNA-profiel en het Y-chromosomale DNA-profiel met elkaar worden gecombineerd. De onderzoeksresultaten op bronniveau van *twee of meer verschillende sporen* kunnen evenwel niet zonder meer worden gecombineerd om zodoende tot een sterkere bewijskracht op bronniveau te komen, wanneer a priori niet kan worden aangenomen dat deze sporen van dezelfde persoon afkomstig zijn. De onderzoeksresultaten van verschillende sporen kunnen worden geëvalueerd onder hypothesen op activiteitsniveau, waarbij de handelingen die tot het sporenbeeld kunnen hebben geleid centraal staan.

DNA-profiel en celtype

Bij enkelvoudige DNA-profielen is er doorgaans een duidelijke relatie tussen het DNA (en het DNA-profiel) en het type celmateriaal (bijvoorbeeld speeksel) in de desbetreffende bemonstering.⁶ Dit in tegenstelling tot DNA-mengprofielen van sporen met verschillende celtypen. Hierbij is het veelal niet mogelijk een uitspraak te doen over de herkomst van de verschillende celtypen, omdat de koppeling tussen degenen van wie het DNA afkomstig is en de aard van het desbetreffende celmateriaal doorgaans niet is te maken. Er zijn wel uitzonderingen, bijvoorbeeld wanneer het geslachtsgebonden celtypen als sperma of vaginaal epitheel betreft en er DNA van slechts één persoon van het desbetreffende geslacht in de bemonstering aanwezig is.

3. Activiteitsniveau

Wanneer het Openbaar Ministerie en de verdediging elk een andere verklaring hebben over hoe het sporenbeeld is ontstaan (hypothesen op activiteitsniveau), maakt de rechter een inschatting in hoeverre de voorgestelde situaties zich in werkelijkheid kunnen hebben voorge-

4. Vergelijkend DNA-onderzoek resulteert in een van de volgende conclusies: (a) het celmateriaal in het spoor is niet afkomstig van de desbetreffende persoon: er zijn dermate duidelijke verschillen tussen zijn of haar DNA-profiel en dat van het spoor dat de aanwezigheid van een detecteerbare hoeveelheid celmateriaal van deze persoon in het spoor wordt uitgesloten, (b) het celmateriaal in het spoor kan afkomstig zijn van de desbetreffende persoon: alle of nagenoeg alle DNA-kenmerken van deze persoon zijn ook zichtbaar in het DNA-profiel van het spoor, en (c) er kan geen betrouwbare uitspraak worden gedaan met betrekking tot aan- of afwezigheid van celmateriaal van de desbetreffende persoon in het spoor.

5. De DNA-analyseapparatuur geeft de DNA-kenmerken van het onderzochte DNA weer in de vorm van pieken die zijn gekoppeld aan getallen. Bij minimale biologische sporen kan het zijn dat een of meer DNA-kenmerken niet zichtbaar zijn in het DNA-profiel (geen pieken), of dat pieken zo zwak aanwezig zijn dat niet duidelijk is of ze DNA-kenmerken van het spoor representeren.

6. Bij forensisch-biologisch onderzoek moet op voorhand worden bepaald of, en zo ja welk, onderzoek naar de aard van het celmateriaal noodzakelijk is. Dit onderzoek is doorgaans niet meer mogelijk na het DNA-onderzoek. Een duidelijke vraagstelling bij aanvang van het onderzoek is daarom cruciaal.

daan (de zogenoemde a-priori-kans). Wanneer de rechter of rechter-commissaris een hypothese onvoldoende concreetiseerd vindt en/of als zeer onwaarschijnlijk beoordeelt, kan hij besluiten deze hypothese buiten beschouwing te laten. Het kan voor de rechter van belang zijn dat de deskundige een inschatting maakt van de waarschijnlijkheid van de resultaten van het forensisch onderzoek met betrekking tot de voorliggende hypothesen op activiteitsniveau.

Toetsbare hypothesen

De deskundige beoordeelt in eerste instantie of de hypothesen zodanig zijn geformuleerd dat ze toetsbaar zijn. Daartoe moeten ze duidelijk een handeling of activiteit beschrijven. Daarnaast moeten de hypothesen wederzijds uitsluitend zijn: als de ene hypothese waar is, kan de andere hypothese niet (deels) ook waar zijn. Centraal staan in de hypothesen de handelingen die volgens het Openbaar Ministerie en de verdediging hebben geleid tot het sporenbeeld, en niet een specifieke bemonstering of specifiek onderzoeksresultaat.

Contextinformatie en sporenbeeld

Tijdens de inventarisatie beoordeelt de deskundige of de noodzakelijke contextinformatie aanwezig is met betrekking tot de voorliggende hypothesen. Doorgaans betreft dit informatie over de relatie tussen betrokken personen en sporendragers, en over dat wat er met de sporendragers is gebeurd voorafgaand aan en volgend op de delictgerelateerde handelingen. Indien van belang vraagt de deskundige om aanvullende, specifieke contextinformatie die naar zijn oordeel noodzakelijk is om de evaluatie van het sporenbeeld te kunnen uitvoeren. Vervolgens inventariseert de deskundige wat de mogelijke uitkomsten van het onderzoek onder de zaaksspecifieke omstandigheden kunnen zijn en de waarschijnlijkheden hiervan. Daarbij beoordeelt hij tevens of het sporenbeeld dat is verkregen bij het reeds uitgevoerde onderzoek voldoende volledig is, of dat aanvullend onderzoek meer onderscheidende informatie zou kunnen opleveren ten aanzien van de voorliggende hypothesen.

Evaluatie en kansinschattingen

Op basis van de zaaksspecifieke contextinformatie maakt de deskundige kansinschattingen voor overdracht van celmateriaal, de persistentie van sporen onder verschillende condities, de aanwezigheid van niet-delictgerelateerd celmateriaal ('achtergrond DNA'), en over de kansrijkheid van de gebruikte detectie en bemonsteringsmethode(n). Er zijn verschillende bronnen waaruit een deskundige kan putten om tot deze kansinschattingen te komen, zoals in de wetenschappelijke vakliteratuur gepubliceerde studies of door experimenten uit te voeren onder de specifieke omstandigheden van de desbetreffende zaak. Daarnaast kunnen de kansen worden ingeschat op basis van een dossierstudie waarbij de resultaten van het forensisch onderzoek in een groot aantal vergelijkbare zaken worden geëvalueerd. Ook kunnen verschillende deskundigen op het specifieke vakgebied worden geraadpleegd om kansinschattingen te maken op basis van hun kennis en ervaring. Bij de evaluatie kan de deskundige gebruikmaken van statistische modellen, zoals 'Bayesiaanse netwerken'. Bayesiaanse netwerken maken het mogelijk om de verschillende kansen te combineren en onderlinge afhankelijkheden daarbij mee te nemen. De deskundige zal de kansverhouding van de resultaten van het forensisch-biologisch onderzoek in het licht van de hypothesen op activiteitsniveau doorgaans uitdrukken in verbale termen van waarschijnlijkheid. Uiteindelijk zal de rechter dit bewijs combineren met de overige feiten en omstandigheden in de zaak en zodoende komen tot een rechtelijke uitspraak op delictniveau.

4. Verklarende woordenlijst/terminologie

In deze lijst worden de in de hiernavolgende artikelen veelgebruikte vaktermen gedefinieerd. Deze termen kunnen in een niet-forensische context een (enigszins) andere betekenis hebben. Termen tussen teksthaken worden elders in de woordenlijst verklaard.

Activiteitsniveau	Een niveau in de [hiërarchie van hypothesen]. De hypothesen betreffen de handelingen die door specifieke personen zijn uitgevoerd.
A-posteriori-kansverhouding	Kansverhouding die ontstaat wanneer de likelihood-ratio wordt verdisconteerd in de a-priori-kansverhouding. In het strafrecht: het oordeel van de rechter over de relatieve waarschijnlijkheid van de voorliggende [hypothesen], nadat het oordeel van de deskundige (de [likelihood-ratio]) is meegewogen met de a-priori-kansverhouding (zie ook regel van Bayes).
A-priori-kansverhouding	De relatieve waarschijnlijkheid van de voorliggende [hypothesen], voordat daarin de uitkomst van het forensisch deskundigenonderzoek (de [likelihood-ratio]) is verdisconteerd (zie ook regel van Bayes).
Bewijskracht	Het gewicht van het bewijs uitgedrukt in de [likelihood-ratio].
Bronniveau	Een niveau in de [hiërarchie van hypothesen]. De hypothesen betreffen de aanwezigheid van een bepaald celtype afkomstig van een specifiek persoon.
Bronsubniveau	Het laagste niveau in de [hiërarchie van hypothesen] dat kan worden onderscheiden. De hypothesen betreffen de aanwezigheid van DNA van een specifiek persoon.

Case-assessment	Het inventariseren van de mogelijke uitkomsten van het onderzoek en de mate waarin die uitkomsten onderscheidend zijn ten aanzien van de voorliggende [hypothesen].
Delictniveau	Het hoogste niveau in de [hiërarchie van hypothesen]. Voor het evalueren van onderzoeksresultaten onder [hypothesen] op dit niveau is onder meer specifieke juridische kennis en kennis van het volledige strafdossier noodzakelijk. Deze evaluatie is daarom doorgaans het exclusieve domein van de rechter.
Hiërarchie van hypothesen	Verschillende niveaus waarop in de forensische wetenschap aan de hand van hypothesen conclusies worden getrokken. In deze hiërarchie hebben hypothesen een toenemende complexiteit en waarde voor een rechterlijk oordeel (bronsubniveau – bronniveau – activiteitniveau – delictniveau).
Hypothese	Een uit een scenario afgeleide, toetsbare stelling over (de herkomst van DNA van) specifieke personen en/of door hen uitgevoerde handelingen (zie ook [Scenario]).
Hypothesetoetsend onderzoek	Onderzoek aan de hand van vragen gericht op het toetsen van verklaringen.
Hypothesevormend onderzoek	Onderzoek aan de hand van vragen gericht op het vinden van personen, verbanden en/of verklaringen.
Kansverhouding	Een deling van twee kansen ten opzichte van elkaar. Voorbeelden van kansverhoudingen zijn de [a-posteriori-kansverhouding], de [a-priori-kansverhouding] en de [likelihood-ratio].
Likelihood-ratio	Het oordeel van de deskundige over de mate waarin de resultaten van het forensisch-technisch onderzoek waarschijnlijker zijn wanneer de ene [hypothese] waar is dan wanneer de andere hypothese waar is.
LR	De [likelihood-ratio].
Persistentie	De houdbaarheid van celmateriaal gedurende een bepaalde tijdspanne en onder bepaalde condities. Na overdracht van celmateriaal kan DNA worden afgebroken of worden verplaatst door het hanteren, bewaren en/of verpakken van een stuk van overtuiging.
Probabilistisch rekenmodel	Statistische rekenmethode waarin bepaalde onzekerheden in het resultaat van het forensisch DNA-onderzoek worden meegewogen bij het berekenen van de [bewijskracht] van vastgestelde overeenkomsten en verschillen tussen het DNA-profiel van een persoon en dat van een spoor.
Regel van Bayes	De door dominee Thomas Bayes opgestelde formule: [a-priori-kansverhouding] × [likelihood-ratio] = [a-posteriori-kansverhouding].
Scenario	Woordelijke reconstructie van wat zich volgens de betrokken persoon of partij heeft afgespeeld in aanloop naar, tijdens en/of na het delict (zie ook [Hypothese]).
