



Vakbijlage

Bewijskracht van het vergelijkend DNA-onderzoek

Inhoudsopgave

1. Vergelijkend DNA-onderzoek
2. Hypothesen en aannames
3. Bewijskracht: statistische benadering vergelijkend DNA-onderzoek
4. Overeenkomsten met meerdere personen
5. Een relatief grote of kleine hoeveelheid DNA
6. Aandachtspunten bij bewijskracht in NFI-rapporten
7. Geen bewijskracht of onvoldoende informatief
8. Rekenmodellen voor bewijskrachtberekening
9. Matchkans
10. Rapportage en interpretatie van de bewijskracht
11. Woordenlijst

1. Vergelijkend DNA-onderzoek

Elke persoon heeft een eigen DNA-code. In het forensisch DNA-onderzoek wordt gebruik gemaakt van specifieke locaties in deze DNA-code waarvan bekend is dat deze sterk tussen individuen kunnen verschillen. Van sporen- en referentiemateriaal worden van deze locaties DNA-profielen opgemaakt, om ze vervolgens met elkaar te vergelijken. Op deze manier kan worden onderzocht of het DNA in sporenmateriaal afkomstig kan zijn van de betreffende persoon.

Bij het [vergelijkend DNA-onderzoek](#) beoordeelt de deskundige de overeenkomsten en verschillen tussen het DNA-profiel van een spoor en het DNA-profiel van een persoon van interesse ([PvI](#)). DNA-profielen van sporen kunnen bestaan uit de [DNA-kenmerken](#) van één persoon (een [enkelvoudig DNA-profiel](#)) of meerdere personen (een [DNA-mengprofiel](#)). Een PvI kan een verdachte, slachtoffer of (andere) betrokkene in een zaak zijn. Als op grond van het vergelijkend DNA-onderzoek een aanwijzing is verkregen dat (een deel van) het DNA in de bemonstering afkomstig kan zijn van de PvI, kan met behulp van een berekening van de [bewijskracht](#) worden geëvalueerd hoe sterk deze aanwijzing is.

2. Hypothesen en aannames

Om de bewijskracht te kunnen berekenen is het noodzakelijk om hypothesen te formuleren en aannames te doen. Een hypothese is een stelling die het verkregen DNA-profiel verklaart. In de hypothesen wordt tenminste gesteld of een bepaalde PvI DNA heeft bijgedragen aan de bemonstering. Daarnaast wordt een aanname gedaan over het totaal aantal personen dat DNA heeft bijgedragen. In het geval van een DNA-mengprofiel van minimaal drie personen kunnen bijvoorbeeld de volgende twee hypothesen worden gewogen:

Hypothese 1:

de bemonstering bevat DNA van de PvI en twee willekeurige onbekende personen.

Hypothese 2:

de bemonstering bevat DNA van drie willekeurige onbekende personen.

Welke hypothesen worden geformuleerd hangt af van de context van de zaak en van de vraagstelling. Daarnaast moet eerst worden vastgesteld welke aannames er gedaan kunnen worden over:

- **Het aantal personen**

De waargenomen kenmerken van een DNA-profiel zijn afkomstig van een onbekend aantal personen. Er kan niet met zekerheid worden vastgesteld hoeveel personen daadwerkelijk DNA hebben bijgedragen aan een bemonstering. Om het aantal donoren van het DNA van een spoor in te schatten maakt de deskundige onder andere gebruik van een algoritme. Vervolgens wordt het aantal personen dat het DNA-profiel het beste verklaart aangenomen om de bewijskracht te berekenen. Deze aanname heeft soms invloed op de grootte van de bewijskracht. Wanneer er geen eenduidige inschatting van het totaal aantal personen kan worden gemaakt, kan de bewijskracht voor verschillende aantallen personen worden berekend, om de invloed van deze aanname inzichtelijk te maken.

- **Niet-betwiste personen**

In bepaalde gevallen wordt niet betwist dat een bepaalde persoon DNA heeft bijgedragen aan een bemonstering. In dergelijke gevallen kan dus worden aangenomen dat er DNA van deze specifieke persoon in de bemonstering aanwezig is. Deze aanname van een niet-betwiste persoon kan worden gebruikt in de berekening van de bewijskracht voor de PvI. Om deze aanname te doen moet het DNA-profiel van deze persoon overeenkomen met een deel van het DNA-mengprofiel van de bemonstering. Doorgaans zal er contextinformatie zijn die de aanname verder onderbouwt. Dit is bijvoorbeeld het geval als bekend is dat de bemonstering is genomen van het lichaam, kleding of een ander persoonlijk voorwerp van een persoon. Deze aanname wordt in beide hypothesen opgenomen:

Hypothese 1:

de bemonstering bevat DNA van de PvI, het slachtoffer en een willekeurige onbekende persoon.

Hypothese 2:

de bemonstering bevat DNA van het slachtoffer en twee willekeurige onbekende personen.

- **Verwanten**

Er wordt standaard aangenomen dat de in een hypothese vermelde onbekende personen willekeurig gekozen zijn. Hiermee wordt bedoeld dat de onbekende personen niet verwant zijn aan elkaar, de PvI en/of een eventueel niet-betwiste persoon.

In de regel geldt dat DNA-profielen van verwanten meer overeenkomsten met elkaar vertonen dan met DNA-profielen van willekeurige personen. Dit geldt in het bijzonder voor verwanten met een ouder/kind- of broer/zus-relatie. In enkele gevallen kan voor een verwant van de echte donor een grote bewijskracht worden gevonden, terwijl deze verwant geen DNA heeft bijgedragen aan de bemonstering. Wanneer uit tactische informatie of op basis van informatie van de verdediging er aanwijzingen zijn verkregen dat DNA in de bemonstering (ook of juist) afkomstig kan zijn van een verwant van de Pvl, kan het voor een goede evaluatie nodig zijn om het DNA-profiel van die verwant ook te laten vergelijken met het DNA-profiel van de bemonstering.

Indien het niet mogelijk is om referentiemateriaal van een verwant af te nemen, is er nog de mogelijkheid om een bewijskrachtberekening uit te voeren waarbij een bepaalde verwantschap wordt verondersteld tussen één van de onbekende personen en de Pvl. Hiermee kan bijvoorbeeld worden onderzocht of een (willekeurige) onbekende verwant een nog betere verklaring geeft voor het DNA-profiel dan de Pvl zelf. Bijvoorbeeld:

Hypothese 1:

de bemonstering bevat DNA van een willekeurige broer/zus van de Pvl en twee willekeurige onbekende personen.

Hypothese 2:

de bemonstering bevat DNA van de Pvl en twee willekeurige onbekende personen.

Meerdere Pvl's

Wanneer er één Pvl is kan vaak met twee hypothesen worden volstaan, zoals in het eerste voorbeeld op pagina 2. Soms is het noodzakelijk om meerdere hypothesen te formuleren indien er ten aanzien van meerdere Pvl's aanwijzingen zijn verkregen dat zij DNA kunnen hebben bijgedragen aan de bemonstering. Hierop wordt verder ingegaan in het hoofdstuk 4 'Overeenkomsten met meerdere personen'.

3. Bewijskracht: statistische benadering vergelijkend DNA-onderzoek

Om te bepalen hoe goed elke hypothese in staat is het verkregen DNA-profiel te verklaren ten opzichte van de andere hypothese, worden de hypothesen tegen elkaar afgewogen. Hiertoe wordt voor elke hypothese met behulp van een statistisch rekenmodel berekend hoe groot de kans is op het verkregen DNA-profiel als deze hypothese waar zou zijn (zie hoofdstuk 'Rekenmodellen voor bewijskrachtberekening'). Deze kans wordt ook wel de *likelijkheid* van de betreffende hypothese genoemd.

De hypothese met de grootste *likelijkheid* vormt de beste verklaring voor het verkregen DNA-profiel. Dit geldt voor hypotheseparen maar ook wanneer er meer dan twee hypothesen onderling worden vergeleken.

Om te bepalen in hoeverre de ene hypothese het DNA-profiel beter verklaart dan een andere hypothese, worden de *likelihoods* van de hypothesen tegen elkaar afgewogen. Deze weging, de *likelihood ratio*, is de **bewijskracht** die getalsmatig aangeeft hoeveel keer groter de kans is om het DNA-profiel te verkrijgen wanneer de ene hypothese waar is, dan wanneer de andere hypothese waar is.

De bewijskracht wordt groter naarmate de bevindingen van het vergelijkend DNA-onderzoek beter passen bij hypothese 1 en kleiner wanneer de bevindingen juist beter passen bij hypothese 2.

Een berekende bewijskracht van 1 miljard betekent dat de kans om het DNA-profiel van de bemonstering te verkrijgen 1 miljard keer groter is wanneer hypothese 1 waar is, dan wanneer hypothese 2 waar. Dit betekent dat er een zeer sterke aanwijzing is verkregen voor de aanwezigheid van DNA van de Pvl, binnen de context van de twee beschouwde hypothesen. Indien meer hypothesen worden beschouwd kan deze conclusie veranderen (zie Aandachtspunt van Hoofdstuk 4).

4. Overeenkomsten met meerdere personen

Het komt voor dat ten aanzien van meerdere Pvl's geconcludeerd wordt dat zij elk, afzonderlijk beschouwd, DNA kunnen hebben bijgedragen aan een bemonstering. Wanneer voor een Pvl A en een Pvl B is vastgesteld dat zij DNA kunnen hebben bijgedragen, kan niet altijd met zekerheid gesteld worden dat Pvl A en Pvl B ook gezamenlijk DNA kunnen hebben bijgedragen. Dit is in het bijzonder het geval wanneer Pvl A en Pvl B relatief veel DNA-kenmerken gemeenschappelijk hebben, bijvoorbeeld omdat het verwanten zijn.

In dergelijke gevallen kan worden onderzocht wat de beste verklaring is voor het verkregen DNA-profiel. Hiertoe worden er meerdere (relevante) hypothesen opgesteld om tegen elkaar af te kunnen wegen. Zie als voorbeeld onderstaande hypothesen.

Hypothesen	De bemonstering bevat DNA van:
Hypothese 1:	Pvl A, Pvl B en één onbekende persoon
Hypothese 2:	Pvl A en twee onbekende personen
Hypothese 3:	Pvl B en twee onbekende personen
Hypothese 4:	drie onbekende personen

Door deze aanpak worden er twee vragen geadresseerd:

- Is een gezamenlijke bijdrage van Pvl A en Pvl B de beste verklaring voor deze bemonstering of is één van de andere verklaringen beter?
- Wat is de invloed van de aan- of afwezigheid van DNA van elk van de Pvl's op de bewijskracht?

Om te bepalen of Pvl A en B gezamenlijk DNA kunnen hebben bijgedragen wordt de likelihood van hypothese 1 afgewogen tegen de likelihoods van de andere hypothesen.

Voor het vaststellen van de bewijskracht per Pvl worden alle likelihoods van de hypothesen waarin wordt verondersteld dat deze Pvl DNA heeft bijgedragen afgewogen tegen alle hypothesen waarin deze Pvl geen DNA heeft bijgedragen.

Een uitvoerige beschrijving over deze aanpak wordt beschreven in het artikel van Slooten¹.

Het is mogelijk dat na het uitvoeren van een dergelijke evaluatie er onvoldoende steun is ten aanzien van één van de Pvl's. In deze gevallen wordt de uitgebreide evaluatie niet in het rapport vermeld, maar alleen de bewijskracht ten aanzien van de Pvl voor wie nog wel een aanwijzing bestaat dat hij/zij DNA kan hebben bijgedragen aan de bemonstering.

Aandachtspunt

De in het rapport beschreven evaluatie is uitgevoerd op grond van de op dat moment beschikbare informatie en relevante hypothesen. Indien een ander persoon bij het onderzoek wordt betrokken (zoals een andere verdachte, of een verwant van de personen vermeld in het rapport), en het DNA-profiel van deze persoon ook overeenkomt met een deel van het DNA-mengprofiel van een bemonstering, kan dit aanleiding geven tot het uitvoeren van een nieuwe statistische evaluatie. Hierbij bestaat de mogelijkheid dat de conclusies die zijn vermeld in een rapport gewijzigd kunnen worden. Op voorhand valt niet aan te geven of dit het geval zal zijn, en zo ja welke invloed dit zal hebben op de conclusies in het rapport.

5. Een relatief grote of kleine hoeveelheid DNA

Soms blijkt dat een bemonstering een relatief grote hoeveelheid DNA bevat van één of meerdere personen ten opzichte van de hoeveelheid DNA van (een) andere persoon/personen. Deze fractie van het totale DNA wordt dan aangeduid als '[relatief grote hoeveelheid DNA](#)' of '[afgeleid DNA-hoofdprofiel](#)'. De overige fractie van het DNA wordt dan aangeduid als een '[relatief kleine hoeveelheid DNA](#)'.

Indien er één persoon is die veel meer DNA heeft bijgedragen dan de andere personen, is het vaak mogelijk om het DNA-profiel van deze persoon met zekerheid vast te stellen. Zo'n profiel wordt een afgeleid DNA-hoofdprofiel genoemd en bijvoorbeeld aangeduid als 'onbekende man A'. Zo'n profiel kan als afzonderlijk DNA-profiel worden vergeleken met DNA-profielen van andere sporen of personen. Zo kan worden vastgesteld of de [hoofddonor](#) in

¹ Slooten, K. The comparison of DNA mixture profiles with multiple persons of interest. Forensic Science International: Genetics 56, January 2022, 102592

bemonstering 1 (onbekende man A) ook DNA kan hebben bijgedragen aan bemonstering 2.

In sommige gevallen kan uit een DNA-mengprofiel niet eenduidig een DNA-hoofdprofiel van één persoon worden afgeleid, maar kan wel worden geconcludeerd dat de bemonstering een relatief grote hoeveelheid DNA bevat van ten minste één of meerdere personen. Dit kan het geval zijn bij DNA-mengprofielen met een groot aantal donoren. Deze relatief grote hoeveelheid DNA kan niet als afzonderlijk DNA-profiel worden vergeleken met DNA-profielen van andere sporen. Wel kan de bewijskracht worden berekend ten aanzien van een persoon waarbij wordt onderzocht of deze een relatief grote hoeveelheid DNA kan hebben bijgedragen.

6. Aandachtspunten bij bewijskracht in NFI-rapporten

Bij de interpretatie van de bewijskracht dient met het volgende rekening gehouden te worden:

Invloed hypothesen

De bewijskracht is afhankelijk van de door de DNA-deskundige opgestelde hypothesen. Deze worden gekozen om zo goed mogelijk aan te sluiten op de context van de zaak en het verkregen DNA-profiel. Wanneer deze factoren veranderen kan dat van invloed zijn op de grootte van de bewijskracht. De bewijskracht moet dus altijd in de context van de beschouwde hypothesen worden gezien. Als op basis van aanvullende informatie blijkt dat andere hypothesen relevant zijn (bijvoorbeeld nieuwe Pvl's die in beeld zijn gekomen), kan de bewijskracht opnieuw berekend worden in het licht van de nieuwe hypothesen. Dit kan leiden tot een andere bewijskracht.

Kenmerken van het DNA-profiel

De grootte van de berekende bewijskracht hangt onder andere af van de overeenkomsten en verschillen tussen het DNA-profiel van de bemonstering en het DNA-profiel van de Pvl en de eigenschappen van deze profielen, waaronder de kwaliteit van het profiel en de zeldzaamheid van de DNA-kenmerken. De verkregen bewijskracht ten aanzien van de ene persoon kan dus (sterk) verschillen van de bewijskracht ten aanzien van de andere persoon. Ook is het gebruikte rekenmodel van invloed op de grootte van de bewijskracht. Hierover is meer te lezen in het hoofdstuk 'Rekenmodellen voor bewijskrachtberekening'.

Bijdrage

De grootte van de verkregen bewijskracht ten aanzien van een persoon hangt niet direct samen met de hoeveelheid DNA van deze persoon in de bemonstering. Bijvoorbeeld: ondanks een relatief kleine bijdrage van DNA aan een bemonstering kan soms toch een grote bewijskracht worden verkregen.

Rapportagegrens

De bewijskracht ten aanzien van een persoon kan in principe zeer hoge waarden bereiken. Wanneer een bewijskracht boven 1 miljard wordt verkregen, rapporteert het NFI niet het precieze getal, maar 'meer dan 1 miljard'. Dergelijke hoge getallen zijn namelijk moeilijk te bevatten en de werkelijke bewijskracht zal niet tot andere conclusies leiden dan de vermelde bovengrens.

7. Geen bewijskracht of onvoldoende informatief

In sommige situaties wordt er geen bewijskrachtberekening gerapporteerd:

Onvoldoende informatief

Het verkregen DNA-(meng)profiel is onvoldoende informatief ten aanzien van een Pvl als de bewijskracht dermate klein is dat niet kan worden beoordeeld of er een aanwijzing is dat (een deel van) het DNA in de bemonstering afkomstig kan zijn van een Pvl. Interne validatiestudies spelen hierbij een belangrijke rol. Uit deze studies is gebleken dat er bij een lage bewijskracht een kans bestaat dat de Pvl zelf geen DNA heeft bijgedragen, maar in plaats daarvan iemand met een gelijkend DNA-profiel, zoals een verwant van de Pvl. De bewijskracht wordt daarom niet gerapporteerd als deze lager is dan een bepaalde grenswaarde. Met aanvullend DNA-onderzoek aan de bemonstering kan soms een informatiever DNA-profiel worden verkregen waarmee opnieuw een bewijskracht kan worden berekend. Op voorhand kan niet worden bepaald of deze nieuwe bewijskracht groter of kleiner zal zijn. Het is dus mogelijk dat na aanvullend DNA-onderzoek er nog steeds geen betrouwbare uitspraak kan worden gedaan of een deel van het DNA van de Pvl afkomstig kan zijn. Ook is het mogelijk dat een DNA-mengprofiel wel informatief is ten aanzien van de ene Pvl maar niet ten aanzien van andere Pvl.

Eén bewijskracht per Pvl per SVO

Wanneer de DNA-profielen van meerdere bemonsteringen van één SVO overeenkomen met het DNA-profiel van een Pvl en er al één of meerdere bewijskrachtberekeningen zijn

uitgevoerd ten aanzien van die Pvl, kan het zijn dat niet voor elke bemonstering de bewijskracht wordt gerapporteerd. Er wordt wel gerapporteerd dat de Pvl DNA kan hebben bijgedragen aan de bemonstering met de opmerking “niet berekend vanwege het resultaat van SIN”. De niet uitgevoerde berekeningen kunnen alsnog worden uitgevoerd als later blijkt dat dit van meerwaarde is voor het onderzoek. Wanneer verschillende locaties zijn bemonsterd op basis van verschillende onderzoeksvragen zal er wel een bewijskracht worden gerapporteerd voor meer dan één bemonstering per SVO.

Niet betwiste personen

Bemonsteringen van het lichaam, kleding of andere persoonlijke voorwerpen van de Pvl zullen doorgaans DNA van deze persoon bevatten. Als daarnaast het DNA-profiel van de Pvl overeenkomt met het DNA-(meng)profiel van de bemonstering wordt ervan uitgegaan dat er DNA van de Pvl in de bemonstering aanwezig is en wordt er geen bewijskracht gerapporteerd.

Onbekende personen

Voor het DNA-profiel van een bemonstering dat overeenkomt met onbekende man A (zie hoofdstuk 5) wordt geen bewijskracht vermeld in het rapport, omdat er geen daadwerkelijk (referentie)profiel van deze persoon aanwezig is. Er kan namelijk niet worden uitgesloten dat een referentieprofiel andere of meer kenmerken bevat dan het afgeleide DNA-profiel van onbekende man A, wat zou leiden tot een andere bewijskracht. Wel staat in het rapport vermeld dat de bewijskracht ten aanzien van de persoon wiens DNA-profiel met het DNA-profiel van onbekende man A overeenkomt meer dan 1 miljard zal zijn of dat deze berekend kan worden, afhankelijk van de complexiteit van het DNA-profiel van de bemonstering.

Zijn er daarentegen te weinig DNA-kenmerken om een DNA-profiel van een persoon af te leiden, dan wordt er in het rapport gesproken over een onbekende persoon (zonder letter-aanduiding). In deze gevallen is het niet mogelijk een bewijskracht te berekenen, omdat van deze ‘onbekende personen’ geen DNA-profiel beschikbaar is of kan worden afgeleid.

frequentie van het voorkomen van DNA-kenmerken, maar kunnen verschillen in het type informatie waarmee daarnaast gerekend kan worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- [Piekhogte](#)

Een hogere piek in het DNA-profiel correleert met een grotere hoeveelheid DNA in de bemonstering. Hierdoor is het in sommige gevallen mogelijk om de DNA-kenmerken van verschillende personen te onderscheiden op grond van hun relatieve bijdragen.

- **Stotterpieken**

Deze pieken in het DNA-profiel (ook wel stutters of voorpieken genoemd) vertegenwoordigen geen DNA-kenmerken, maar zijn het gevolg van artefacten die inherent zijn aan de voor het onderzoek noodzakelijke DNA vermeerdering (de Polymerase Chain Reaction; PCR). Deze pieken worden zoveel mogelijk verwijderd uit het DNA-mengprofiel. Sommige rekenmodellen houden rekening met deze stotterpieken.

- [Drop-out](#)

Met name bij DNA-profielen die zijn verkregen van een minimale hoeveelheid DNA, worden niet altijd alle DNA-kenmerken van de donor(en) gedetecteerd en benoemd. Wordt een DNA-kenmerk niet benoemd, dan spreken we van drop-out. De mate van drop-out heeft gevolgen voor de berekening. Het model moet dan met meer variaties rekening houden. Rekenmodellen kunnen verschillen in hoe met drop-out van de donoren wordt omgegaan.

- [Degradatie](#)

DNA is kwetsbaar en gevoelig voor vocht, warmte en direct zonlicht. Door deze invloeden kan DNA worden afgebroken (degradatie). Degradatie is van invloed op de piekhoogten en daarom hebben programma's met een piekhoogtemodel vaak ook een model voor degradatie.

Het NFI gebruikt de onderstaande statistische software om de bewijskracht te berekenen. Aan de hand van de kenmerken van het DNA-(meng)profiel bepaalt de deskundige welk programma gebruikt wordt.

8. Rekenmodellen voor bewijskrachtberekening

Voor het berekenen van de bewijskracht kunnen verschillende statistische rekenmodellen worden gebruikt. De rekenmodellen maken allemaal gebruik van de

- **DNAStatistX²**, gebaseerd op EuroForMix³ en DNAmixtures⁴

In de meeste gevallen wordt DNAStatistX gebruikt voor het berekenen van de bewijskracht. Deze software is gebaseerd op de open source software EuroForMix en DNAmixtures en is verder ontwikkeld door het NFI. Het model neemt piekhoogte-informatie mee, houdt rekening met drop-out en past een degradatiemodel toe. De software beschikt eveneens over een model voor stotterpieken.

- **MixCal6**

Deze software⁵ is ontwikkeld door het NFI en maakt geen gebruik van piekhoogten. Het is mogelijk om een verschil in de kans op drop-out van de donoren in te (laten) schatten. Berekeningen met deze software zijn eenvoudiger dan met DNAStatistX. In gevallen waar piekhoogten geen onderscheidend vermogen hebben kan daarom worden gekozen om MixCal6 te gebruiken in plaats van DNAStatistX.

- **MixCal top-down**

Deze software⁶ is gebaseerd op MixCal6. MixCal top-down kan door gebruik te maken van piekhoogten berekeningen uitvoeren met enkel de DNA-kenmerken die afkomstig zijn van personen die relatief veel DNA hebben bijgedragen. De bewijskracht van een DNA-mengprofiel met DNA-kenmerken van meer dan drie personen kan hiermee relatief snel en eenvoudig berekend worden omdat niet alle DNA-kenmerken vergeleken hoeven te worden en er geen aanname noodzakelijk is over het totaal aantal donoren. Deze software wordt daarom vaak gebruikt wanneer het aantal donoren te hoog ligt voor DNAStatistX, maar er wel een relatief grote bijdrage is.

- **Bewijskracht zonder software**

De bewijskracht is altijd meer dan 1 miljard als bij een (afgeleid) enkelvoudig DNA-profiel van de bemonstering de DNA-kenmerken op ten minste elf plekken volledig overeenkomen met het DNA-profiel van een Pvl. Het uitvoeren van een berekening met statistische software is in dat geval overbodig.

9. Matchkans

In eerdere NFI-rapporten werd gebruik gemaakt van de matchkans. Daarom komt de matchkans nog kort aan bod in deze vakbijlage. De matchkans van een spoorprofiel is de kans voor een willekeurige persoon om een DNA-profiel te hebben dat volledig waargenomen is in ('matcht' met) de DNA-kenmerken in het DNA-profiel van de bemonstering. De matchkans is dus een eigenschap van het DNA-profiel van de bemonstering. Dit betekent dat, in tegenstelling tot de eerder beschreven bewijskracht, de matchkans berekend wordt zonder gebruik te maken van een DNA-profiel van een Pvl.

De matchkans kan alleen worden berekend voor DNA-profielen waarvan wordt aangenomen dat op de onderzochte genetische locaties (loci) alle DNA-kenmerken van de donor(en) zijn vastgesteld. Een bewijskrachtberekening is hiermee in meer gevallen toepasbaar dan een matchkansberekening. De matchkans is in feite de bewijskracht van het passen van het DNA-profiel van de Pvl in het profiel van de bemonstering. Zelfs als een matchkans van toepassing is, geeft de matchkans dus wanneer er sprake is van een DNA-mengprofiel een op minder informatie (alleen de match, maar niet met welke kenmerken) betrekking hebbende bewijskracht dan tegenwoordig wordt berekend.

De matchkans van een enkelvoudig DNA-profiel kan wel direct naar de bewijskracht vertaald worden, omdat er dan maar één donor is, en de enige manier om te matchen is door hetzelfde DNA-profiel te hebben. De bewijskracht voor de hypothese van donorschap, versus niet verwant zijn aan de donor, is dan 1 gedeeld door de matchkans. Dit betekent dat een matchkans van 'kleiner dan 1 op 1 miljard', een bewijskracht oplevert waarbij het DNA-profiel meer dan 1 miljard keer waarschijnlijker is wanneer de bemonstering DNA bevat van de Pvl, dan wanneer de bemonstering geen

² C.C.G. Benschop et al. (2019) 'DNAxs/DNAStatistX: Development and validation of a software suite for the data management and probabilistic interpretation of DNA profiles' - Forensic Science International: Genetics, Volume 42, September 2019, Pages 81-89.

³ Ø. Bleka et al. (2016) 'EuroForMix: An open source software based on a continuous model to evaluate STR DNA profiles from a mixture of contributors with artefacts' - Forensic Science International: Genetics, Volume 21, March 2016, Pages 35-44.

⁴ R.G. Cowell et al. (2015) 'Analysis of forensic DNA mixtures with artefacts'. Journal of the Royal Statistical Society, series C. Volume 64, Issue 1, 1-48, 2015.

⁵ K. Slooten (2017) 'Accurate assessment of the weight of evidence for DNA mixtures by integrating the likelihood ratio' - Forensic Science International: Genetics, Volume 27, March 2017, Pages 1-16.

⁶ K. Slooten (2020) 'A top-down approach to DNA mixtures' - Forensic Science International: Genetics, Volume 46, May 2020, 102250.

DNA bevat van de Pvl, maar van een willekeurige niet-verwante persoon⁷.

10. Rapportage en interpretatie van de bewijskracht

De bewijskracht is een uitspraak over het verklarende vermogen van de hypothesen, niet over de waarheid van de hypothesen. Een bewijskracht wordt bijvoorbeeld gerapporteerd als:

“Het DNA-profiel is [getal] keer waarschijnlijker wanneer de bemonstering DNA bevat van de Pvl (en [aantal-1] onbekende personen, dan wanneer de bemonstering geen DNA bevat van de Pvl maar van [aantal] willekeurige niet-verwante personen.”

De bewijskracht moet niet worden gelezen als: “Het is [getal] keer waarschijnlijker dat de bemonstering DNA bevat van de Pvl, dan dat de bemonstering geen DNA bevat van de Pvl”. Deze veel voorkomende verkeerde uitleg van de bewijskracht wordt de ‘prosecutor’s fallacy’ genoemd.

Hoe waarschijnlijk het is dat het DNA daadwerkelijk van de Pvl afkomstig is hangt namelijk ook af van de overige informatie, feiten en omstandigheden in de zaak. Denk hierbij onder andere aan ander technisch of tactisch bewijs, verwantschap of een fout tijdens het onderzoek.

In het algemeen geldt “extraordinary claims require extraordinary evidence”. Dat betekent dat eenzelfde bewijskracht in het ene geval kan leiden tot een sterke overtuiging maar in een ander geval wellicht tot een minder sterke overtuiging sterke. Bijvoorbeeld een overeenkomst in de DNA-databank is minder bijzonder dan een overeenkomst met het DNA-profiel van een enkele verdachte binnen een zaak. Bij een vergelijking met de DNA-profielen in de DNA-databank worden namelijk meer dan 400 duizend vergelijkingen uitgevoerd waardoor de kans op een toevallige overeenkomst veel groter is dan bij een vergelijking met één persoon.

11. Woordenlijst

Afgeleid DNA-hoofdprofiel – een DNA-profiel dat is verkregen door de afleiding van de meest prominente DNA-kenmerken uit een DNA-mengprofiel.

Bewijskracht – een getal dat weergeeft in welke mate de resultaten van het DNA-onderzoek steun bieden aan de ene of de andere beschouwde hypothese.

Bewijskrachtberekening – de (kans)berekening voor de bepaling van de kracht van het bewijs door twee hypothesen te beschouwen. Hiervoor wordt een statistisch rekenmodel gebruikt en wordt er gekeken naar de overeenkomsten en verschillen tussen het DNA-profiel van de Pvl en het DNA-profiel van de bemonstering.

Degradatie – de afbraak van DNA in de tijd. Dit proces kan worden versneld door omgevingsfactoren zoals temperatuur, luchtvochtigheid en direct zonlicht.

DNA-kenmerken – de delen van het DNA die met behulp van DNA-onderzoek zijn getypeerd en samen een DNA-profiel vormen.

DNA-mengprofiel – een DNA-profiel bestaande uit DNA-kenmerken van twee of meer personen.

Drop-in – een kenmerk dat niet het resultaat is van de daadwerkelijke aanwezigheid van dit DNA-kenmerk in de bemonstering, maar van bijvoorbeeld een technisch (onderzoeksgelateerd) artefact.

Drop-out – een DNA-kenmerk dat niet is gedetecteerd en benoemd als gevolg van bijvoorbeeld het genereren van een DNA-profiel uit een minimale hoeveelheid DNA.

Enkelvoudig DNA-profiel – een DNA-profiel waarvan kan worden aangenomen dat (nagenoeg) alle DNA-kenmerken afkomstig zijn van één persoon.

Hypothesen – stellingen die waar of niet waar zijn. Ze worden doorgaans in paren gebruikt, en de weging van de resultaten van het onderzoek aan de hand van deze hypotheseparen resulteert in de bewijskracht.

⁷ Zie voor meer informatie: Kokshoorn et al. (2014) Bewijskracht van onderzoek naar biologische sporen en DNA: deel 2 Bronniveau,

Hoofdstuk 2: ‘De likelihood-ratio-methode’ - Expertise en Recht 2014-6: 204-212.

Hoofddonor – een (afgeleid) DNA-hoofdprofiel waarvan is aangenomen dat de geselecteerde DNA-kenmerken afkomstig zijn van één donor die relatief veel heeft bijgedragen aan het DNA in de bemonstering.

Piekhoogte – een maat waarmee kan worden bekeken wat de (relatieve) bijdrage is van een bepaald DNA-kenmerk in een DNA-profiel. De piekhoogte biedt de mogelijkheid om onderscheid te maken tussen een relatief kleine of grote hoeveelheid DNA dat is bijgedragen door een donor.

Pvl (persoon van interesse) – een persoon van wie de bijdrage aan het DNA in de bemonstering wordt betwist en ten aanzien van wie de bewijskracht wordt berekend. Bijvoorbeeld een slachtoffer, betrokkene, verdachte, of andere aan de zaak gerelateerde persoon.

Rekenmodel – statistisch model dat wordt gebruikt voor het berekenen van de bewijskracht. Voorbeelden zijn: DNASTatistX, MixCal6 en MixCal7.

Relatief grote hoeveelheid DNA – een hoeveelheid DNA die een groot deel uitmaakt van het totaal aan DNA in één bemonstering dat afkomstig is van één of meer personen. In sommige gevallen kan hieruit een hoofddonor worden afgeleid.

Relatief kleine hoeveelheid DNA – een hoeveelheid DNA die een klein deel uitmaakt van het totaal aan DNA in één bemonstering dat afkomstig is van één of meer personen.

Vergelijkend DNA-onderzoek – het onderzoek waarbij overeenkomsten en verschillen tussen DNA-profielen worden bekeken om een uitspraak te kunnen doen over van wie het DNA in de bemonstering (niet) afkomstig zou kunnen zijn.

Verwantschap – de genetische relatie tussen individuen die, afhankelijk van de mate van verwantschap, een mate van overeenkomst in DNA-profielen teweegbrengt.



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 DNA van de afdeling Humane Biologische Sporen, telefoon (070) 888 6750.

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

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

versie 2, augustus 2025