

Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek

Grote doorbraken, toenemende mogelijkheden, hoe verder?

Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek kan een belangrijke rol spelen bij de oplossing van zware misdrijven. De doorbraken in de spraakmakende Nederlandse cold cases van de Kralingse Bosmoorden en prostitutie moorden in Rotterdam, van Marianne Vaatstra en Milica van Doorn en die in de Amerikaanse zaken van de Golden State Killer, de NorCal Rapist en Jerry 'Animal' McFadden hebben het DNA-verwantschapsonderzoek opnieuw op de kaart gezet. Ook bij het identificeren van onbekende doden speelt DNA-verwantschapsonderzoek een belangrijke rol. Grotendeels dankzij DNA-verwantschapsonderzoek werden 296 van de 298 slachtoffers van de ramp met de MH17 geïdentificeerd. In april 2018 stond met de identificatie van de Buckskin girl in een keer een nieuwe mogelijkheid voor het identificeren van onbekende personen volop in de belangstelling.

Dit artikel beschrijft de essenties van het DNA-verwantschapsonderzoek en hoe het kan worden ingezet. Welke typen DNA-profielen kunnen hierbij worden gebruikt? Welke informatie geven deze DNA-profielen? Welke rol spelen de bestaande DNA-databanken?

Door de successen lijkt het DNA-verwantschapsonderzoek het recept te zijn voor het oplossen van cold cases. Dat roept de vraag op of het middel niet vaker en uitgebreider toegepast zou kunnen worden. Inmiddels is het bijna zeven jaar geleden dat een wettelijke regeling van het DNA-verwantschapsonderzoek werd ingevoerd.¹ Een goed moment om het DNA-verwantschapsonderzoek te evalueren en de nieuwe mogelijkheden te verkennen.² Het eerste deel van dit overzichtsartikel beschrijft de mogelijkheden die de forensische DNA-profielen en -databanken kunnen bieden. In het tweede deel wordt nader ingegaan op de mogelijkheden van de genealogische DNA-profielen en -databanken. In een afzonderlijk, hierop aansluitend, artikel met als titel 'Juridische aspecten van (grootschalig) DNA-verwantschapsonderzoek', in dezelfde aflevering van dit tijdschrift, wordt nader ingegaan op de juridische aspecten, en met name de wettelijke mogelijkheden en beperkingen van het (grootschalig) DNA-verwantschapsonderzoek.

DNA-onderzoek

DNA

DNA³ is de drager van de erfelijke eigenschappen en het is aanwezig in elke cel⁴ van het lichaam. Bijna al het DNA bevindt zich in de kern van de cel. Naast het zogenoemde 'autosomale' DNA hebben mannen in hun celkernen nog Y-chromosomaal DNA. Vrouwen beschikken daarentegen niet over Y-chromosomaal DNA.⁵ Naast het DNA in de celkern is er DNA aanwezig in de mitochondriën van de cel. Het in de mitochondriën aanwezige DNA wordt mitochondriaal DNA genoemd. Mitochondriaal DNA is relatief klein en ringvormig. Mitochondriën bevinden zich in de cel buiten de celkern en voorzien de cel van energie.

Het DNA, en dus de erfelijke informatie, is identiek in alle lichaamscellen van een persoon. Alle lichaamscellen van een persoon zijn immers afkomstig van die ene eicel van de moeder die bij de bevruchting is samengesmolten met de kop van die ene uitverkoren spermacel van de

vader. Hierdoor kan het DNA in cellen uit wangslimvlies worden vergeleken met DNA dat is verkregen uit andere lichaamscellen, bijvoorbeeld uit bloed, speeksel, sperma, haar, spier, bot of tanden of kiezen. Dat is praktisch, want wangslimvlies is eenvoudig af te nemen en om die reden het gebruikelijke referentiemateriaal voor vergelijkend DNA-onderzoek.

DNA erft over van ouders op kind. Hierdoor hebben het DNA van ouders en dat van hun kinderen veel onderlinge overeenkomsten. Autosomaal DNA, Y-chromosomaal DNA en mitochondriaal DNA erven op verschillende wijzen over van ouders op kinderen. Het kind erft zijn autosomale DNA van beide ouders. De helft van het autosomale DNA van de vader en andere helft van de moeder. Een zoon heeft het Y-chromosomale DNA uitsluitend van zijn vader gekregen. Een kind erft het mitochondriale DNA uitsluitend van de moeder. Zowel van autosomaal DNA, Y-chromosomaal DNA als mitochondriaal DNA kunnen DNA-kenmerken worden vastgesteld. Deze DNA-kenmerken worden weergegeven in DNA-profielen.

* Drs. Lex Meulenbroek is deskundige op het gebied van forensisch onderzoek van humane biologische sporen en DNA en is werkzaam bij het Nederlands Forensisch Instituut (NFI). Mr. Diederik Aben is advocaat-generaal bij de Hoge Raad der Nederlanden. De auteurs bedanken prof. dr. Ate Kloosterman, dr. Arnoud Kal, drs. Charissa van Kooten, dr. Carla van Dongen, ing. Patrick Dieltjes, dr. ir. Kees van der Beek, Laurens Grol, BASc., prof. dr. Ton Broeders en Fabienne Cardile voor hun waardevolle informatie en commentaar op een concept van dit artikel.

1. Met ingang van 1 april 2012 zijn de artikelen 151 da en 195g Sv ingevoerd bij de Wet van 24 november 2011 tot wijziging van het Wetboek van Strafvordering en de Wet DNA-onderzoek bij veroordeelden in verband met de introductie van DNA-verwantschapsonderzoek en DNA-onderzoek naar uiterlijk waarneembare persoonskenmerken van het onbekende slachtoffer en de regeling van enige andere onderwerpen, *Stb.* 2011, 555.
2. Naar aanleiding van de inwerkingtreding van de DNA-wetgeving inzake DNA-verwantschapsonderzoek verscheen in *Expertise en Recht* het volgende overzichtsartikel: A.J. Meulenbroek, K. Slooten, D.J.C. Aben, C. van Kooten & A.J. Kal, 'DNA-verwantschapsonderzoek in de strafrechtpraktijk', *Expertise en Recht* 2012, afl. 2, p. 55-82. Zie ook A.P.A. Broeders, "What's in a name ...?" – DNA-verwantschapsonderzoek in de zaak-Vaatstra en andere zaken', *Expertise en Recht* 2013, afl. 1, p. 9-15.
3. DNA is de afkorting van *deoxyribonucleic acid*, in het Nederlands 'desoxyribonucleïnezuur'.
4. Strikt genomen: elke kernhoudende cel.
5. Het DNA in de celkern is verpakt in 22 paar 'autosomale' chromosomen. Daarnaast beschikken zowel mannen als vrouwen in de celkern nog over geslachtschromosomen, die met een 'X' of een 'Y' worden aangeduid. Mannen beschikken over één X-chromosoom en één Y-chromosoom. Vrouwen hebben twee X-chromosomen en geen Y-chromosoom.

Forensisch DNA-onderzoek maakt gebruik van zowel autosomale DNA-profielen, Y-chromosomale DNA-profielen als mitochondriale DNA-profielen.⁶

Vergelijkend DNA-onderzoek

Naar de kenmerken in zo'n DNA-profiel kan forensisch onderzoek worden gedaan om – uiteindelijk – te achterhalen van wie het biologisch sporenmateriaal afkomstig is. Forensisch vergelijkend DNA-onderzoek volgt een vast stramien:

1. Door DNA-analyse wordt een DNA-profiel bepaald van een biologisch spoor, of van lichaamsmateriaal van een onbekende dode.
2. Dit DNA-profiel wordt vergeleken met hetzelfde type DNA-profiel van biologisch vergelijkingsmateriaal waarvan de herkomst (doorgaans) bekend is, bijvoorbeeld het DNA-profiel van referentiemateriaal van het slachtoffer of van de verdachte. Hierbij onderzoekt de deskundige de overeenkomsten en/of de verschillen tussen de kenmerken van de DNA-profielen die met elkaar worden vergeleken.
3. Daarna volgt een interpretatie van de resultaten van deze vergelijking. De deskundige rapporteert over het al dan niet bestaan van een relatie van het sporenmateriaal met het vergelijkingsmateriaal. Cruciaal voor die interpretatie zijn de verschillende patronen waarmee het autosomale DNA, het Y-chromosomale DNA, respectievelijk het mitochondriale DNA overerft van de biologische ouders op hun kinderen.⁷

Forensisch DNA-onderzoek is doorgaans gericht op het achterhalen van degene van wie het biologische spoor afkomstig is, hetzij *direct*, waarbij het opsporen van een identiek autosomaal DNA-profiel (een match) wordt beoogd, hetzij *indirect* via DNA-verwantschapsonderzoek. Het onderzoek kan plaatsvinden op *kleine schaal*, waarbij een DNA-profiel van een spoor of onbekende dode een-op-een wordt vergeleken met een profiel van biologisch vergelijkingsmateriaal, dan wel op *grote schaal*, waarbij een DNA-profiel van een spoor of onbekende dode systematisch wordt vergeleken met meer vergelijkingsprofielen, zoals bij een zoekactie in een DNA-databank en bij DNA-bevolkingsonderzoek. In dit overzichtsartikel staat het grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek centraal.

Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek

Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek is het zoeken naar biologische verwanten van een onbekende persoon in een grote groep van geselecteerde personen. Die on-

bekende persoon kan degene zijn van wie een delictgerelateerd spoor ('daderspoor') afkomstig is, of een onbekende dode van wie de identiteit moet worden achterhaald. Grootschalig verwantschapsonderzoek vindt plaats door in een DNA-databank of binnen een grote groep hiervoor benaderde personen te zoeken naar DNA-profielen die veel en/of bijzondere overeenkomsten hebben met het DNA-profiel van de onbekende persoon. De aanwezigheid van veel en/of bijzondere overeenkomsten wijst op een mogelijke verwantschap. Hoe DNA-verwantschapsonderzoek wordt ingezet en in welke volgorde de verschillende onderzoeken plaatsvinden hangt af van het geval.

Daderspoor

Als het doel van het DNA-verwantschapsonderzoek is te achterhalen van wie een daderspoor afkomstig is, wordt eerst in de Nederlandse DNA-databank voor strafzaken⁸ gezocht naar verwanten van de onbekende persoon. Levert dat geen doorbraak op, dan kan grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek onder de bevolking worden overwogen. Hierbij wordt een geselecteerde groep personen gevraagd vrijwillig DNA af te staan.

Onbekende dode

Als het onderzoek is gericht op de identificatie van een onbekende dode, wordt standaard zijn of haar DNA-profiel opgenomen in de Nederlandse DNA-databank vermiste personen^{9, 10} en in de internationale DNA-databank van Interpol voor vergelijking met de daarin aanwezige profielen. Daarnaast wordt het DNA-profiel eenmaal vergeleken in de DNA-databank voor strafzaken, om te onderzoeken of de onbekende persoon eerder hierin is opgenomen. In dat geval zal zijn profiel een rechtstreekse match geven met het profiel van een in de DNA-databank opgenomen veroordeelde of verdachte. Is er een vermoeden van een misdrijf, dan kan de officier van justitie opdracht geven het DNA-profiel van de onbekende dode permanent te laten opnemen. In dat geval wordt het DNA-profiel van de onbekende persoon continu vergeleken met de profielen in de gehele DNA-databank voor strafzaken (inclusief de profielen van sporen) en ook met die in de DNA-databanken van 23 Europese landen.¹¹ Wanneer er een vermoeden is over de identiteit van de onbekende dode, wordt het DNA-verwantschapsonderzoek uitsluitend uitgevoerd met de familieleden van die persoon. Wanneer de onbekende dode deel uitmaakt van een grote groep te identificeren personen, zoals bij de ramp met de MH17, wordt het DNA-profiel

6. Voor uitgebreide informatie over forensisch DNA-onderzoek zie onder meer de volgende publicaties: A.J. Meulenbroek, *De Essenties van forensisch biologisch onderzoek. Humane biologische sporen en DNA*, Zutphen: Uitgeverij Paris 2009; A.J. Meulenbroek, 'Leidraad en praktische handvatten voor de jurist bij het doorgronden van conclusies forensisch DNA-onderzoek', *Expertise en Recht* 2011, afl. 3, p. 73-90; A.J. Meulenbroek, 'De waarde van DNA-bewijs', *Expertise en Recht* 2014, afl. 6, p. 193-196; B. Kokshoorn e.a. 'Bewijskracht van onderzoek naar biologische sporen en DNA' (deel 1, 2 en 3), *Expertise en Recht* 2014, afl. 6, p. 197-219; L. Meulenbroek & P. Poley, *Kroongetuige DNA. Onzichtbaar spoor in spraakmakende zaken*, Amsterdam: De Bezige Bij 2014.

7. Zie voor meer informatie over de grondslagen van forensisch vergelijkend onderzoek en verwijzingen naar literatuur: D.J.C. Aben, 'Het geluid van stille getuigen. Over de toepassing van forensisch bewijs in de Nederlandse strafrechtspleging', in: D. Aben & S. Van Overbeke, *Forensisch bewijs in het Nederlandse en Belgische strafrecht* (Preadvies voor de jaarvergadering van de NVVS 2018), Oisterwijk: Wolf Legal Publishers 2018, p. 83-88.

8. Hierna in de tekst afgekort als 'DNA-databank voor strafzaken', of 'DNA-databank'. Zie verder artikel 14 lid 1 van het Besluit DNA-onderzoek in strafzaken, *Stb.* 2001, 400 (nadien meermalen gewijzigd).

9. Hierna in de tekst afgekort als 'DNA-databank vermiste personen'.

10. Sinds 2010 is het regel om van onbekende doden, voordat zij worden begraven, DNA af te nemen, zodat hun DNA-profiel kan worden opgenomen in de DNA-databank vermiste personen.

11. Op 1 juli 2017 trad een wijziging van het Besluit DNA-onderzoek in strafzaken in werking waardoor ook DNA-profielen van overleden slachtoffers en van personen van wie vermoed wordt dat zij vermist zijn als gevolg van misdrijven waarvoor voorlopige hechtenis is toegelaten, mogen worden vergeleken met de DNA-profielen in DNA-databanken van andere Europese landen waarmee een uitwisselingsverdrag is ('Prüm-landen'). Zie *Stb.* 2017, 263, en de toelichting op p. 14 en 34.

Kleinschalig DNA-verwantschapsonderzoek

Actief DNA-verwantschapsonderzoek, dat wil zeggen: het bewust en gericht zoeken naar biologische verwantschap, kan ook binnen een strafzaak op kleine schaal worden uitgevoerd. Het onderzoek richt zich dan op een klein aantal personen. In grote lijnen gaat om de volgende situaties:

Vermoedelijke dader of ouder in beeld

Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het achterhalen van de dader van een verkrachting met zwangerschap als gevolg (via bijvoorbeeld abortusmateriaal), of van de ouders van een dood aangetroffen baby of een vondeling. Ook wanneer sprake kan zijn van mensensmokkel kan DNA-verwantschapsonderzoek worden ingezet. Aan de hand van het DNA-profiel van de foetus, het babylijkje of de vondeling is informatie te verkrijgen over het DNA-profiel van de dader van de verkrachting, respectievelijk de DNA-profielen van de ouders van de baby of vondeling. Het DNA-verwantschapsonderzoek wordt dan uitgevoerd met de DNA-profielen van personen die als respectievelijk verdachte of mogelijke ouder in beeld komen.

Persoon die onbereikbaar is of weigert mee te werken aan een DNA-onderzoek

Wanneer iemand bijvoorbeeld verdachte is van een ernstig delict, maar overleden (en begraven of gecremeerd) of onvindbaar is, kan aan de hand van diens verwanten worden onderzocht of het op de plaats delict aangetroffen spoor afkomstig kan zijn van die persoon. Dergelijk DNA-verwantschapsonderzoek is ook een optie wanneer een persoon weigert mee te werken aan een grootschalig DNA-onderzoek of is gevlucht. Via de DNA-profielen van zijn familieleden kan worden onderzocht of het spoor afkomstig kan zijn van de overleden, onvindbare, gevluchte of niet-meewerkende persoon, of dat deze persoon juist kan worden uitgesloten als degene van wie het spoor afkomstig is. De medewerking van familieleden aan het DNA-verwantschapsonderzoek is vrijwillig.

In beeld, maar geen verdachte

Het kan zijn dat iemand tijdens het politieonderzoek in beeld komt, maar er onvoldoende bewijs is om hem daadwerkelijk als verdachte aan te merken. Soms kan DNA-verwantschapsonderzoek meer duidelijkheid brengen. Dit was het geval met Melvin R. in de cold case van de dubbele moord op Henk Opentij en Mary Run. Verwantschapsonderzoek met Melvins halfzus, van wie het DNA-profiel was opgenomen in de DNA-databank voor strafzaken, gaf zeer sterke aanwijzingen dat het spoor op de plaats delict van hem afkomstig was. Dit onderzoek heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het oplossen van deze zaak. Melvin bekende en werd veroordeeld. Na vijftien jaar was de zaak eindelijk opgelost.¹²

van de onbekende dode vergeleken met de DNA-profielen van nabestaanden van de slachtoffers.

Forensische DNA-profielen

DNA-verwantschapsonderzoek maakt gebruik van DNA-profielen. Onder het algemene begrip 'DNA-profiel' vallen verschillende typen 'forensische DNA-profielen'. Daarbij gaat het doorgaans om autosomale DNA-profielen, Y-chromosomale DNA-profielen en mitochondriale DNA-profielen. Afhankelijk van de situatie kunnen de verschillende typen DNA-profielen, al dan niet in combinatie, worden gebruikt.

Het autosomale DNA-profiel

Van het autosomale DNA kan een DNA-profiel worden vastgesteld. Een autosomaal DNA-profiel omschrijft de DNA-kenmerken van speciaal hiervoor geselecteerde plaatsen, verspreid gelegen op het autosomale DNA. De DNA-kenmerken geven de lengtes weer van deze plaatsen, uitgedrukt in getallen. De DNA-kenmerken worden vastgesteld met de STR (*short tandem repeat*)-technologie. Het DNA van deze geselecteerde plaatsen bevat geen genetische informatie over fysieke eigenschappen,¹³ en varieert juist daardoor sterk van persoon tot persoon.

Die plaatsen heten dan ook de hypervariabele plaatsen op het DNA. De huidige autosomale DNA-profielen bevatten de kenmerken van 23 plaatsen, weergegeven als een getallenreeks. Omdat elke plaats twee DNA-kenmerken heeft, één overgeërfd van de vader, en één overgeërfd van de moeder, is het autosomale DNA-profiel tegenwoordig een reeks van 46 getallen. Deze getallenreeks is genoeg altijd specifiek voor één persoon. De kans dat twee willekeurige, niet-verwante personen bij toeval over hetzelfde autosomale DNA-profiel beschikken is bij een reeks van 46 getallen namelijk astronomisch klein. Alleen eeniige meerlingen hebben hetzelfde autosomale DNA-profiel en dus een profiel met dezelfde getallenreeks. Naast de DNA-kenmerken van de hypervariabele plaatsen geeft het autosomale DNA-profiel ook aan of het een man of een vrouw betreft.

Het zijn deze autosomale DNA-profielen die standaard worden gebruikt bij DNA-onderzoek in strafzaken (het 'klassieke' DNA-onderzoek). Bij dit onderzoek gaat het erom de persoon te vinden van wie het autosomale DNA-profiel gelijk is aan dat van het spoor, dat wil zeggen: een match. Daarnaast zijn autosomale DNA-profielen zeer geschikt om genetische eerstegraads verwantschap te achterhalen. Bij DNA-verwantschapsonderzoek wordt

12. L. Meulenbroek & P. Poley, *Kroongetuige DNA. Onzichtbaar spoor in spraakmakende zaken*, Amsterdam: De Bezige Bij 2014, hoofdstuk 24: 'De moord op Henk Opentij en Mary Run (1997)', p. 478-489.

13. Het betreft 'niet-coderend DNA'. In tegenstelling tot 'coderend DNA' bevat niet-coderend DNA geen genetische informatie die wordt gebruikt voor de opbouw en samenstelling van het lichaam, doordat de onderzochte kenmerken geen rol spelen bij de aanmaak van eiwitten.

Verwantschap ouder-kind en broers-zussen

Ieder kind krijgt de helft van zijn autosomale DNA van zijn moeder en de andere helft van zijn vader. Elke plaats op het autosomale DNA heeft dus twee kenmerken: een DNA-kenmerk dat afkomstig is van de biologische vader en een DNA-kenmerk dat afkomstig is van de biologische moeder. Dit overervingspatroon geldt dus ook voor de getallen van het autosomale DNA-profiel. Van dit gegeven maakt de DNA-deskundige gebruik bij onderzoek naar ouder-kind-verwantschap. Het autosomale DNA van broers en zussen kan alleen DNA-kenmerken bevatten die ten minste één van hun ouders ook bezitten.¹⁴ Daardoor hebben broers en zussen doorgaans veel meer DNA-kenmerken met elkaar gemeen dan niet-verwante personen. Van dit gegeven maakt de DNA-deskundige gebruik om personen te vinden die broer of zus van elkaar zouden kunnen zijn. Op grond van het hierboven geschetste overervingspatroon zouden broers en zussen gemiddeld de helft van hun DNA-kenmerken met elkaar gemeen moeten hebben. Het totaal aantal gelijke DNA-kenmerken bij broers en zussen is in werkelijkheid echter gemiddeld hoger dan de helft, namelijk ongeveer twee derde. Dit wordt veroorzaakt doordat vader en/of moeder voor een bepaalde plaats op het DNA twee keer hetzelfde DNA-kenmerk kan bezitten, en de moeder bovendien op een aantal plaatsen toevallig dezelfde DNA-kenmerken kan hebben als de vader. Bij twee niet-verwante personen komt gemiddeld een derde van de vastgestelde DNA-kenmerken overeen. Hoewel het aantal overeenkomende DNA-kenmerken voor broers en zussen veelal ongeveer twee derde zal zijn, komt het ook voor dat bij broers en zussen veel meer DNA-kenmerken of minder DNA-kenmerken overeenkomen. In het eerste geval gaven de ouders van de twee kenmerken per plaats toevallig meer dan gemiddeld hetzelfde kenmerk door aan deze twee kinderen. In het tweede geval gaven zij toevallig meer dan gemiddeld twee verschillende kenmerken door aan deze twee kinderen. Hoe meer plaatsen op het autosomale DNA bij het onderzoek worden betrokken, hoe beter broers-zussen-verwantschap kan worden aangetoond. Omdat de DNA-profielen steeds uitgebreider worden, inmiddels 23 plaatsen op het autosomale DNA, is eerstegraads verwantschap steeds nauwkeuriger aan te tonen.

onder 'eerstegraads verwantschap' verstaan zowel ouder-kind-verwantschap als een broers-zussen-verwantschap.¹⁵

Het Y-chromosomale DNA-profiel

Van het Y-chromosomale DNA kan een DNA-profiel worden vastgesteld. Een Y-chromosomaal DNA-profiel geeft de DNA-kenmerken weer van speciaal hiervoor geselecteerde plaatsen die verspreid zijn gelegen op het Y-chromosoom dat een zoon van zijn vader heeft geërfd. De DNA-kenmerken geven de lengtes weer van deze plaatsen. De lengte van het DNA op deze plaatsen varieert tussen mannen. Deze plaatsen bevatten geen genetische informatie over fysieke eigenschappen van het individu.¹⁶ Bij mannen in dezelfde mannelijke lijn (vader op zoon) zijn deze lengtes door het hiervoor geschetste overervingspatroon identiek.¹⁷ De DNA-kenmerken worden vastgesteld met de STR (*short tandem repeat*)-technologie. Doorgaans gaat het om de kenmerken van 23 plaatsen, weergegeven als een getallenreeks. Omdat elke

plaats slechts één DNA-kenmerk heeft dat is overgeërfd van de vader, bestaat het Y-chromosomale DNA-profiel uit een reeks van 23 getallen. Y-chromosomale DNA-profielen zijn zeer geschikt om (verre) verwantschap in de mannelijke lijn te achterhalen. Dit kan tot zeer veel generaties terug in de tijd (voorvaders in de mannelijke lijn), alsmede in elke mannelijke lijn daarvandaan weer terug naar het heden (tot verre achterneven). Behalve voor verwantschapsonderzoek kan Y-chromosomaal DNA-onderzoek worden uitgevoerd als aanvulling op het standaard autosomale DNA-onderzoek in strafzaken. Dit is bijvoorbeeld het geval in zedenzaken wanneer er meer informatie nodig is over het DNA van de man in een mengspoor. Ingeval het spoor veel DNA van het vrouwelijk slachtoffer bevat, kan dit het onderzoek naar het DNA-profiel van de mannelijke dader (ver)hinderen. Daarnaast kan Y-chromosomaal onderzoek informatie geven over het aantal mannen van wie DNA in een mengspoor aanwezig is.

Verwantschap mannelijke lijn

Y-chromosomaal DNA erft normaliter ongewijzigd over van vader op zoon, net zoals in Nederland en andere Westerse landen de achternaam. Door deze wijze van overerving hebben alle mannen in dezelfde mannelijke lijn doorgaans een identiek Y-chromosomaal DNA-profiel, ook als er vele generaties tussen liggen. Een man heeft dus hetzelfde Y-chromosomale DNA-profiel als zijn overgrootvader, betovergrootvader etc. (in de mannelijke lijn). Als de Y-chromosomale DNA-profielen van twee mannen overeenkomen, is dit een sterke aanwijzing voor verwantschap tussen deze mannen. Het kan een eerste- of tweedegraads verwantschap betreffen, maar ook een veel verder gelegen verwantschap. Dat kan zelfs teruggaan tot ver vóór de introductie van de verplichte registratie van de achternaam in 1811, waardoor twee (ver) verwante mannen mogelijk zelfs een verschillende achternaam hebben. Wanneer de Y-chromosomale DNA-profielen van twee mannen niet identiek zijn, is er tussen deze mannen geen verwantschap in de mannelijke lijn.

14. Mutaties uitgezonderd.

15. Deze terminologie wijkt dus af van die van het Burgerlijk Wetboek (zie artikel 1:3 lid 1 BW).

16. Zie voetnoot 13.

17. Mutaties uitgezonderd.

Verwantschap moederlijke lijn

Mitochondriaal DNA erft in principe onveranderd over van moeder op kind.¹⁸ Het mitochondriale DNA van zowel zoons als dochters is daarmee in de regel identiek aan dat van hun biologische moeder. Alle kinderen in dezelfde moederlijke lijn, ook met generaties ertussen, hebben daardoor hetzelfde mitochondriale DNA-profiel. Zo hebben een grootmoeder, haar kinderen en de kinderen van haar dochters allemaal hetzelfde mitochondriale DNA. Wanneer de mitochondriale DNA-profielen van twee personen niet gelijk zijn, is een verwantschap in de moederlijke lijn tussen deze personen uitgesloten.

Het mitochondriale DNA-profiel

Van het mitochondriale DNA kan een DNA-profiel worden vastgesteld. Een mitochondriaal DNA-profiel geeft de DNA-bouwstenenvolgorde weer van een speciaal hiervoor geselecteerd, aaneengesloten gebied op het mitochondriale DNA, de zogenoemde *Control Region*. Met de zogenoemde DNA-sequencing-technologie wordt de volgorde (sequentie) van die bouwstenen vastgesteld. De bouwstenen worden met letters (A, T, C en G) weergegeven. Het mitochondriale DNA-profiel is daardoor een reeks van ruim 1100 letters. In tegenstelling tot het autosomale en Y-chromosomale DNA-profiel gaat het hier dus niet om (in getallen uitgedrukte) lengtes van verschillende plaatsen. Het mitochondriale DNA-profiel bevat geen genetische informatie over fysieke eigenschappen van het individu. Vanwege de ongewijzigde overerving van moeder op kind, zijn mitochondriale DNA-profielen zeer geschikt om (verre) verwantschap in de moederlijke lijn te achterhalen. Dit kan tot zeer veel generaties over de moederlijke lijn terug in de tijd (moeders van moeders) en tot nu levende verre achterneven en achternichten die over een moederlijke lijn verwant zijn. Behalve voor verwantschapsonderzoek kan mitochondriaal DNA-onderzoek worden uitgevoerd als aanvulling op het standaard autosomale DNA-onderzoek in strafzaken. Dit is met name het geval bij DNA-onderzoek van oud botmateriaal en haren. Hierin blijft mitochondriaal DNA relatief goed bewaard doordat een lichaamscel vele kopieën van dit DNA bevat en doordat de ringvormige structuur ervan het DNA extra stabiliteit geeft.

Getallen- en letterreeksen

De autosomale, Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen zeggen op zichzelf niets over iemands gesteldheid, kans op ziekten, erfelijke aandoeningen of afwijkende gedragskenmerken.¹⁹ Wel kan uit de Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen informatie worden afgeleid over de geografische herkomst van de betreffende persoon, dat wil zeggen: het gebied in de wereld waar de voorouders van de betreffende persoon van oorsprong vandaan komen. Tussen de bevolkingsgroepen wereldwijd zijn er in de loop der tijd verschillen ontstaan tus-

sen de Y-chromosomen. Dit geldt ook voor het mitochondriale DNA. Daardoor komen specifieke Y-chromosomale DNA-kenmerken en mitochondriale DNA-kenmerken niet overal in de wereld even vaak voor. Zo kunnen specifieke (combinaties van) DNA-kenmerken typerend zijn voor een bepaalde geografische regio.

De profielen zijn getallen- en letterreeksen en (daardoor) geschikt voor vergelijkend onderzoek. Een autosomaal DNA-profiel kan alleen worden vergeleken met andere autosomale DNA-profielen. Hetzelfde geldt voor Y-chromosomale DNA-profielen, respectievelijk mitochondriale DNA-profielen. Ze kunnen buiten de eigen profieltype-groep niet onderling met elkaar worden vergeleken. Wel kunnen deze profielen gecombineerd worden beschouwd, om zodoende meer informatie te verkrijgen over de herkomst van het spoor of over de identiteit van de onbekende dode. In de regel wordt bij het reguliere DNA-onderzoek in strafzaken eerst autosomaal DNA-onderzoek ingezet, en daarna indien noodzakelijk Y-chromosomaal en/of mitochondriaal DNA-onderzoek.²⁰

DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank vindt plaats met de hierin opgenomen autosomale en Y-chromosomale DNA-profielen. Bij mogelijke verwantschap wordt aanvullend autosomaal, Y-chromosomaal en/of mitochondriaal DNA-onderzoek ingezet. Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek onder de bevolking begint doorgaans met Y-chromosomaal DNA-onderzoek, waarna bij mogelijke verwantschap autosomaal en eventueel mitochondriaal DNA-onderzoek wordt uitgevoerd.

De DNA-databank voor strafzaken

In de wettelijke regeling van de DNA-databank voor strafzaken, te weten het Besluit DNA-onderzoek in strafzaken, is vastgelegd welke informatie in deze databank wordt opgenomen.²¹ Dit zijn volgens de huidige regelgeving (kort gezegd) DNA-profielen van sporen en van veroordeelden en verdachten van misdrijven waarvoor voorlopige hechtenis is toegestaan. Dit betreft misdrijven waarop een maximale gevangenisstraf is gesteld van vier jaar of meer, aangevuld met enkele – afzonderlijk aangewezen – misdrijven die een lagere strafbedreiging kennen dan vier jaar. Daarnaast worden de DNA-profielen van dodelijke slachtoffers van niet-

18. Spermacellen bevatten relatief weinig mitochondriën, omdat deze cellen slechts korte tijd energie nodig hebben, namelijk alleen wanneer zij de eikel moeten zien te bereiken om deze te bevruchten. De staart van de spermacel fungeert hierbij als motor en om die reden bevindt het relatief kleine aantal mitochondriën zich alleen in de staart. De spermacel die het eerst de wand van de eikel bereikt zal met de eikel versmelten. Hierbij dringt alleen de kop van de spermacel de eikel binnen en niet de staart. De bevruchting is daarmee een feit. Omdat de kop van de spermacel doorgaans geen mitochondriaal DNA bevat, worden tijdens de bevruchting geen mitochondriën van de spermacel overgedragen op de eikel, en dus ook geen mitochondriaal DNA. Als er al onderdelen van de mitochondriën van de spermacel worden overgedragen, dan ruimt de eikel ze op. Het individu dat uit de bevruchte eikel ontstaat beschikt dus alleen over mitochondriën die van de moeder afkomstig zijn.

19. Zie voetnoot 13.

20. Dit betekent dat het aantal DNA-kenmerken en type(n) DNA-profiel(en) die van een persoon worden vastgesteld en in de DNA-databank worden opgeslagen afhankelijk is van de omvang van het DNA-onderzoek in de desbetreffende zaak. In veel gevallen zal het autosomale DNA-onderzoek voldoende zijn, maar ingeval het onderzoek complex en uitgebreid is, kan dit tot gevolg hebben dat van de verdachte of veroordeelde naast de standaard bepaalde autosomale DNA-kenmerken ook extra autosomale, Y-chromosomale en zelfs mitochondriale DNA-kenmerken worden vastgesteld en opgeslagen.

21. Zie het Besluit DNA-onderzoek in strafzaken, artikel 14.

opgeloste misdrijven opgenomen, en DNA-profielen van vermiste personen van wie wordt vermoed dat zij vermist zijn als gevolg van een misdrijf waarvoor voorlopige hechtenis is toegestaan. DNA-profielen van verdachten moeten uit de databank worden verwijderd zodra zij zijn vrijgesproken of hun zaak is geseponeerd, tenzij er nog matches zijn in andere, niet-afgedane zaken. Het Besluit DNA-onderzoek in strafzaken biedt niet de mogelijkheid om DNA-profielen van levende slachtoffers, getuigen of andere betrokkenen in de DNA-databank op te nemen.

De DNA-databank voor strafzaken bevat momenteel meer dan 300.000 autosomale DNA-profielen van personen.²² Ongeveer 13% betreft vrouwen. Jaarlijks worden ongeveer 25.000 personen opgenomen. Ook worden DNA-profielen van personen uit de databank verwijderd (door ze te vernietigen).²³ Dit is vereist wanneer een verdachte wordt vrijgesproken, dan wel de zaak is geseponeerd, of wanneer de wettelijke bewaartermijn voor het profiel van de veroordeelde is verstreken. De DNA-databank bevat ongeveer 75.000 sporen. De effectiviteit van de DNA-databank voor strafzaken is groot: 59% van de sporen die worden opgenomen matcht direct of op een later moment met het profiel van een persoon. Ongeveer 10% van de opgenomen personen matcht direct of op een later moment met het profiel van een spoor.²⁴ Nieuw opgenomen autosomale DNA-profielen worden door de computer vergeleken met alle aanwezige autosomale DNA-profielen. Indien ze voldoen aan de criteria worden de opgenomen autosomale DNA-profielen van sporen en personen ook vergeleken met die in, op dit moment, 23 Europese DNA-databanken.²⁵

Naast autosomale DNA-profielen bevat de DNA-databank voor strafzaken Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen. Dit betreft een veel kleiner aantal dan dat van autosomale DNA-profielen. Op dit moment bevat de DNA-databank van ruim 8.000 mannen naast het autosomale DNA-profiel, ook het Y-chromosomale DNA-profiel. Van nog geen tweehonderd personen zijn de mitochondriale DNA-profielen opgenomen. Deze profielen zijn verkregen in het kader van aanvullend DNA-onderzoek of in het kader van verwantschapsonderzoek. Sinds de ingebruikname van het nieuwe DNA-analysesysteem halverwege 2018 worden standaard niet alleen van 23 autosomale plaatsen op het DNA de DNA-kenmerken bepaald, maar tegelijkertijd ook de DNA-kenmerken van drie plaatsen op het Y-chromosomale DNA.²⁶ Hierdoor neemt het aantal in de DNA-databank opgenomen profielen van personen

en sporen met drie Y-chromosomale DNA-kenmerken in hoog tempo toe.²⁷ Inmiddels zijn dat er al ruim 13.000. In tegenstelling tot de autosomale DNA-profielen, worden de Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen niet standaard gebruikt bij zoekacties in de DNA-databank. Alleen wanneer er een opdracht is voor DNA-verwantschapsonderzoek worden deze Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen bij het vergelijkend DNA-onderzoek betrokken.

DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank

Bij het DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank wordt gezocht naar autosomale DNA-profielen die een aanwijzing geven voor een mogelijke verwantschap met degene van wie het spoor afkomstig is, of met een onbekende dode.²⁸ Gezocht wordt niet alleen, zoals bij het standaard DNA-onderzoek, naar een identiek autosomaal DNA-profiel (een match), maar ook naar profielen die veel of bijzondere overeenkomsten hebben met dat van de onbekende persoon. Met specialistische software worden de autosomale DNA-profielen met elkaar vergeleken. Statistische rekenprogramma's stellen de aanwijzing op verwantschap vast. De software zoekt gericht naar mogelijke ouder-kind-verwantschap en naar mogelijke broers-zussen-verwantschap. Het resultaat daarvan is een selectielijst van mannen en vrouwen in de DNA-databank die overeenkomsten in hun DNA-profiel hebben met het profiel van de onbekende persoon. Deze overeenkomsten zijn er doordat er sprake is van verwantschap, maar kunnen ook toevallig zijn. De selectielijst kan vele tientallen personen bevatten.

Van de personen op de selectielijst worden uitgebreidere autosomale DNA-profielen gemaakt, die opnieuw met het profiel van de onbekende persoon worden vergeleken. Doordat meer autosomale DNA-kenmerken voor vergelijking beschikbaar zijn, mag worden verwacht dat eerdere kandidaten waarvan de overeenkomsten in het DNA-profiel op toeval berustten, op de lijst afvallen. Tevens wordt van de mannen op deze lijst een Y-chromosomaal DNA-profiel bepaald en van de vrouwen een mitochondriaal DNA-profiel.²⁹ Personen met een Y-chromosomaal, respectievelijk mitochondriaal DNA-profiel dat afwijkt van dat van de onbekende persoon vallen af. Daarna resteren eventueel een of meer personen. Dit betreft de potentiële verwanten die in het tactisch opsporingsonderzoek van de politie kunnen worden betrokken. Het kan ook zijn dat alle kandidaten uiteindelijk afvallen en er geen potentiële verwanten overblijven.³⁰

DNA-verwantschapsonderzoek in de databank is inmid-

22. Zie NFI, 'Groeit aantal matches laatste 12 maanden', dnadatabank.forensischinstituut.nl.

23. Naast het DNA-profiel wordt ook het bijbehorende celmateriaal en DNA-materiaal (DNA-extract) vernietigd.

24. Met 'personen' wordt bedoeld op (de DNA-profielen van) personen van wie de identiteit bekend is. Met 'sporen' wordt bedoeld op (de DNA-profielen van) onbekende personen van wie celmateriaal in de sporen aanwezig is.

25. De effectiviteit van de uitwisseling van DNA-profielen tussen Nederland en andere Europese landen is beschreven in A.P.A. Broeders & M.D. Taverne, 'Grensgaevallen – over de effectiviteit van de uitwisseling van DNA-profielen tussen Nederland en andere Europese landen', *Expertise en Recht* 2016, afl. 5, p. 214-220.

26. Het betreft het DNA-analysesysteem PowerPlex Fusion 6C System van de firma Promega.

27. Hoewel drie Y-chromosomale DNA-kenmerken voldoende zijn om specifieke mannen uit te sluiten, is dit aantal onvoldoende onderscheidend om mogelijke verwantschap aan te tonen.

28. DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank kan ook worden verricht met de hierin opgenomen Y-chromosomale DNA-profielen. Doordat van slechts een relatief klein aantal mannen het Y-chromosomale DNA-profiel is opgenomen, is deze mogelijkheid op dit moment nog zeer beperkt.

29. Dit is ook afhankelijk van het type spoor van de onbekende persoon. Is het spoor afkomstig van een vrouw, dan is Y-chromosomaal DNA-onderzoek niet aan de orde; betreft het een spermaspoor dan is geen mitochondriaal DNA-onderzoek mogelijk, omdat tijdens het DNA-isolatieproces de staarten van de spermacellen (met daarin het mitochondriale DNA) verloren gaan (zie ook voetnoot 18).

30. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de procedure zie: A.J. Meulenbroek, K. Slooten, D.J.C. Aben, C. van Kooten & A.J. Kal, 'DNA-verwantschapsonderzoek in de strafrechtpraktijk', *Expertise en Recht* 2012, afl. 2, p. 55-82.

dels in eenenveertig zaken uitgevoerd en leidde in acht zaken tot het vinden van een verwant van de onbekende persoon. In zes gevallen resulteerde dat tot de identificatie van de onbekende persoon, in twee gevallen is het resultaat de auteurs niet bekend.³¹ Dat betekent dat in ongeveer 20% van de gevallen een verwant van de onbekende persoon wordt gevonden. De bekendste voorbeelden daarvan zijn de Utrechtse serieaanrander (niet te verwarren met de Utrechtse serieverkrachter) en de cold cases van de Kralingse Bosmoorden en de Rotterdamse prostitutie moorden.

Beperkingen

Wanneer (het profiel van) een ouder of een kind van de onbekende persoon aanwezig is in de DNA-databank, komt dit vrijwel altijd aan het licht. Dat is echter niet het geval voor broers en zussen van de onbekende persoon. In de huidige samenstelling van de DNA-databank zal, wanneer er een broer of zus in de databank aanwezig is, deze in grofweg 70% van de zoekacties worden gevonden. De mogelijkheid bestaat namelijk dat broers en zussen bij toeval veel minder dan het voor broers en/of zussen gemiddelde aantal DNA-kenmerken (twee derde) met elkaar gemeen hebben. Anderzijds, ook al zijn autosomale DNA-profielen met name geschikt voor het vinden van eerstegraads verwanten, soms kunnen er aanwijzingen zijn voor een verwantschap van een hogere graad. Dan gaat het bijvoorbeeld om grootouder en kleinkind, halfbroers, of om een oom en zijn neef.

Grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek onder de bevolking

Wanneer DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank niet leidt tot de bekendwording van een verwant van de onbekende persoon van wie het delictgerelateerde spoor afkomstig is, kan worden overwogen grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek onder de bevolking uit te voeren.³² Hiervoor wordt op grond van alle beschikbare informatie een groep van personen geselecteerd aan wie wordt gevraagd om op vrijwillige basis mee te werken aan DNA-verwantschapsonderzoek. Dat zijn bijvoorbeeld mannen (in een bepaalde leeftijdscategorie) die ten tijde van het delict woonden in de buurt van de plaats delict of in de woonplaats van het slachtoffer. Wanneer het vermoeden bestaat dat de dader van een fiets gebruik heeft gemaakt, kan bijvoorbeeld worden besloten om alle mannen in een bepaalde leeftijdscategorie te benaderen die ten tijde van het misdrijf binnen een straal van vijf kilometer van de plaats van het delict woonden. In de drie tot op heden in Nederland uitgevoerde grootschalige DNA-verwantschapsonderzoeken onder de bevolking werden respectievelijk ruim 7.600 (*Marianne Vaatstra*), 133 (*Milica van Doorn*) en ongeveer 21.500 (*Nicky Verstappen*) mannen opgeroepen om vrijwillig hun DNA af te staan. Bij het selecteren van de groep personen is het van belang dit zo gericht mogelijk te kunnen doen. Zo kon op basis van tactische en foren-

sche informatie het grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek in de zaak *Milica van Doorn* zich beperken tot mannen met voorvaders uit het huidige Turkije (Centraal-Anatolië).

De vrijwilligheid van deelname moet overigens in de praktijk enigszins worden gerelativeerd. Personen die zijn opgeroepen maar niet (willen) meewerken kunnen rekenen op extra belangstelling en een indringende herhaling van het verzoek.³³ Ook hun mannelijke familieleden die in eerste instantie niet waren opgeroepen, kunnen alsnog worden benaderd om langs die weg het Y-chromosomale DNA-profiel van de weigeraar te achterhalen.

In eerste instantie richt het verwantschapsonderzoek zich doorgaans om verschillende redenen op mannen. Allereerst is de dader van een gewelds- of zedendelict vaak een man, hetgeen is af te leiden uit het DNA-profiel van het onderzochte spoor. Voor mannen is bovendien een effectieve en relatief snelle eerste selectie mogelijk met Y-chromosomaal DNA-onderzoek. Heel efficiënt vallen alle mannen af die niet de donor van het spoor kunnen zijn en ook niet in de mannelijke lijn verwant kunnen zijn. De mannen die overblijven hebben zeer wel mogelijk een (verre) verwantschap met de onbekende persoon, zoals ook het geval was in de zaak *Milica van Doorn*.

Beginnen met (standaard) autosomaal DNA-onderzoek heeft als belangrijk nadeel dat het met name geschikt is voor eerstegraads verwanten en dat verwanten van een hogere graad hiermee niet of zeer moeilijk zijn te vinden. Het op basis van autosomale DNA-profielen zoeken naar verwanten van een hogere graad zal ertoe kunnen leiden dat veel personen in beeld komen die uiteindelijk zelfs geen verre verwant blijken te zijn. Een tactisch politieonderzoek naar deze personen wordt daardoor arbeidsintensief en kostbaar.

Het onderzoek zou zich in eerste instantie ook kunnen richten op verwanten in de moederlijke lijn van de dader. Een voorselectie zou voor een grote groep vrouwen moeten plaatsvinden via mitochondriaal DNA-onderzoek. Dit is echter veel arbeidsintensiever en duurder dan het Y-chromosomale DNA-onderzoek.

Om deze redenen richt de onderzoeksstrategie zich eerst op het verkrijgen van de Y-chromosomale DNA-profielen van de daartoe geselecteerde mannen. Een man wiens Y-chromosomale DNA-profiel matcht met het Y-chromosomale DNA-profiel van het delictgerelateerde spoor is vermoedelijk iemand uit de directe, de nabije of verre mannelijke familielijn van de mogelijke dader.

Een Y-chromosomale match op basis van de DNA-kenmerken van 23 plaatsen geeft te beperkte informatie over de graad van verwantschap. Daarvoor is vervolgens autosomaal DNA-onderzoek, aanvullend Y-chromosomaal DNA-onderzoek³⁴ en soms ook mitochondriaal DNA-onderzoek nodig. Op basis daarvan kan eventueel worden vastgesteld of het daadwerkelijk om een direct familielid

31. Dit cijfermateriaal betreft de periode 2012-2018.

32. Voor een bespreking van de wettelijke voorwaarden en beperkingen van dit verwantschapsonderzoek, wordt verwezen naar het artikel 'Juridische aspecten van (grootschalig) DNA-verwantschapsonderzoek' in dezelfde aflevering van dit tijdschrift.

33. De gevolgen van het weigeren van medewerking werden ook besproken in de notitie over grootschalige DNA-onderzoeken die is gevoegd bij de brief van de Minister van Justitie aan de voorzitter van de Tweede Kamer d.d. 25 januari 2011, *Kamerstukken II* 2000/01, 27400 VI, 49, p. 8.

34. Bij het aanvullend Y-chromosomale DNA-onderzoek worden meer plaatsen op het Y-chromosomale DNA onderzocht. Doorgaans wordt het onderzoek dan uitgebreid tot in totaal 42 Y-chromosomale DNA-kenmerken.

van de dader gaat, en of het een ouder-kind-verwantschap of broers betreft. Zo leidde in de zaak *Milica van Doorn* het autosomale DNA-onderzoek dat volgde op het grootschalige Y-chromosomale DNA-onderzoek tot de conclusie dat de dader waarschijnlijk moest worden gezocht onder de broers van de man wiens Y-chromosomale DNA-profiel matchte met dat van de dadersporen op het lichaam van Milica van Doorn. Na zijn aanhouding bleek het autosomale DNA-profiel van de broer volledig te matchen met het autosomale DNA-profiel van de dadersporen.

Stamboomonderzoek

Wanneer met het DNA-verwantschapsonderzoek een (mogelijke) verwant is gevonden begint de volgende stap in de puzzel naar de identiteit van de onbekende persoon. Die vindt plaats door stamboomonderzoek (genealogie). Daarbij wordt gebruikgemaakt van de bevolkingsregistratie van de overheid. De Franse keizer Napoleon Bonaparte introduceerde in 1811 in Nederland de burgerlijke stand. Voor stamboomonderzoek in de periode vóór de invoering van de burgerlijke stand is men vooral aangewezen op de kerkelijke administratie in doop-, trouw- en begraafregisters. Omdat bijna iedereen vroeger tot een kerkgenootschap behoorde, was het overgrote deel van de autochtone bevolking in deze zogenoemde dtb-registers terug te vinden. Gemeentebestanden en kerkboeken zijn daarom belangrijke bronnen voor het stamboomonderzoek. Voor stamboomonderzoek kan een beroep worden gedaan op het Centraal Bureau voor Genealogie (CBG) – Centrum voor familiegeschiedenis – in Den Haag. Dit is het landelijk kennis- en documentatiecentrum voor stamboomonderzoek en verwante wetenschappen. Stamboomonderzoek kan vele generaties terugvoeren tot in de achttiende, zeventiende en zestiende eeuw. Zo leidde het stamboomonderzoek naar aanleiding van de Y-chromosomale match in de zaak *Marianne Vaatstra* naar een verre voorouder van de dader. Deze man was in 1748 herbergier en woonde destijds op nog geen drie kilometer afstand van de plaats waar in 1999, het jaar waarin de moord plaatsvond, de dader woonde.

Bij stamboomonderzoek moet men er altijd op bedacht zijn dat de stamboom die is gemaakt op basis van genealogische gegevens, niet per definitie overeenkomt met een genetische verwantschap. Dit is met name het geval bij een adoptiekind en een (heimelijk) buitenechtelijk kind, vroeger ook wel koekoekskind genoemd. Overigens dient te worden opgemerkt dat niet in alle landen de documentatie van voorouders zo goed geregeld is als in Nederland, en dat er landen zijn met andere systemen dan de overerving van achternamen. Daarmee moet rekening worden gehouden wanneer stamboomonderzoek in het buitenland plaatsvindt.

Wanneer het geen eerstegraads verwantschap betreft, kan het achterhalen van de identiteit van de onbekende persoon lastig en tijdrovend zijn. Hoe verder de verwantschap, hoe complexer doorgaans de puzzel. Bijkomende informatie over de onbekende dader van het delict of over de onbekende dode kan behulpzaam zijn. Aan tactische en technische/forensische informatie kunnen eventueel demografische gegevens over deze persoon worden ontleend, bijvoorbeeld de vermoedelijke woonplaats of woonomgeving, de leeftijd, het geslacht, de afkomst of het beroep. Op basis hiervan kan steeds verder worden gefilterd, zodat uiteindelijk alleen die persoon of personen overblijven op wie alle gegevens van toepassing zijn.

Ook DNA-onderzoek naar uiterlijk waarneembare persoonskenmerken kan hierbij in de toekomst een grotere rol gaan spelen. Momenteel is wettelijk vastgelegd dat dergelijk DNA-onderzoek mag zijn gericht op de vaststelling van het geslacht, geografische herkomst, de oogkleur en de haarkleur van de onbekende persoon (dader of slachtoffer). Aan dit lijstje zal binnenkort 'huidskleur' worden toegevoegd.³⁵ Onderzoek naar uiterlijk waarneembare persoonskenmerken zal zich in de komende jaren door de voortschrijding van kennis en techniek verder kunnen uitbreiden. Daarbij moet behalve aan huidskleur tevens worden gedacht aan gezichtskenmerken zoals vorm van het gelaat, vroegtijdige kaalheid, sproeten en leeftijd.

Verwantschapsgraad

De verwantschapsgraad is een maatstaf voor de mate van bloedverwantschap of aanverwantschap tussen personen. Hoe hoger de graad, hoe verder verwijderd de verwantschap. Daarbij is een onderscheid tussen daadwerkelijk bloedverwantschap ('*gemeenschappelijk bloed*') en genealogische verwantschap. Bij daadwerkelijk bloedverwantschap hebben de twee personen een gemeenschappelijke voorouder. Bij genealogische verwantschap hoeft dat niet.³⁶ Zo zijn een stiefkind en een stiefouder weliswaar nauwe verwanten, maar geen bloedverwanten. Datzelfde geldt voor aangetrouwden.

In de genealogie en de populatiegenetica worden verschillende definities van familiegraden gehanteerd. Bij medisch en forensisch gebruik van de familiegraden wordt een populatie-genetische definitie gehanteerd, dat wil zeggen: daadwerkelijk bloedverwantschap. Daarbij gaat het om de vraag hoeveel identiek DNA personen door overerving met elkaar gemeen (kunnen) hebben. In tegenstelling tot genealogisch verwantschap worden naast ouders en kinderen, ook broers en zussen tot de eerstegraads verwanten gerekend. Medisch en forensisch beschouwd zijn grootouders, kleinkinderen, ooms en tantes en kinderen van broers en zussen tweedegraads verwanten. Genealogisch worden, naast de broers en zussen, alleen de grootouders en kleinkinderen tot tweedegraads verwanten gerekend. Ook bij verwantschappen van een hogere graad moet rekening worden gehouden met verschillen tussen de genealogische en de populatie-genetische definities.

35. Zie de brief van de Minister van Justitie en Veiligheid aan de voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal d.d. 9 januari 2019, *Kamerstukken II* 2018/19, 31415, 22, p. 1.

36. Zie artikel 1:3 lid 1 BW.

DNA-databank vermiste personen

Van onbekende doden wordt het DNA-profiel, na opdracht van het Landelijk Bureau Vermiste Personen van de politie, opgenomen in de DNA-databank vermiste personen. Om het DNA-profiel te vervaardigen worden, afhankelijk van de staat van het lichaam, bloed, spier, botweefsel of gebitselementen gebruikt. In deze databank zijn DNA-profielen opgenomen van:

- in Nederland vermiste personen. Het gaat om personen van wie in Nederland aangifte is gedaan van vermissing. Om aan DNA van een vermiste persoon te komen kunnen voorwerpen worden onderzocht die alleen door de vermiste persoon zijn gebruikt, zoals een tandenborstel, een scheerapparaat of een kam. Daarnaast kan worden nagegaan of er bloed of een ander monster met celmateriaal beschikbaar is doordat het op enig moment bij een dokter of in een ziekenhuis is afgenomen. Ook uit een getrokken tand of kies kan een DNA-profiel worden verkregen;
- verwanten/familieleden van in Nederland vermiste personen. Als er van de vermiste persoon zelf geen geschikt celmateriaal en daardoor geen DNA-profiel te verkrijgen is, worden DNA-profielen van familieleden in de databank opgenomen. Bij voorkeur van ouders, kinderen, broers en/of zussen. Ook het DNA-profiel van de (voormalige) echtgenoot/partner van de vermiste persoon kan worden opgenomen. Dit is zinvol als deze persoon de andere biologische ouder is van de biologische kinderen van de vermiste persoon, zodat het DNA-profiel van de vermiste persoon zo veel mogelijk kan worden afgeleid uit dat van zijn of haar kinderen. Ook wanneer er wel celmateriaal van de vermiste aanwezig is, worden bij voorkeur, ter verificatie, ook de DNA-profielen van verwanten/familieleden in de DNA-databank vermiste personen opgenomen;
- in Nederland aangetroffen stoffelijke overschotten of lijkdelen van ongeïdentificeerde personen;
- in het buitenland vermiste personen of hun verwanten/familieleden (via Interpol); en
- in het buitenland aangetroffen ongeïdentificeerde personen (via Interpol).

In de DNA-databank vermiste personen, opgericht in 2007, zijn de DNA-profielen opgenomen van ongeveer 950 in Nederland of in het buitenland aangetroffen ongeïdentificeerde personen. Daarnaast zijn van ongeveer 1.100 vermiste personen de DNA-profielen en/of die van hun familieleden opgenomen.³⁷

Vergroten bereik DNA-databank voor strafzaken

Omdat bij verwantschapsonderzoek in de DNA-databank voor strafzaken ook naar verwanten wordt gezocht is het bereik van de databank veel groter dan het aantal personen dat erin is opgenomen. Het 'bereik van de databank' betreft het geschatte aantal personen dat door verwantschapsonderzoek wordt onderzocht op verwant-

schap met degene van wie het (dader)spoor afkomstig is, of met de te identificeren persoon. Met enige regelmaat, en zeker na grote doorbraken in strafzaken door gebruik van de DNA-databank, wordt de vraag gesteld of en, zo ja, hoe het bereik van de DNA-databank voor strafzaken kan worden vergroot. Forensisch-technisch gezien is er een aantal mogelijkheden die het bereik van de DNA-databank verder vergroten, zoals (1) door daarin meer personen op te nemen, (2) door uitbreiding van het aantal DNA-kenmerken van de autosomale DNA-profielen, (3) door het opnemen van meer Y-chromosomale DNA-profielen en (4) door het opnemen van meer mitochondriale DNA-profielen. Wanneer het bereik van de DNA-databank wordt vergroot, zullen in een groter aantal zaken verwanten worden gevonden dan nu het geval is. De wettelijke mogelijkheden tot uitbreiding van de categorieën van personen van wie het profiel in de DNA-databank kan (of moet) worden opgenomen, worden hier buiten beschouwing gelaten. Hieronder komen de onder (2), (3) en (4) genoemde mogelijkheden aan de orde.

Uitbreiding aantal DNA-kenmerken in reeds aanwezige autosomale DNA-profielen

De autosomale DNA-profielen die met het huidige analysesysteem worden vervaardigd bevatten 46 DNA-kenmerken. Echter, het overgrote deel van de in de DNA-databank aanwezige autosomale DNA-profielen van personen bevatten 30 of minder DNA-kenmerken, aangezien zij zijn verkregen met DNA-analysesystemen die in het verleden werden gebruikt.³⁸ Wanneer alle in de DNA-databank aanwezige autosomale DNA-profielen van personen (met het nieuwe DNA-analysesysteem) zouden worden uitgebreid naar 46 DNA-kenmerken, wordt het bereik van de DNA-databank vergroot. De profielen met 46 DNA-kenmerken zijn immers nog informatiever dan de profielen met 30 of minder DNA-kenmerken. Het gevolg is dat minder broers-zussen-verwantschappen zullen worden gemist. Als de broer of zus van de onbekende persoon in de DNA-databank aanwezig is, wordt deze thans in ongeveer 70% van de gevallen gevonden. Na uitbreiding van het aantal kenmerken van de autosomale DNA-profielen zal dat percentage toenemen tot minimaal 90%. Als een ouder of kind van de onbekende dader of onbekende dode in de DNA-databank aanwezig is wordt deze in de huidige situatie in ruim 95% van de gevallen gevonden. Na uitbreiding van het aantal kenmerken van de autosomale DNA-profielen zal dat percentage toenemen tot nagenoeg 100%. Naast meer informatie over eerste-grads verwantschap, kan deze uitbreiding ook bijdragen aan het vinden van eventuele verwanten van de onbekende persoon in een hogere graad, zoals grootouders of kleinkinderen, halfbroers en ooms en neven. Aanvullend Y-chromosomaal en mitochondriaal DNA-onderzoek moet deze informatie vervolgens completeren. Bovendien zal de uitbreiding van het aantal DNA-kenmerken van autosomale DNA-profielen het mogelijk maken om met onvolledige DNA-profielen of mengprofielen van sporen van mindere kwaliteit verwantschapsonderzoek

37. Situatie eind 2018.

38. Door de jaren heen is het standaard autosomale DNA-profiel steeds verder uitgebreid en daardoor informatiever. Zo omvatten de door het NFI gebruikte DNA-analysesystemen, gebaseerd op de STR-technologie, door de jaren heen steeds meer loci/autosomale DNA-kenmerken: QUAD (1994; 4 loci/8 DNA-kenmerken), SGM (1997; 6 loci/12 DNA-kenmerken), SGM Plus (1999; 10 loci/20 DNA-kenmerken), NGM (2011; 15 loci/30 DNA-kenmerken) en PowerPlex Fusion 6C System (2018; 23 loci/46 DNA-kenmerken).

uit te voeren. Dit geldt ook voor onvolledige DNA-profielen van onbekende doden.

Uitbreiding aantal Y-chromosomale DNA-profielen

Van de mannen van wie het autosomale DNA-profiel in de DNA-databank is opgenomen wordt niet standaard ook het Y-chromosomale DNA-profiel vervaardigd.³⁹ Dit vindt alleen plaats wanneer dat voor het onderzoek in de betreffende zaak noodzakelijk is, of wanneer deze man wordt onderworpen aan een op hem gericht DNA-verwantschapsonderzoek. Het bereik van de DNA-databank bij verwantschapsonderzoek wordt aanzienlijk vergroot wanneer voortaan standaard Y-chromosomale DNA-profielen van in de databank opgenomen mannen worden bepaald. Aangenomen dat elke man gemiddeld tien levende mannelijke verwanten^{40,41,42} in zijn mannelijke familielijn heeft en deze mannen daardoor hetzelfde Y-chromosomaal DNA-profiel hebben, zal de uitbreiding van het aantal Y-chromosomale DNA-profielen bij de huidige samenstelling van de DNA-databank het bereik ervan naar verwachting vergroten van ruim 300.000 personen naar ruim 2,6 miljoen personen.⁴³ Niet alleen zal de kans sterk toenemen dat een verwant van een hogere graad van de onbekende persoon wordt gevonden, ook zullen geen broers of halfbroers (met dezelfde vader) in de DNA-databank meer worden gemist, zoals nu het geval kan zijn.

Nog wel een opmerking. De samenstelling van de populatie in de DNA-databank voor strafzaken is niet representatief voor de Nederlandse bevolking. Sommige bevolkingsgroepen zijn hierin ondervetegenwoordigd. Als gevolg daarvan zal het door deze uitbreiding toegenomen bereik van de DNA-databank evenmin representatief zijn voor de Nederlandse bevolking.

Uitbreiding aantal mitochondriale DNA-profielen

Ook de mitochondriale DNA-profielen van in de DNA-databank opgenomen personen worden niet standaard vastgesteld. Mitochondriaal DNA-onderzoek is echter complexer, arbeidsintensiever en daardoor duurder dan autosomaal en Y-chromosomaal DNA-onderzoek. Bovendien is het, in tegenstelling tot Y-chromosomaal DNA-onderzoek, veel kostbaarder om dit onderzoek te automatiseren. Dit maakt dat mitochondriaal DNA-onderzoek vooralsnog alleen wordt uitgevoerd als aanvulling op autosomaal en Y-chromosomaal DNA-onderzoek wanneer dit noodzakelijk is om de identiteit van de onbekende persoon te achterhalen.

Genetische genealogie

In april 2018 trokken de doorbraken in twee Amerikaanse cold cases wereldwijd aandacht. Op 9 april werd bekendgemaakt dat men er na ruim 37 jaar eindelijk in was geslaagd de *Buckskin girl* te identificeren. Nog geen twee weken later, op 25 april, kwamen de justitiële autoriteiten in Sacramento, Californië, met nog spectaculairder nieuws. Er was een verdachte in beeld in de grote, geruchtmakende, veertig jaar oude cold case van de *Golden State Killer*. Wat deze doorbraken historisch maakt, is de wijze waarop ze werden verkregen: door gebruik te maken van genetische genealogie en een 'publieke' (openbare) genealogische DNA-databank.

Genetische genealogie gebruikt kenmerken op specifieke plaatsen van het DNA om geografische herkomst en verwantschap vast te stellen. De afgelopen jaren heeft het gebruik van DNA bij stamboomonderzoek een grote vlucht genomen. Miljoenen mensen hebben sinds 2000, toen de eerste consumententest op de markt kwam, hun DNA-profiel laten opnemen in genealogische DNA-databanken om meer over hun voorouders en verwanten te weten te komen.⁴⁴ De genetische genealogie, de toepassing van kennis van het DNA bij onderzoek naar de afstamming, heeft zich inmiddels een plek verworven in de gereedschapskist van velen die hun stamboom in kaart willen brengen. Zij combineren DNA-genealogie met het traditionele onderzoek in papieren bronnen.

Genealogische DNA-databanken

Uit de zaken van de *Buckskin girl* en de *Golden State Killer* blijkt dat genetische genealogie voor doorbraken kan zorgen bij het identificeren van onbekende doden en bij het vinden van daders van ernstige delicten. Bij het onderzoek naar de *Buckskin girl* en de *Golden State Killer* is gebruikgemaakt van de DNA-databank van *GEDmatch*. Deze databank is door iedereen te benaderen en bevat DNA-profielen van mensen die met genetische genealogie informatie willen achterhalen over hun stamboom (familierelaties). *GEDmatch* heeft niet de laboratoriumfaciliteiten om een genealogisch DNA-profiel te vervaardigen, en biedt alleen een extra databank waarin kan worden gezocht. Om een genealogisch DNA-profiel te laten maken kan men terecht bij de publieke DNA-databanken van de commerciële genealogische bedrijven.⁴⁵ De vier bekendste en grootste zijn *Ancestry.com*, *23andMe*, *MyHeritage* en *FamilyTreeDNA*. Zij groeien de laatste tijd

39. Met de introductie van het nieuwe DNA-analysesysteem PowerPlex Fusion 6C System halverwege 2018 worden wel standaard van elke man drie Y-chromosomale DNA-kenmerken bepaald en in de DNA-databank opgenomen. Hoewel dit voldoende is om specifieke mannen uit te sluiten is dit aantal onvoldoende onderscheidend om mogelijke verwantschap aan te tonen.

40. Inclusief hijzelf.

41. Dit betreft een conservatieve schatting. Afhankelijk van de omvang van de mannelijke familielijn kunnen dit er slechts enkelen zijn, maar ook vele tientallen. Zie voor deze schatting onder meer: M.M. Andersen & D.J. Balding, 'How convincing is a matching Y-chromosome profile?', *PLoS Genet.* 13 (2017) e1007028-16 (<https://journals.plos.org/plosgenetics/article/file?id=10.1371/journal.pgen.1007028&type=printable>).

42. Levende mannen, omdat in dezelfde mannelijke lijn tot vele generaties terug mannen hebben geleefd met hetzelfde Y-chromosomale DNA-profiel. Het gaat echter om de mannen die nu leven. De nu levende mannen betreffen doorgaans de laatste (jongste) drie generaties in de mannelijke lijn.

43. Toelichting op de berekening: van de (ruim) 300.000 personen van wie het autosomale profiel in de DNA-databank is opgenomen, is 87% man (261.000). Hiervan is de toename van het bereik gesteld op een (voorzichtige) factor tien. Op de uitkomst van die berekening (2.610.000) is vervolgens het aantal vrouwen (13% is 39.000) opgeteld.

44. *FamilyTreeDNA* was het eerste bedrijf dat een consumententest op de markt bracht voor verwantschapsonderzoek.

45. Commerciële genealogische bedrijven bieden hun deelnemers een DNA-databank waarmee, door vergelijkend DNA-onderzoek, verwanten kunnen worden gevonden. Naast de in de DNA-databank gevonden mogelijke verwanten ontvangen de deelnemers informatie over hun geografische herkomst (etniciteit). Voor het vervaardigen van hun genealogische DNA-profiel, het opnemen en vergelijken in de databank betalen de deelnemers een bepaald bedrag. Men spreekt van *Direct To Consumer (DTC)*-tests. Het bedrijf (*DTC-company*) stuurt de DNA-afnameset rechtstreeks naar de klant, die het vervolgens met zijn wangslijmvlies/speeksel rechtstreeks terugstuurt naar het bedrijf.

Buckskin girl

Op 24 april 1981 werd vlak bij de plaats Troy in de staat Ohio in een greppel langs de kant van de weg het levenloze lichaam van een onbekende jonge vrouw gevonden. Ze was niet lang daarvoor door verwurging om het leven gebracht. Ook was haar zwaar hoofdletsel toegebracht. Het slachtoffer droeg een opmerkelijke hertenleren jas. Om die reden kreeg zij de bijnaam *Buckskin girl*. Door de jaren heen werden diverse pogingen gedaan haar te identificeren, zoals aan de hand van vingerafdrukken, computerbeelden van haar gezicht, studies van pollen op haar kleding, isotopen-onderzoek van haar haren en opname van haar DNA-profiel in de databank van de FBI. Niets leidde tot haar identificatie. Bijna 37 jaar lang was het een mysterie wie deze jonge vrouw was, totdat begin april 2018 een doorbraak volgde dankzij het *DNA Doe Project*. Het *DNA Doe Project*, een initiatief van Colleen Fitzpatrick⁴⁶ en Margaret Press, is een non-profitorganisatie van vrijwilligers met als doel onbekende mannen en vrouwen (in Amerika *John Doe* en *Jane Doe* genoemd) via genetische genealogie te identificeren. Hiervoor maken zij gebruik van de publieke genealogische DNA-databank *GEDmatch*.⁴⁷ Zo kreeg de *Buckskin girl* na 37 jaar haar naam weer terug: Marcia King, ver weg van Ohio afkomstig uit Arkansas, 21 jaar oud toen zij overleed. Marcia King was destijds nooit officieel als vermist geregistreerd. Haar familie heeft altijd de hoop gehad dat zij ooit contact zou opnemen en zou terugkeren. Om die reden zijn haar ouders nooit verhuisd en hebben altijd hetzelfde telefoonnummer gehouden.

Golden State Killer

De *Golden State Killer* is een van de meest beruchte seriemoordenaars uit de geschiedenis van Amerika. Eerder bekend onder de namen *Visalia Ransacker*, *East Area Rapist* en de *Original Night Stalker*. Deze sadistische seriemoordenaar en verkrachter heeft tussen 1974 en 1986 vermoedelijk ten minste twaalf moorden gepleegd, zeker vijftig vrouwen verkracht en meer dan honderd keer ingebroken. Het begon in de periode 1974 tot eind 1975 met een serie inbraken in Visalia in Californië. De inbraken hadden een sadistisch karakter. Er werden geld en bezittingen gestolen, maar wat opviel was dat er ook spullen werden vernield of meegenomen die niet kostbaar waren, maar wel een grote emotionele waarde hadden. Zo werden foto's van de bewoners verscheurd en persoonlijke onderscheidingen meegenomen. De inbreker werd al snel de *Visalia Ransacker* genoemd. Later, van juni 1976 tot en met juli 1979, werden in de omgeving van Sacramento tientallen vrouwen verkracht door de man die de *East Area Rapist* werd genoemd. Vanaf oktober 1979 werd, ruim vijfhonderd kilometer zuidelijker, de omgeving van Los Angeles, en met name Santa Barbara, geteisterd door een man die stellen overviel in hun slaap, de vrouw verkrachtte en daarna het stel vermoordde. Omdat hij van tevoren zijn slachtoffers al in de gaten hield werd hij de *Original Night Stalker* genoemd. Van 1979 tot en met 1986 vermoordde de *Original Night Stalker* tien mensen. Pas vele jaren later werd, met name door DNA-onderzoek, duidelijk dat de *Visalia Ransacker*, de *East Area Rapist* en de *Original Night Stalker* dezelfde persoon is. *True Crime*-journaliste Michelle McNamara schreef artikelen en later een boek, *I'll Be Gone In The Dark*, over deze ongekend wrede misdadiger. Zij gaf hem een nieuwe naam: de *Golden State Killer*, om te benadrukken dat hij in heel Californië opereerde. Jarenlang stond haar leven in het teken van het ontmaskeren van deze man. Online zocht het publiek met haar mee naar de dader, in de hoop dat ze iets zouden ontdekken wat de politie had gemist. In haar boek voorspelde Michelle McNamara dat nieuwe technologieën en met name DNA uiteindelijk de *Golden State Killer* zouden ontmaskeren. Dat gebeurde in april 2018, ruim veertig jaar na zijn eerste misdaden. Zijn DNA, achtergelaten tijdens zijn misdaden, werd in de publieke genealogische DNA-databank *GEDmatch* gekoppeld aan een verre bloedverwant. Uitgebreid stamboomonderzoek, via voorouders uit de negentiende eeuw, en demografische gegevens van de dader (zoals vermoedelijke leefomgeving, leeftijd en lengte) leidde uiteindelijk naar de 72-jarige oud-politieman Joseph James DeAngelo. Zo heeft uiteindelijk het publiek de politie toch de cruciale aanwijzing gegeven. Michelle McNamara heeft dat niet mogen meemaken. Zij stierf in 2016 op 46-jarige leeftijd door hartfalen in combinatie met drugs en medicijngebruik. Maar hoe profetisch waren haar woorden in de brief die ze de moordenaar schreef, achter in haar boek: 'De technologie verbetert. Je kapte ermee toen je over je schouder keek en zag dat je tegenstanders dichterbij kwamen. De rollen zijn nu omgedraaid. Overal om je heen openen zich virtuele ramen. Jij, de meester-toekijker, bent in hun dradenkruis een verouderend, lomp voortzwoegend doelwit. Een bivakmuts zal je niet meer helpen. De bel gaat. Er staan geen hekken meer open aan de zijkant van het huis. Je kunt allang niet meer over een hek springen. Adem nog maar eens gulzig, opgewonden in. Zet je tanden op elkaar. Schuifel bedeesd naar de dringende bel. Zo loopt jouw verhaal af. "Jij zult voor altijd zwijgen en ik zal verdwijnen in het donker," zei je ooit dreigend tegen een slachtoffer. Doe de deur open. Laat je gezicht zien. Kom in het licht.'

sterk in omvang. Geschat wordt dat inmiddels meer dan vijftien miljoen mensen hun DNA hebben afgestaan en hun genealogisch DNA-profiel in deze databanken hebben

laten opnemen. Voor 80 à 100 euro vervaardigen zij uit het ingestuurde speeksel (op wattenstaafjes of in een buisje) een genealogisch DNA-profiel en vergelijken dit

46. Colleen Fitzpatrick wordt gezien als grondlegster van de 'forensische genealogie', het inzetten van genetische genealogie bij het oplossen van cold cases.
47. Ook wel *GEDmatch Genesis* genoemd.

in hun DNA-databank.⁴⁸ Na twee tot drie weken ontvangen de deelnemers als resultaat de namen van verwanten die zijn aangetroffen in de databank en informatie over hun eigen geografische herkomst.⁴⁹ Ook is het mogelijk het genealogische profiel te downloaden, zodat de deelnemer dit kan uploaden in andere genealogische DNA-databanken, om ook uit die bestanden informatie over verwanten te verkrijgen, zoals uit die van *GEDmatch*. Overigens blijkt dat niet alle commerciële genealogische bedrijven openstaan voor DNA-profielen die door andere organisaties zijn vervaardigd. Dit maakt de positie van het vrij toegankelijke *GEDmatch* bijzonder. Genealogische DNA-profielen van alle commerciële genealogische bedrijven kunnen worden geüpload en vergeleken in de DNA-databank van *GEDmatch*.⁵⁰

Of en in hoeverre de publieke genealogische DNA-databanken openstaan voor onderzoek van onbekende doden en dadersporen blijkt uit hun privacyvoorwaarden. *GEDmatch* staat het gebruik van hun DNA-databank door opsporingsinstanties toe. In hun voorwaarden en privacyreglement geven zij hun deelnemers uitdrukkelijk te kennen dat de *GEDmatch*-databank gebruikt kan worden voor onderzoek naar onbekende doden en van dadersporen. In geval van misdaadonderzoek moet het wel om zeer ernstige misdrijven gaan, zoals moord, doodslag of zeden. De commerciële genealogische DNA-databanken staan het gebruik door opsporingsinstanties niet toe. Dat kan alleen wanneer zij daartoe worden gedwongen door een gerechtelijk bevel en nadat de betreffende DNA-databank vervolgens hiervoor expliciete schriftelijke toestemming heeft gegeven.⁵¹

Het genealogisch DNA-profiel

De DNA-profielen die worden gebruikt in de genetische genealogie zijn anders samengesteld dan de DNA-profielen die worden gebruikt bij forensisch onderzoek. De autosomale, Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen die voor forensisch onderzoek zijn vervaardigd lenen zich dus niet voor vergelijking met de profielen in de genealogische DNA-databanken. Dat betekent dat de DNA-profielen in de DNA-databank voor strafzaken en in de DNA-databank vermiste personen niet kunnen worden vergeleken met profielen in de genealogische DNA-databanken.

Een genealogisch DNA-profiel geeft honderdduizenden bouwstenen van het DNA weer, verspreid over het hele

DNA. Een groot aantal bouwstenen bevindt zich in de coderende delen van het DNA.⁵² Het gaat hier dus niet om lengtes van verschillende plaatsen op het DNA (zoals bij het forensische autosomale en het Y-chromosomale DNA-profiel) of om de volgorde van bouwstenen van een groot, aaneengesloten gebied (zoals bij het mitochondriale DNA-profiel), maar om bouwstenen, verspreid over het hele DNA. Doorgaans worden ten minste 700.000 bouwstenen bepaald. Omdat bouwstenen van het DNA worden weergegeven met letters (A, T, C en G), vormt het genealogisch DNA-profiel een code van 700.000 letters. Het wordt vastgesteld met de zogenoemde *SNP MicroArray*-technologie.⁵³ Genealogische DNA-profielen geven meer informatie over voorouders dan forensische autosomale, Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen, doordat ze gedetailleerd, fijnmazig, inzicht geven in de vaderlijke en de moederlijke lijn. Meer overeenkomsten en/of verschillen tussen personen komen aan het licht. Voor het standaard forensisch onderzoek is dit hogere onderscheidend vermogen niet nodig, maar voor het vinden van verre verwanten is het van grote meerwaarde. Aan de hand van specifiek gekozen bouwstenen kan worden gemeten of personen grote stukken overeenkomend DNA hebben en hoe groot die gebieden zijn. De uitkomst van die meting wordt uitgedrukt in 'centiMorgan' (cM). Hoe groter de overeenkomende gebieden, hoe nauwer de verwantschap.⁵⁴ Door het meer fijnmazige onderscheid dat genealogische DNA-profielen maken is het bereik van genealogische DNA-databanken zeer groot. Hierdoor kunnen ook verre verwanten worden gevonden. Zo berekenden wetenschappers onlangs dat met een genealogische DNA-databank met ongeveer 2% van de populatie, van bijna elke persoon een derdegraads neef/nicht of nauwere verwant kan worden gevonden.⁵⁵

Verkenning van de mogelijkheden

DNA-databank voor strafzaken

Terwijl autosomale DNA-profielen standaard worden bepaald en opgenomen in de DNA-databank voor strafzaken, is dit niet het geval voor Y-chromosomale en mitochondriale DNA-profielen. Dit heeft tot gevolg dat voor het overgrote deel van de sporen en personen in de DNA-databank deze aanvullende informatie ontbreekt. Met

48. Bij sommige aanbieders kan dit nog goedkoper wanneer men gebruikmaakt van de speciale aanbiedingen rondom familiedagen zoals Vaderdag, Moederdag of Valentijnsdag.

49. De verwanten zijn geordend op de mate waarin ze verwant zijn. Hoe nauwer verwant, hoe hoger op de lijst. Bovendien staat de mate van verwantschap aangegeven. Zie ook voetnoot 54.

50. De databank van *GEDmatch* beschikt over een algoritme waarmee ook genealogische DNA-profielen verkregen met enigszins verschillende *SNP MicroArray*-analysesystemen met elkaar kunnen worden vergeleken.

51. De servicevoorwaarden en het privacyreglement van de grote commerciële genealogische DNA-databanken komen grotendeels overeen. Deelnemers mogen alleen hun eigen DNA (wangslijmvlies/speeksel) insturen en zich niet als iemand anders voordoen. Zo vragen sommige DNA-databanken om het inzenden van een relatief grote hoeveelheid speeksel (2 ml), omdat dit meer zekerheid geeft dat het afkomstig is van de aanvrager zelf. Door akkoord te gaan met de voorwaarden geeft de gebruiker aan het bedrijf toestemming de resultaten te gebruiken voor onderzoekstudies en publicaties. In februari 2019 maakte *FamilyTreeDNA* bekend dat zij ook van DNA-sporen uit misdaadzaken genealogische DNA-profielen maken (door het laboratorium *Gene-by-Gene*) en deze uploaden in hun databank. Hiervoor is wel een gerechtelijk bevel noodzakelijk.

52. Coderend DNA betreft plaatsen op het DNA die genetische informatie bevatten voor de opbouw en samenstelling van het lichaam. Op basis van de codes van deze plaatsen op het DNA worden de eiwitten gemaakt die uiteindelijk de eigenschappen van een persoon bepalen. Een grove schatting is dat ongeveer 1,5-2% van al het DNA codeert voor eiwitten en daardoor voor erfelijke eigenschappen.

53. *SNP* wordt uitgesproken als 'snip'. *SNP* is de afkorting van *Single Nucleotide Polymorphism*. Het is een variatie in het DNA – een polymorfie – van een enkele bouwsteen (nucleotide) lang. Het zijn plaatsen op het DNA waar het type bouwsteen kan verschillen tussen personen.

54. Het resultaat van het vergelijkend DNA-onderzoek laat per verwant zien hoeveel DNA in totaal overeenkomt (uitgedrukt in centiMorgan), hoeveel overeenkomende stukken DNA er zijn en hoe lang de grootste overeenkomende streng is (uitgedrukt in centiMorgan). De hoeveelheid identiek DNA dat is overgeërfd van dezelfde voorouder wordt vertaald naar de mate van verwantschap. In de vakliteratuur spreekt men van *Identical By Descent* (IBD). Nauw verwante personen hebben veel en grote overeenkomende strengen DNA. Dit neemt sterk af naarmate de verwantschap verder is verwijderd. Verwantschappen tot zelfs de vijfde graad kunnen zo worden gevonden. Hoe meer DNA overeenkomt, hoe dichterbij de gemeenschappelijke voorouder in de stamboom is.

55. Yaniv Erlich et al. 'Identity inference of genomic data using long-range familial searches', *Science* 11 Oct 2018: eaau4832, DOI: 10.1126/science.aau4832.

GEDmatch

GEDmatch is in 2010 opgericht door de gepensioneerde zakenman Curtis Rogers (80) en transportingenieur John Olson (67). De basis voor het bedrijf was al eerder gelegd. Toen Rogers vernam dat hij een afstammeling zou zijn van Thomas Rogers, een van de opvarenden van het (in Amerika) beroemde schip *Mayflower*, is hij in zijn familiegeschiedenis gedoken. De *Mayflower*, met aan boord Engelse kolonisten, vertrok op 6 september 1620 uit Plymouth naar Amerika waar zij een nieuw leven wilden beginnen, vrij van religieuze vervolging. Later werden zij bekend als de *Pilgrim Fathers*. Ondanks dat Rogers' onderzoek aantoonde dat hij geen afstammeling was van Thomas, beet hij zich verder vast in het stamboomonderzoek van zijn familie. Dat bleek echter zo complex dat hij uiteindelijk een online genealogieproject startte om mensen met de achternaam Rogers te mobiliseren deel te nemen aan het stamboomonderzoek. Rogers vond in John Olson de partner om hem te helpen met het ontwikkelen van de benodigde software. In 2010 besloten zij de site onder de naam *GEDmatch* ook open te stellen voor anderen dan mogelijke verwanten van Rogers. Dit om andere stamboomonderzoekers te helpen. Zij breidden de mogelijkheden verder uit waardoor ook genealogische DNA-profielen konden worden geüpload die mensen hadden laten maken door commerciële genealogische bedrijven. Rogers en Olson waren in eerste instantie zeer ontstemd dat *GEDmatch* door de opsporingsinstanties was gebruikt om de *Golden State Killer* te vinden.⁵⁶ Weliswaar wees *GEDmatch's privacy statement* de deelnemers erop dat het delen van informatie op de site ook tot gevolg kan hebben dat het voor andere dan genealogische doeleinden wordt gebruikt, en dat zij daarop als beheerders geen controle hadden. Op zoiets als de ontmaskering van de *Golden State Killer* hadden Rogers en Olson echter niet gerekend. Zij waren bang dat veel deelnemers zich hierdoor zouden terugtrekken. Naast negatieve kritiek was er ook veel steun en waardering voor de positie waarin *GEDmatch* verzeild was geraakt. Er trokken zich deelnemers terug, maar er kwamen er veel meer bij. Dit leidde ertoe dat *GEDmatch* de privacy-overeenkomst in mei 2018 aanpaste en daarin expliciet opnam dat opsporingsinstanties de databank kunnen gebruiken om daders van ernstige misdrijven (moord- en zedenzaken) te achterhalen en om onbekende doden te identificeren.⁵⁷ Omdat de grote commerciële genealogische bedrijven in principe geen medewerking verlenen aan het gebruik door opsporingsinstanties, moeten de benodigde genealogische DNA-profielen worden gemaakt door andere organisaties. Dat gebeurde dan ook in het geval van de *Buckskin girl* (door het laboratorium van het *DNA Doe project*) en de *Golden State Killer*. Sinds de *Golden State Killer*, april 2018, zijn er nu al zo'n dertigtal verdachten van moord- en zedenzaken door *GEDmatch* in beeld gekomen, onder wie ook Roy Charles Waller, die ervan wordt verdacht de *NorCal Rapist* te zijn. Via *GEDmatch* zijn, naast de *Buckskin girl*, ook een aantal andere onbekende doden geïdentificeerd. DNA-technologiebedrijf *Parabon Nanolabs* maakt voor deze doeleinden de genealogische DNA-profielen, uploadt ze in *GEDmatch* en werkt de resultaten uit met professionals in de genetische genealogie. De snel groeiende databank bevat op dit moment al meer dan een miljoen DNA-profielen. Volgens berekeningen kan via *GEDmatch* ruim 60% van de Amerikanen met een Noord-Europese herkomst worden gevonden. De verwachting is dat over drie jaar bijna elke Amerikaan van Noord-Europese afkomst via *GEDmatch* kan worden geïdentificeerd.

name wat betreft de Y-chromosomale DNA-profielen is dat een gemis, gezien hun grote potentie voor de opsporing en het achterhalen van de identiteit van onbekende dode mannen. Bovendien zijn Y-chromosomale DNA-profielen eenvoudig en snel vast te stellen in combinatie met autosomale DNA-profielen. Wanneer standaard van elke man het Y-chromosomale DNA-profiel wordt opgenomen in de DNA-databank voor strafzaken zullen in veel meer gevallen dan nu verwanten worden gevonden van degene naar wie men op zoek is. Daarnaast biedt het extra mogelijkheden bij het vinden van een match

binnen een strafzaak. Dit kan het geval zijn bij sporen waarvan onvolledige complexe mengprofielen zijn verkregen, bijvoorbeeld doordat daarin veel DNA van het vrouwelijke slachtoffer en zeer weinig DNA van een man aanwezig is. Door standaard Y-chromosomale DNA-profielen te bepalen en op te nemen zal het bereik van de DNA-databank voor verwantschapsonderzoek naar verwachting ten minste met een factor tien toenemen. Hierdoor zal het percentage zaken waarin een doorbraak wordt gerealiseerd door verwantschapsonderzoek in de DNA-databank veel hoger worden dan de huidige 20%.

56. Het opsporingsteam van Paul Holes liet een genealogisch DNA-profiel vervaardigen van spoormateriaal dat door de *Golden State Killer* was achtergelaten. Dit profiel werd vervolgens onder een valse naam geüpload in *GEDmatch*. Dit leverde verscheidene verwanten van de derde en vierde graad op. Onderzoek in meer dan vijftientig stambomen, met in totaal meer dan duizend personen, resulteerde uiteindelijk in het identificeren van de *Golden State Killer*. Nadat Joseph James DeAngelo door het stamboomonderzoek in beeld was gekomen, werd door een directe 100% match met een zakdoek uit zijn afvalcontainer duidelijk dat hij degene moest zijn van wie het spoor afkomstig was. Na zijn aanhouding werd dit bevestigd met DNA-analyse van het bij hem afgenomen wangslimvlies.

57. In een interview met Fabienne Cardile deelde Curtis Rogers hierover het volgende mee: 'Our database is matching information resulting from DNA. GEDmatch is only the beginning of the search. It gives direction to the search. Once a person of interest is identified it is up to law enforcement to use traditional methods to confirm a suspect. (...) Why do we allow law enforcement to use GEDmatch? We believe we are realistic. We believe that we would never know with certainty who is putting their information on GEDmatch. People can lie. Rather than make a statement that we have no way of enforcing or even checking, we feel it is important to be honest with our users about possible use by law enforcement or by other users. However, it is tremendously important that we educate our users to the possibility of law enforcement and others using our information. In addition to educating, we urge them not to use GEDmatch if they have any doubts at all about putting their information on GEDmatch. We are not here to enrich ourselves. We are genealogy researchers who have created this free website to help other genealogy researchers.'

Het gevolg hiervan zal zijn dat de noodzaak van grootschalig DNA-onderzoek onder de bevolking afneemt. Bovendien zal DNA-verwantschapsonderzoek in de DNA-databank naast effectiever, ook efficiënter en goedkoper worden, omdat er veel minder aanvullend DNA-onderzoek nodig zal zijn.⁵⁸

Genealogische DNA-databank

In zeer korte tijd heeft DNA-verwantschapsonderzoek in de Verenigde Staten voor een dertigtal doorbraken gezorgd in moord- en zedenzaken en bij het identificeren van onbekende doden. Het betroffen voornamelijk cold cases die in veel gevallen grote impact hadden op de samenleving. In al deze zaken is gebruikgemaakt van een genealogische DNA-databank.⁵⁹ Sinds in april 2018 hierdoor zowel de *Buckskin girl* als de *Golden State Killer* kon worden geïdentificeerd, staat dit opsporingsmiddel volop in de internationale belangstelling. De genealogische DNA-databank *GEDmatch* (die in de hiervoor genoemde twee zaken is gebruikt) staat open voor toepassing in opsporingsonderzoeken. De beheerders vermelden dit uitdrukkelijk aan de deelnemers. De vraag of en in hoeverre justitie in Nederland hiervan – als methode van opsporing c.q. als middel van bewijsgeving – gebruik kan gaan maken is daarmee nog niet beantwoord. Daarbij zijn er zowel ethisch als technisch belangrijke aandachtspunten. Mag een DNA-databank worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor deze oorspronkelijk was bedoeld? De genealogische DNA-databanken hebben inmiddels in hun voorwaarden en privacybeleid aandacht besteed aan de mogelijkheid van justitieel gebruik. Dat kan variëren van gebruik uitsluitend bij een gerechtelijk bevel en daarop volgende schriftelijke toestemming van de betreffende databank, tot vrije toegang, zoals bij *GEDmatch*. Zijn de deelnemers zich hiervan voldoende bewust? Met name diegenen die al vóór 2018 hun genealogisch DNA-profiel lieten bepalen?

Technisch gezien betreft het genealogisch DNA-profiel een ander type DNA-profiel dan de profielen die momenteel worden gebruikt bij forensisch onderzoek. Niet alleen bevat het genealogisch DNA-profiel andere informatie dan de forensische DNA-profielen, om het te verkrijgen moet een andere analysetechniek worden ingezet, de *SNP MicroArray*-technologie. Bepaalde delen van de genealogische DNA-profielen kunnen informatie geven over erfelijke eigenschappen en eventueel erfelijke afwijkingen. Die informatie is voor forensische doeleinden niet relevant. Wellicht kan die informatie in de toekomst worden gemaskeerd.

Met de huidige stand van de techniek is voor het vervaardigen van een genealogisch DNA-profiel meer DNA-materiaal nodig dan voor een forensisch DNA-profiel.⁶⁰ Bovendien kan de *SNP MicroArray*-technologie zoals toegepast bij het bepalen van het genealogische DNA-profiel momenteel niet overweg met mengsporen.

Technisch gezien zijn er dus grote verschillen tussen de genealogische praktijk en de forensische praktijk van DNA-onderzoek. Dat is overigens geen belemmering voor een verkenning van de toepassingsmogelijkheden van het genealogische DNA-profiel. Een eerste verkenning zou kunnen plaatsvinden op het terrein van het identificeren van onbekende doden die niet door een misdrijf om het leven zijn gekomen. Dit betreft immers geen strafzaken. Hierbij zou gebruik kunnen worden gemaakt van de genealogische DNA-databank van *GEDmatch*. Bij het selecteren van de te identificeren personen dient in het oog te worden gehouden dat de DNA-databank van *GEDmatch* voor het overgrote deel is samengesteld uit profielen van personen met een Noordwest-Europese geografische herkomst.^{61, 62} Voor het vervaardigen van het genealogische DNA-profiel is bovendien van belang dat dit op betrouwbare wijze wordt uitgevoerd door een gespecialiseerd, hiervoor geaccrediteerd laboratorium, bijvoorbeeld door een in Nederland gevestigd klinisch-genetisch instituut. Daarbij staat het belang van goede afspraken over de juridische en ethische aspecten rondom het gebruiken en openbaren van deze genetische informatie voorop.

Ten slotte

Nog niet zo heel lang geleden stond het gezin te boek als de hoeksteen van de Nederlandse samenleving. Van je familie moest je het hebben. Het is fascinerend dat het DNA-verwantschapsonderzoek aan deze noties in een relatief kort tijdsbestek van slechts enkele decennia nieuwe dimensies heeft toegevoegd. Tegenwoordig kan een dader van een ernstig misdrijf door zijn (verre) familie worden ontmaskerd. Door de familie krijgt die onbekende dode en vermiste na lange tijd alsnog een naam en vindplaats. De voortschrijdende technologie leidt naar antwoorden op klemmende vragen die voorheen onbeantwoord bleven. Alleen al in dat licht bezien zijn we aan de nabestaanden en achterblijvers verplicht de nieuwe mogelijkheden blijvend te verkennen. Dit overzichtartikel wil dan ook een bijdrage leveren aan een constructieve gedachteswisseling over de toekomst van grootschalig DNA-verwantschapsonderzoek als laatste redmiddel voor de opsporing en de identificatie van onbekende doden.

58. Over de vraag of er wettelijke bezwaren zijn tegen het opnemen van Y-chromosomale profielen in de DNA-databank gaat het artikel in dezelfde aflevering van dit tijdschrift: D.J.C. Aben, 'Juridische aspecten van (grootschalig) DNA-verwantschapsonderzoek'.

59. Hoewel in een dertigtal zware strafzaken via de genealogische DNA-databank een verdachte in beeld is gekomen, is op dit moment nog geen van die verdachten veroordeeld. Al deze zaken zijn nog onder de rechter. Naar aanleiding van deze ontwikkelingen is er veel discussie over de vraag of en hoe genealogische DNA-databanken mogen worden ingezet voor opsporing en vervolging. Zie onder meer: E. Murphy, 'Law and policy oversight of familial searches in recreational genealogy databases', *Forensic Science International* 292 (2018) e5-e9, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.08.027> 0379-0738/© 2018 Elsevier B.V.

60. Hierdoor is de techniek niet geschikt voor minimale biologische sporen en voor sporen met deels afgebroken DNA.

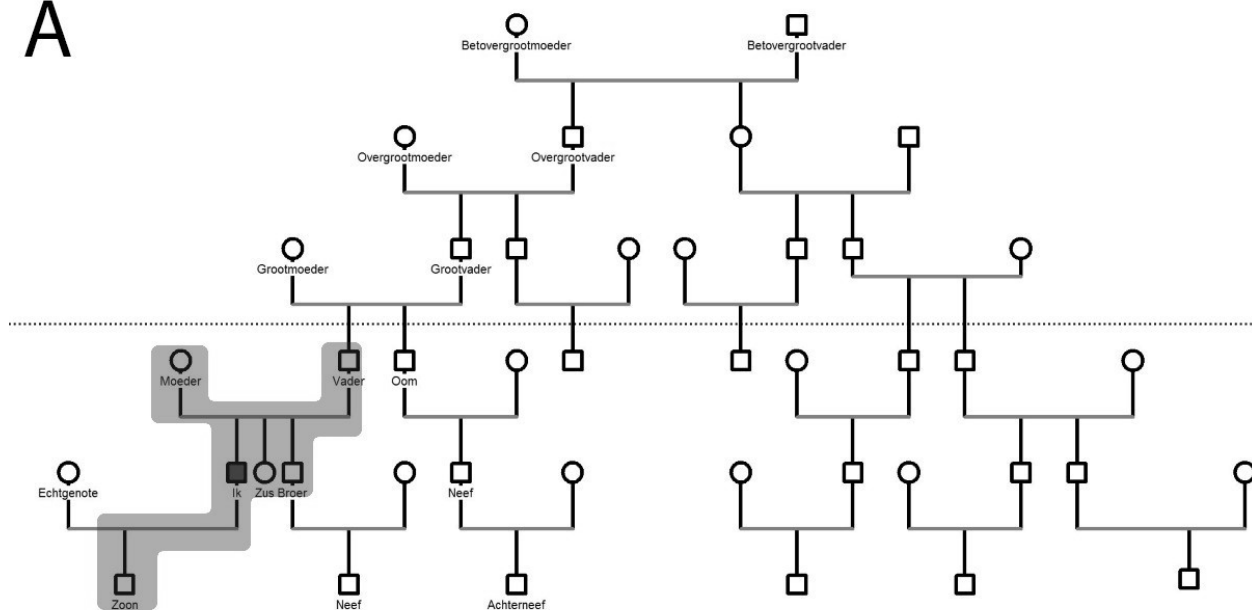
61. Dit in tegenstelling tot de DNA-databank voor strafzaken, waarin personen met een Noordwest-Europese geografische herkomst in verhouding zijn ondervertegenwoordigd.

62. Bij het selecteren van de te identificeren onbekende doden moet er rekening mee worden gehouden dat er relatief veel DNA nodig is (maar liefst 200 nanogram). Uit spierweefsel kan doorgaans meer DNA worden verkregen dan uit botmateriaal of gebitsfragmenten. Daarom zijn met name onbekende doden waarvan nog spierweefsel is bewaard interessant voor een eerste verkenning van het identificatieonderzoek met de genealogische DNA-databank van *GEDmatch*.

Illustratie 1. De reikwijdte van de verschillende typen DNA-profielen binnen een stamboom. De reikwijdte neemt steeds verder toe wanneer van de onbekende persoon (in donkergrijs) naast het autosomale DNA-profiel (A), ook het Y-chromosomale DNA-profiel (B) en het

genealogische DNA-profiel (C) worden gebruikt. Daarbij gaat het uiteindelijk om mannen en vrouwen die nu leven (onder de stippellijn). Dit betreft in de regel de laatste (jongste) drie (soms vier) generaties.

A



B

