



DNA-profiel bijtende honden

Onderzoek naar de mogelijkheden van een DNA-databank voor het terugdringen van bijtincidenten

Maite A.A.M. van Gerwen MSc

Dr. Marjan A.E. van Hagen

Dr. Hille Fieten

Else R. den Boer MSc

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur
en Voedselkwaliteit

Januari 2020

Colofon

© Centre for Sustainable Animal Stewardship (CenSAS), 2020.

Deze publicatie is gemaakt in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. Het onderzoek is uitgevoerd door het Centre for Sustainable Animal Stewardship (CenSAS) in samenwerking met het ExpertiseCentrum Genetica Gezelschapsdieren. Beide centra zijn onderdeel van de faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht.

CenSAS staat voor het duurzaam en verantwoord samenleven van mens en dier. Het is een samenwerkingsverband tussen de faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit Utrecht en de Animal Sciences Group van Wageningen University & Research.

Auteurs: Maite A.A.M. van Gerwen MSc¹, Dr. Marjan A.E. van Hagen^{1,2}, Dr. Hille Fieten² en Else R. den Boer MSc²

Contact:

E-mail: CenSAS@uu.nl

Website: www.censas.org

¹ Centre for Sustainable Animal Stewardship, Departement Population Health Sciences, faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht.

² ExpertiseCentrum Genetica Gezelschapsdieren, Departement Clinical Sciences, faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht.

Samenvatting

In Nederland is de hond een populair gezelschapsdier. Het samenleven van mensen en honden verloopt over het algemeen zonder ernstige conflicten. Echter, er kunnen zich problemen voordoen wanneer honden een persoon, andere hond of ander dier bijten. Er is sinds geruime tijd een maatschappelijke discussie gaande over de aard en omvang van bijtincidenten en het terugdringen ervan.

Om ernstige bijtincidenten zoveel mogelijk te voorkómen, richt het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) zich onder andere op te nemen maatregelen binnen de fokkerij. Het is in Nederland verboden om in de fokkerij bewust te selecteren op agressie en zo honden te fokken die gevaarlijk zijn voor mensen en dieren. Dit fokverbod moet echter ook worden gehandhaafd. Het ministerie van LNV heeft het Centre for Sustainable Animal Stewardship (faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) de opdracht gegeven om uit te zoeken of een DNA-databank kan bijdragen aan het verminderen van bijtincidenten door onder andere inzicht te krijgen in bloedlijnen van agressieve honden en de handhaving van het fokverbod te versterken.

Op basis van de in dit onderzoek verkregen informatie, wordt geconcludeerd dat een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel kan zijn om het fokken van agressieve foklijnen beter in beeld te krijgen en de handhaving van het fokverbod te versterken. Door DNA te verzamelen en DNA-profielen te vergelijken kunnen individuele honden aan een incident worden gelinkt en kunnen relaties tussen honden (zoals bloedlijnen) in beeld worden gebracht. Zonder een DNA-databank is dit niet mogelijk en daardoor is er op dit moment nauwelijks tot geen gedegen (politie)onderzoek mogelijk. Een DNA-databank kan verder de handhaving van het fokverbod versterken, door nauwe verwantschap aan te tonen en uit te sluiten of te bevestigen dat dieren nakomelingen zijn van ouderdieren waarvoor een fokverbod van kracht is.

Er wordt geadviseerd in ieder geval van alle honden die betrokken zijn bij een bijtincident DNA af te nemen en op te slaan. Aanvullend kan, gekoppeld aan de Identificatie en Registratie, het DNA van alle honden (verplicht) worden afgenomen en opgeslagen.

Als tussenstap naar de opslag van het DNA van alle honden gekoppeld aan I&R, kan overwogen worden om gebruik te maken van reeds bestaande DNA-profielen. In het kader van afstammingsonderzoek van rashonden worden al DNA-profielen opgeslagen. Ook voor wetenschappelijk onderzoek is bij de faculteit Diergeneeskunde een grote databank aanwezig van DNA-monsters en DNA-profielen van verschillende hondenrassen. Het is een mogelijkheid om in eerste instantie te starten met gebruik van deze bestaande DNA-profielen op vrijwillige basis. Hiervoor zouden hondeneigenaren, eventueel met tussenkomst van fokkerijorganisaties en de faculteit Diergeneeskunde, toestemming moeten geven voor gebruik van de data in de DNA-databank ter vermindering van bijtincidenten.

Tot slot, is het belangrijk te beseffen dat een DNA-databank alleen effectief is wanneer er een gedegen landelijke registratie van bijtincidenten plaatsvindt en de DNA-databank daaraan wordt gekoppeld.

Inhoudsopgave

	Colofon	3
	Samenvatting	4
	Verklarende woordenlijst	6
1	Doelstelling en opzet van het onderzoek	8
1.1	Introductie	8
1.2	Onderzoeksvragen	9
1.3	Methode van onderzoek en opbouw van het rapport	10
2	Achtergrond van gedrag en DNA	11
2.1	Maatschappelijk ongewenst agressief gedrag bij de hond	11
2.2	Gedragsgenetica en de aanleg voor agressie	12
2.2.1	Domesticatie en genetische predispositie	12
2.2.2	Genetische predispositie en agressief gedrag	12
2.2.3	Fokselectie tegen ongewenste agressie en voor sociaal wenselijk gedrag	13
2.3	DNA	13
2.3.1	Wat is DNA?	13
2.3.2	Isolatie van DNA en het maken van een DNA-profiel	13
2.3.3	Toepassingen van DNA-onderzoek	16
3	Bestaande DNA-databanken voor honden	18
3.1	DNA-databanken voor honden in Nederland	18
3.2	DNA-databanken voor honden in het buitenland	20
3.3	Overige DNA-databanken	21
4	Inrichten en gebruiken van een DNA-databank	22
4.1	Scenario's voor het afnemen van DNA	22
4.1.1	Scenario 1: DNA van een plaats delict	22
4.1.2	Scenario 2: Afname van DNA van een hond die heeft gebeten	22
4.1.3	Scenario 3: Afname van dader-DNA van het lichaam van het slachtoffer	23
4.1.4	Scenario 4: DNA afkomstig uit andere databanken	23
4.1.5	Scenario 5: Afname van DNA gekoppeld aan I&R-hond	23
4.2	Praktische uitvoering	24
4.2.1	Beheer	25
4.2.2	Aanleveren van DNA	25
4.2.3	Gebruik	26
4.2.4	Koppeling	27
4.2.5	Resultaten	27
4.2.6	Kosten	29
5	Concluderend advies	30
	Referenties rapporten en wetenschappelijke publicaties	31
	Bijlagen	33

Verklarende woordenlijst

Allel	Een bepaalde variant van een gen of DNA-sequentie.
Autosoom	Een chromosoom dat geen geslachtschromosoom is.
Basenpaar	Twee tegenover elkaar liggende nucleotiden in het DNA. Een basenpaar bestaat uit twee complementaire basen; adenine ligt altijd tegenover thymine en guanine altijd tegenover cytosine.
Chromosoom	Drager van een deel van het erfelijk materiaal van een organisme, bestaat uit DNA dat is opgerold om eiwitten.
DNA	Desoxyribonucleïnezuur, een molecuul dat de erfelijke informatie van organismen bevat. DNA bestaat uit twee strengen, die om elkaar draaien in een dubbele helix. DNA is opgebouwd uit de vier nucleotiden adenine (A), thymine (T), guanine (G) en cytosine (C).
DNA-drager	Biologisch materiaal dat DNA bevat (bijv. ontlasting, urine, bloed, haren).
DNA-extract	DNA dat is geïsoleerd uit een DNA-drager.
DNA-profiel	Unieke set van genetische markers van een individu.
DNA-sequentie	De volgorde van de nucleotiden op een bepaald stuk DNA (bijv. ACCCTGGCC).
Fenotype	Het geheel aan waarneembare kenmerken (uiterlijk, gedrag) van een individu. Dit ontstaat door een combinatie van genotype en omgevingsinvloeden.
Fokwaarde	De geschatte erfelijke aanleg van een dier voor een bepaald kenmerk. Geeft de waarde van een dier aan voor een bepaald fokdoel. Dit wordt berekend op basis van prestaties van of metingen aan het dier zelf en zijn naaste verwanten.
Gen	Een gedeelte van een chromosoom dat de informatie bevat voor een specifieke erfelijke eigenschap.
Genetische marker	Een variabel deel van het DNA binnen een populatie.
Genotype	Het geheel van genetische kenmerken van een individu.
Geslachtschromosoom	Chromosoom dat voor de bepaling van geslacht zorgt. Bij honden hebben de vrouwelijk dieren tweemaal het X-chromosoom, en mannelijke dieren hebben eenmaal het X- en eenmaal het Y-chromosoom.
Locus	Specifieke plaats in het DNA, aangegeven als een specifieke positie op een chromosoom of op het mitochondriaal DNA. Meervoud is 'loci'.
Microsatelliet	Een kort stuk niet-coderend (niet voor de productie van eiwit zorgend) DNA, bestaande uit een korte repeterende sequentie. Het aantal keren dat de sequentie wordt herhaald kan sterk verschillen, waardoor een microsatelliet veel verschillende allelen kan hebben.
Microsatelliet-profiel	Unieke set van microsatelliet-genotypen van een individu.
Mitochondrion	Een onderdeel van de cel dat zorgt voor de productie van energie. Een mitochondrion heeft een stuk eigen DNA, apart van het DNA wat op chromosomen in de celkern ligt. Dit DNA wordt alleen via de moeder vererfd. Ook wel Short Tandem Repeat (STR) genoemd.
Mitochondriaal DNA	Het DNA wat in de mitochondriën van cellen ligt. Dit DNA wordt alleen via de moeder vererfd.
Nucleotide	Nucleotiden zijn de bouwstenen van het genetische materiaal. Ze zijn opgebouwd uit een base, een suiker- en een fosfaatgroep. De

	naam van de nucleotide wordt bepaald door de base. Slechts vier verschillende basen bepalen de genetische code; voor DNA zijn dit adenine (A), cytosine (C), guanine (G) en thymine (T).
Short Tandem Repeat (STR)	Synoniem voor een microsatelliet. Zie verder microsatelliet.
SNP	Single Nucleotide Polymorphism: een variatie in het DNA van één enkele nucleotide op een bepaalde plaats (locus). Er zit bijvoorbeeld een A op de plek waar normaal een G zit.
SNP-profiel	Unieke set van SNP-genotypen van een individu.
Swab	Wattenstokje waarmee materiaal, bijvoorbeeld wangslim, wordt verzameld voor DNA-isolatie.

Hoofdstuk 1

Doelstelling en opzet van het onderzoek

1.1 Introductie

In Nederland is de hond een populair gezelschapsdier. In 2018 werden er in Nederland 1.5 miljoen honden gehouden [1], één op de vijf huishoudens had een hond. Veel mensen die honden houden zien de hond als een gezinslid en hebben een hechte band met de hond. Het samenleven van mensen en honden verloopt over het algemeen zonder ernstige conflicten. Echter, er kunnen zich problemen voordoen wanneer honden een persoon, andere hond of ander dier bijten. Er is sinds geruime tijd een maatschappelijke discussie gaande over de ernst en incidentie van bijtincidenten en het terugdringen ervan.

Sinds de invoering van de Regeling Agressieve Dieren (RAD) in 1993 en het afschaffen ervan in 2008, zijn verscheidene onderzoeken gepubliceerd over bijtincidenten en het voorkómen ervan. Deze eerdere onderzoeken [2,3,4,5,6,7,8] bieden een achtergrond en geven tot op zekere hoogte inzicht in de ernst en incidentie van bijtincidenten. In 2008 werd geschat dat er jaarlijks 150.000 mensen worden gebeten door een hond [4]. Over het aantal honden dat wordt gebeten is niets bekend. Een overeenkomstige conclusie in de rapporten is dat een bijtincident en de ernst daarvan het gevolg zijn van de combinatie van hond, houder en context. Elke hond kan in principe bijten. Echter, hoe snel een hond bijt en met welke impact is afhankelijk van erfelijke aanleg (ras/type/persoonlijkheid), de houder en de situatie.

Op basis van de vele mediaberichten, brieven die bij overheden binnenkomen en politiegegevens [2] lijkt er sprake te zijn van een toename van zowel het aantal als de ernst van bijtincidenten. Een extra verontrustend signaal is de aantoonbare link die bestaat tussen houders en fokkers van zogenaamde hoog-risico honden³ en het bestaan van hondengevechten, criminaliteit en dierenmishandeling [3].

Een gedegen landelijke registratie van bijtincidenten ontbreekt echter, waardoor het niet duidelijk is hoeveel incidenten er precies plaatsvinden, welke honden erbij betrokken zijn, in welke context de incidenten plaatsvinden en wat de gevolgen zijn voor slachtoffer, hond en andere betrokkenen. Om hier meer zicht op te krijgen is in diverse adviesrapporten [4,5,6,7] reeds geadviseerd om een landelijk registratiesysteem voor bijtincidenten in te richten. Tot op heden is dit er nog niet. Wel is er door de gemeenten Rotterdam en Dordrecht en de politie-eenheid Rotterdam een pilot uitgevoerd (afgerond in 2019), die veelbelovend lijkt voor landelijke registratie. Minister Schouten van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) heeft aangegeven⁴ dat er een plan van aanpak wordt opgesteld voor de verdere uitrol van dit systeem.

Om ernstige bijtincidenten effectief te kunnen voorkómen, wordt door het ministerie van LNV ingezet op een tweesporenbeleid. Eén spoor is gericht op de fokkerij, waar de aandacht ligt op een fokkerijbeleid waar geselecteerd wordt tegen maatschappelijk ongewenst gedrag (waaronder agressie) en het andere spoor is gericht op de houder en context.

Om invulling te geven aan het eerste spoor, wordt allereerst een gevalideerde risicobeoordelingstest ontwikkeld⁵. Het is op grond van artikel 2.6 van de Wet dieren en artikel 3.4 van het Besluit houders van dieren verboden om in de fokkerij te selecteren op eigenschappen die maken dat het dier een gevaar is voor mensen of andere dieren. Hieronder valt ook het fokken op

³ Een hoog-risico hond is gedefinieerd als: 'een hond die bij bijten in staat is tot het toebrengen van bovenmatig ernstige bijtschade, soms met de dood tot gevolg' (Kamerstuk 28286, nr. 909, bijlage 3).

⁴ Stand van zakenbrief dierenwelzijn gezelschapsdieren, 19 juni 2019 (Kamerstuk 28286, nr. 1056).

⁵ Kamerbrief Stand van zaken hoog-risico honden, 9 november 2018 (Kamerstuk 28286, nr. 1003).

agressief gedrag. Met een gevalideerde risicobeoordelingstest kunnen ouderdieren met ongewenst gedrag worden onderscheiden en uitgesloten van de fokkerij. Hiermee kan uitvoering gegeven worden aan de motie over een fok- en importverbod als sluitstuk van het beleid ten aanzien van hoog-risico honden⁶. Enkel het uitsluiten van dieren voor de fokkerij is geen sluitende aanpak. Tevens moet het fokverbod kunnen worden gehandhaafd. Het gebruikmaken van bijvoorbeeld sperma waarmee nakomelingen met een verhoogd risico kunnen worden geproduceerd moet ook kunnen worden aangepakt. Het aanleggen van een DNA-databank is hiervoor mogelijk van toegevoegde waarde.

Het ministerie van LNV heeft het Centre for Sustainable Animal Stewardship de opdracht gegeven om uit te zoeken óf en op welke manier een DNA-databank kan bijdragen aan het verminderen van bijtincidenten. Aanleiding hiervoor is de Kamerbrief³ over de stand van zaken hoog-risico honden, waarin Minister Schouten aangeeft te gaan bekijken of het opzetten van DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zou kunnen zijn.

1.2 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen, die in afstemming met de opdrachtgever (ministerie van LNV) zijn geformuleerd, bestaan uit een hoofdvraag en vier deelvragen.

De hoofdvraag luidt als volgt: *kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn om het fokken van en de handel in agressieve honden beter in beeld te krijgen en de handhaving van het verbod om te fokken op gedragsafwijkingen (waaronder agressiviteit) te versterken?*

De volgende deelvragen die hierbij ook beantwoord moeten worden luiden als volgt:

1. *Kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn voor de handhaving van een fokverbod van een individuele agressieve hond met de hierbij behorende onderbouwing?*
2. *Kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn om bepaalde agressieve lijnen inzichtelijk te krijgen met de hierbij behorende onderbouwing?*
3. *Op welke wijze zou een DNA-databank in Nederland opgericht kunnen worden? Hierbij moet ook de mogelijkheid bekeken worden om aan te sluiten bij al bestaande systemen. Welke wijze heeft hierbij de voorkeur en waarom?*
4. *Op welke wijze kan een DNA-databank gevuld worden en wat heeft, gelet op voor- en nadelen waaronder de kosten en de minimaal benodigde vullingsgraad, de voorkeur? Hierbij ook aangeven welke verplichting andere systemen kennen, de kosten ervan en waarom juist hiervoor gekozen is. Mogelijke manieren van vullen, die kunnen worden meegenomen zijn:*
 - a. *Verplichte DNA-afname van alleen die honden die als gevaarlijk zijn aangewezen en/of betrokken zijn geweest bij een bijtincident of hondengevecht;*
 - b. *Verplichte DNA-afname van elke pup, ongeacht of de honden bedrijfsmatig of particulier gefokt zijn;*
 - c. *Verplichte DNA-afname van honden die zich binnen Nederland bevinden en waarvoor ook de chip registratie op van toepassing is;*
 - d. *Verplichte DNA-afname van alleen die pups die bedrijfsmatig gefokt zijn;*
 - e. *Verplichte DNA-afname honden die geïmporteerd worden;*
 - f. *Een combinatie van de punten als genoemd onder a t/m e.*

De opdrachtgever heeft verder meegegeven dat bij de beantwoording ook aandacht moet worden geschonken aan de periode die nodig is voordat een databank gevuld is en voordat er in de praktijk

⁶ Motie van dhr. De Groot (D66) over een fok- en importverbod als sluitstuk van het beleid ten aanzien van hoog-risico honden (Kamerstuk 28 286, nr. 957)

daadwerkelijk mee gewerkt kan worden. Hierbij moeten ook de volgende zaken expliciet worden meegenomen:

- a. De wijze waarop de databank in België tot stand is gekomen en nu gevuld wordt;
- b. De periode waarbinnen deze databank tot resultaten heeft geleid;
- c. Welke resultaten dat zijn.

1.3 Methode van onderzoek en opbouw van het rapport

Dit rapport is tot stand gekomen aan de hand van expertise van betrokken onderzoekers en beschikbare wetenschappelijke literatuur ten aanzien van hondengedrag, DNA-onderzoek en DNA-databanken. Ook is met een aantal externe experts⁷ op het gebied van (forensische) opsporing, DNA-onderzoek en/of bijtincidenten een verkennend gesprek gevoerd om extra informatie te verkrijgen en te peilen hoe zij denken over de eventuele toegevoegde waarde van een DNA-databank.

Het rapport is opgebouwd uit verschillende hoofdstukken en paragrafen. In hoofdstuk 2 van het rapport wordt achtergrondinformatie gegeven over agressief gedrag bij honden, genetica en de mogelijkheden die DNA kan bieden voor onder andere opsporing en onderzoek. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een overzicht gegeven van bestaande DNA-databanken (zowel in Nederland als in het buitenland) bij honden.

In hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe een DNA-databank voor honden, met als doel het verminderen van bijtincidenten, zou kunnen functioneren en wat daarvoor nodig is. In dat hoofdstuk is ook de beantwoording van de deelvragen te vinden. Tenslotte bevat hoofdstuk 5 het concluderend advies van het rapport en wordt de hoofdvraag van het onderzoek beantwoord.

⁷ Zie bijlage 1 voor functies/organisaties van deze personen. Een namenlijst is uit privacyoverwegingen niet opgenomen. Meer informatie is op te vragen bij CenSAS.

Hoofdstuk 2

Achtergrond gedrag en DNA

Voordat wordt ingegaan op de mogelijkheden die een DNA-databank voor honden kan bieden in het terugdringen van bijtincidenten, is het van belang een achtergrond te schetsen over gedrag, DNA en de relatie tussen beide. In de paragrafen over gedrag wordt ingegaan op de verschillende vormen van agressief gedrag en de genetische aanleg voor agressie. In de paragrafen over DNA wordt uitgelegd wat DNA is, waaruit het geïsoleerd kan worden, hoe een DNA-profiel gemaakt kan worden en wat de toepassingen van DNA-onderzoek zijn.

2.1 Maatschappelijk ongewenst agressief gedrag bij de hond

Maatschappelijk ongewenst agressief gedrag verwijst in het algemeen naar bijtincidenten in de openbare ruimte, waarbij de agressie van de hond gericht is op kinderen (kwetsbaar door hun gedrag en beperkte grootte), volwassenen of andere honden, soms met dodelijke afloop. Daarnaast kan er sprake zijn van ongewenst agressief gedrag naar andere dieren, zoals schapen, katten, konijnen etc.

Er wordt in algemene zin makkelijk gezegd dat een hond 'agressief' is. De term 'agressie' beschrijft echter een grote groep diergedragingen. Agressief gedrag begint al bij (subtiel) dreiggedrag, zoals verstijven, aanstaren, grommen, blaffen en lip optrekken, en kan uiteindelijk eindigen in bijten. De drijfveer om agressief gedrag in te zetten kan vanuit het perspectief van de hond heel functioneel zijn; de hond wil zijn territorium verdedigen, aanlijnen vermijden vanwege een pijnlijke nek of zijn favoriete speeltje verdedigen. Ook onzekerheid of angst kunnen de drijfveer zijn voor agressief gedrag. Als een hond ergens bang voor is kan hij ervoor kiezen om weg te lopen, maar ook om te vechten. Welke strategie een hond kiest is afhankelijk van zijn genetische aanleg (ras, type en persoonlijkheid) én van zijn eerdere ervaringen met betrekking tot welke strategie wel werkt en welke niet. Hoe meer een hond ervaart dat het helpt om agressie in te zetten (belonend), hoe vaker hij die strategie zal inzetten.

Na een bijtincident volgt altijd de vraag wat het risico is voor de samenleving op toekomstige bijtincidenten en óf en hoe deze zijn te voorkomen. Voor het voorkómen van en omgaan met maatschappelijk ongewenst agressief gedrag is het daarom belangrijk om eerst vast te stellen waarom de hond het gedrag vertoont. Kortom: wat is de oorsprong of oorzaak van het gedrag en wat is de motivatie van de hond om het gedrag te vertonen? Er kunnen verschillende vormen van agressief gedrag worden onderscheiden, waaronder pijn-geïnduceerde agressie, maternale agressie, territoriale agressie, object agressie, hond-hond agressie, spelagressie, angst-agressie etc. [9,10]. In veel gevallen kan het risico voor de maatschappij aanvaardbaar laag blijven door bijvoorbeeld behandeling van lichamelijke pijn veroorzakende probleem, management-aanpassingen, voorkomen van de situatie of training.

Wanneer de oorzaak ligt in de vroege levensfase (gebrekkige moederzorg of gebrekkige socialisatie) of hoofdzakelijk sprake is van een erfelijke aanleg, is het lastiger om het gedrag van de hond te veranderen. Onlangs is een artikel verschenen over honden die andere honden doodbijten [11]. Waar de meeste honden waarschuwen (grommen, blaffen, tanden laten zien) voor ze tot bijten overgaan, blijkt een specifieke groep honden geen enkel waarschuwingssignaal af te geven. De honden hebben een gedragspatroon waarin 'jachtgedragingen', zoals het fixeren op en benaderen van de prooi, zichtbaar zijn. Ook schudt de hond zijn slachtoffer als een te doden prooi, wanneer hij hem te pakken heeft. De resultaten suggereren dat er mogelijk een sterke erfelijke component bestaat.

Alleen door een zorgvuldige analyse van alle oorzakelijke factoren kan achterhaald worden van welke vorm(en) van agressief gedrag sprake is en hoe aannemelijk het is dat de hond nog eens zal bijten. Dit is ook de reden dat het Openbaar Ministerie na een inbeslagname van een hond vraagt

om een uitgebreide risicoanalyse uitgevoerd door hondengedragsdeskundigen van de faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht.

2.2 Gedragsgenetica en de aanleg voor agressie

2.2.1 Domesticatie en genetische predispositie

De domesticatie van de hond vond ruim 12 duizend jaar geleden plaats. Hoewel de hond DNA deelt met wolven door een gemeenschappelijke voorouder-wolf, is het beslist een ander dier. Dit zien we onder andere terug in het gedrag van honden naar mensen toe. Waar wolven van nature schuw zijn en geen echte samenwerking met mensen aangaan, doen honden dit wel. Lang zijn angst, agressie en daaraan gerelateerde eigenschappen, zoals 'tamheid', beschouwd als het centrum van domesticatie van honden [12]. Dit werd ondersteund door experimentele domesticatie van zilvervossen [13]. Zowel wilde wolven als vossen zijn doorgaans angstiger en agressiever dan hun gedomesticeerde tegenhangers. Sommige hondenrassen zijn echter later weer actief geselecteerd op de genetische aanleg voor een verhoogde agressiviteit in bepaalde contexten. Denk aan vechten, bewaken of ongediertebestrijding.

Rond 10.000 voor Christus begonnen mensen met de doelgerichte selectie van 'tamme' honden. Er werd geselecteerd op de erfelijke aanleg voor bepaalde gedragseigenschappen die hen geschikt maakten om specifieke taken voor de mens uit te voeren. Hierdoor ontstonden er honden die gespecialiseerd waren in speuren, 'pointen' en apporteren tijdens de jacht (jachthonden en retrievers); het bijhouden van schapen of koeien (hoeders en herdershonden); en het bewaken van het erf, huis en haard (waakhonden).

Inmiddels kennen we een grote verscheidenheid aan hondenrassen, met elk hun eigen gedragseigenschappen. Wereldwijd zijn meer dan 350 erkende rassen vastgelegd. Dankzij gedragsobservaties bij honden is bekend dat veel van de geobserveerde gedragingen rasspecifiek zijn en persisteren bij honden binnen het hondenras, zelfs in afwezigheid van training of specifieke motivatie. Dit betekent dat gedragingen als hoeden, punten, speuren of jagen in ieder geval op genetisch niveau zijn vastgelegd. Deze erfelijke aanleg maakt dat honden van een bepaald ras in bepaalde omstandigheden eerder geneigd zijn bepaalde gedragingen (waaronder agressie) te vertonen dan honden uit een andere rassen. Dit fenomeen staat bekend als 'genetische predispositie' voor een bepaald gedrag [14].

2.2.2 Genetische predispositie en agressief gedrag

Het gedrag van een hond is een combinatie van de genetische aanleg en de omgeving (moederzorg, socialisatie, leerervaringen, context, eigenaar, etc.). Waar de genetische predispositie voor (ras)specifieke gedragingen in het algemeen niet ter discussie staat, wordt de specifieke genetische predispositie tot agressief gedrag nog wél eens ter discussie gesteld. Er wordt bij bijtincidenten veelal naar de context gewezen en benadrukt dat er ook sprake kan zijn van angstagressie of pijn-geïnduceerde agressie. Hoewel de karakterisatie van het type agressie een belangrijk aandachtspunt is bij de analyse van bijtincidenten, kan niet voorbijgegaan worden aan de erfelijke neigingen van de hond. Agressie behoort tot op zekere hoogte tot het normale gedrag van alle honden, echter hebben sommige hondenrassen de neiging om van nature extreem agressief te zijn [15,16]. Het ligt bijvoorbeeld eerder in de aard van een zelfstandig werkende erfbewaker om agressie tegen een onbekend persoon in te zetten, dan bijvoorbeeld in de aard van een retriever.

Bovenop de algemene genetische predispositie van rassen, geven ouderdieren ook de erfelijke aanleg voor specifieke gedragseigenschappen door aan hun nakomelingen. Daarnaast is er steeds meer bewijs voor de genetische basis van persoonlijkheid, die gerelateerd is aan een copingmechanisme van de hond. Dat wil zeggen of een hond ergens actief op af gaat (*active copier*), of eerst de kat uit de boom kijkt (*passive copier*) [17]. Al deze erfelijke componenten spelen samen een rol bij het risico op bijtincidenten [18].

2.2.3 Fokselectie tegen ongewenste agressie en voor sociaal wenselijk gedrag

Kennis over erfelijke aanleg voor gedragseigenschappen maakt het binnen de hondenfokkerij mogelijk om te selecteren op gewenst gedrag en zo in opeenvolgende generaties meer sociale honden te fokken. Op dit moment is een wetenschappelijk gestandaardiseerde gedragstest (MAG- of TOP-test) het enige beschikbare instrument om een inschatting te maken van de gedragseigenschappen van ouderdieren. In de toekomst zal echter, net als voor gezondheidskenmerken, ook informatie beschikbaar komen over de genetische aanleg voor bepaalde gedragskenmerken. Recente geneticastudies suggereren dat bij honden kleine aantallen genen in belangrijke mate *morfologische fenotypes* controleren, zoals kortschedeligheid of schofthoogte. In het verlengde hiervan wordt verondersteld dat, ten minste sommige, hondengedragingen ook door kleine aantallen genen worden gecontroleerd [18]. Onderzoekers hebben aangetoond dat bij honden genetische variaties op twee loci bepalend lijken voor de aanleg voor angst en agressie gericht naar onbekende mensen of andere honden [18]. De ene variant verhoogt het risico op angst en agressie, waar de andere het risico verlaagt. Deze variaties zijn mogelijk bepalend geweest voor het domesticatieproces. Onderzoekers identificeerden ook overeenkomsten tussen de genetische variatie in vossen met variaties die belangrijk zijn in de domesticatie bij honden. Daarnaast is een genetische variatie geassocieerd met het *Williams-Beuren-syndroom* bij mensen, een genetische aandoening die wordt gekenmerkt door extreem extravert vriendelijk gedrag, gevonden bij honden [19].

Identificatie van genetische variaties die in belangrijke mate bijdragen aan een tam, c.q. niet-agressief karakter, kan in de toekomst positief bijdragen aan het terugdringen van bijtincidenten door selectie ten gunste van deze variaties. DNA voor genotypering, samen met fenotypering op basis van een gestandaardiseerde gedragstest kan helpen deze genen te identificeren en dit toekomst perspectief dichterbij brengen. Ook kan nader onderzoek naar genen die bijdragen aan het eerder (paragraaf 2.1) beschreven fenomeen van jachtgedragingen bij dodelijke bijtincidenten perspectief bieden om honden met deze aanleg uit te sluiten voor de fok.

2.3 DNA

2.3.1 Wat is DNA?

Het DNA (desoxyribonucleïnezuur) is de drager van erfelijke informatie. Het is opgeslagen in chromosomen, die zich in celkernen bevinden. DNA bestaat uit twee lange strengen van zogenaamde nucleotiden (de bouwstenen van DNA) die om elkaar heen gewikkeld zijn in een dubbele helix. Er bestaan vier verschillende nucleotiden, namelijk: adenine (A), thymine (T), guanine (G) en cytosine (C). In de dubbele helix worden de nucleotiden van de ene streng gecombineerd met die van de andere streng. De combinatie van twee nucleotiden (A en T, ofwel G en C) wordt een basenpaar genoemd. In totaal bestaat DNA uit wel 2 à 3 miljard van deze basenparen. Strengen van opgerold DNA vormen chromosomen, die aanwezig zijn in de celkern van iedere lichaamscel. Zoogdieren hebben van elk chromosoom twee kopieën. Eén chromosoom is afkomstig van de moeder en één chromosoom van de vader. Een hond heeft 38 van deze chromosomenparen (autosomen) en nog twee geslachtschromosomen (een vrouwelijk dier heeft twee X-chromosomen en een mannelijk dier een X en een Y-chromosoom).

De DNA-sequentie (de volgorde waarin de nucleotiden voorkomen) van een diersoort ligt voor 99% vast. Een klein deel van de 1% variatie zorgt voor individuele kenmerken en de rest van de variatie heeft geen functionele betekenis. Variaties worden doorgegeven van ouder naar kind en kunnen worden gebruikt voor afstammingsbepaling en identificatie. Het in kaart brengen van de DNA-varianties van een individu wordt genotypering genoemd, oftewel het maken van een DNA-profiel.

2.3.2 Isolatie van DNA en het maken van een DNA-profiel

DNA is aanwezig in de celkern van cellen van een organisme. Ieder weefsel of lichaamsexcreet (zoals bloed, slijm, ontlasting) dat cellen bevat, kan dus gebruikt worden voor het isoleren van DNA (het maken van een DNA-extract). De hoeveelheid celkernen die in een monster aanwezig is, bepaalt de hoeveelheid DNA dat geïsoleerd kan worden en het aantal DNA-onderzoeken dat

uitgevoerd kan worden. Hoewel DNA over het algemeen stabiel is, kan de kwaliteit van het DNA achteruitgaan door de wijze van monsternamen en opslag. Bij het afnemen van DNA door middel van wangslim bij pups, moet ervoor worden gewaakt dat de pup niet kortgeleden heeft gedronken bij de moeder. Achtergebleven moedermelk kan contaminatie geven van het geïsoleerde DNA van de pups.

Naast de celkern, bevatten ook mitochondriën DNA. Mitochondriën zijn cel-onderdelen die zorgen voor de energievoorziening van cellen. Het mitochondriale DNA is minuscule in vergelijking met het DNA in de celkern en er komt maar een beperkt aantal variaties in voor. De mitochondriën en het DNA daarvan worden geërfd via de moeder en niet via de vader. Dit komt doordat alleen eicellen mitochondriën bevatten en zaadcellen niet. Alle nakomelingen van een vrouwelijk dier en de nakomelingen van haar dochters hebben hetzelfde mitochondriale DNA. Daarom kan dit DNA niet gebruikt worden voor identificatie van een individu. Wel kan het gebruikt worden voor het uitsluiten van individuen. Haren waarvan het haarzakje ontbreekt, bevatten geen DNA uit celkernen, maar wel mitochondriaal DNA.

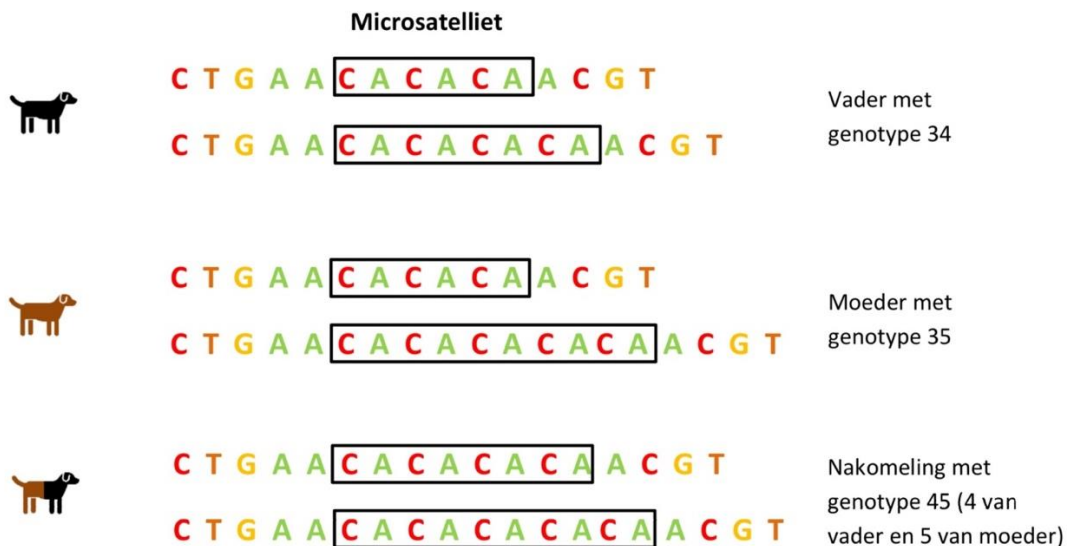
Middels extractiemethoden in een laboratorium kan onder andere DNA geïsoleerd worden uit:

- Bloed (witte bloedcellen)
- Haarzakjes van uitgetrokken haren
- Haren zonder haarzakje (enkel mitochondriaal DNA)
- Speeksel
- Wangslimvlies
- Urine
- Ontlasting
- Moedermelk
- Weefselmonsters
- Sperma

Elk dier heeft een uniek DNA-profiel. Een DNA-profiel is een set van 'genetische markers'. Dit zijn stukken DNA waarvan de volgorde (sequentie) van de nucleotiden verschilt tussen dieren. Aan de hand van DNA-profielen kunnen dieren geïdentificeerd en van elkaar onderscheiden worden. Wanneer het DNA-profiel van een dier is vastgelegd in een databank, kan worden bepaald of DNA-materiaal wat elders verzameld is (zoals speeksel, bloed, haar of sperma) afkomstig is van het betreffende dier. Er bestaan verschillende typen DNA-profielen. Hier wordt ingegaan op de DNA-profielen die op basis van (a) microsatellieten en (b) SNPs kunnen worden gemaakt.

a. Microsatellieten

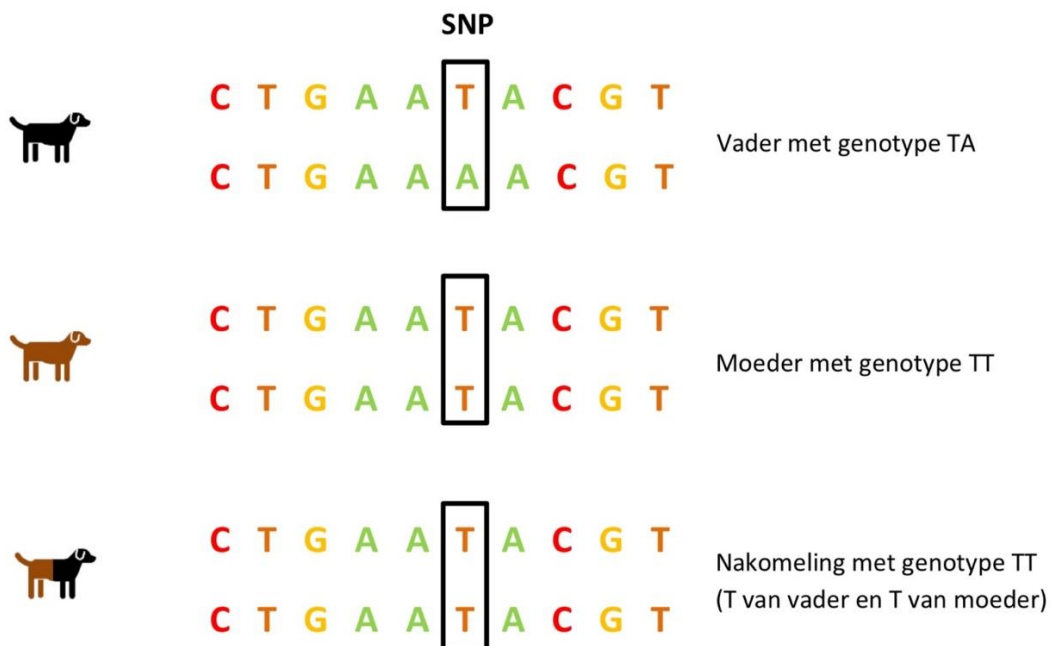
Microsatellieten of Short Tandem Repeats (STRs) zijn korte sequenties DNA van enkele nucleotiden lang, die meermaals herhaald worden en waarvan het aantal herhalingen aan mutaties onderhevig is. Hierdoor kunnen er binnen een populatie op één locatie op het DNA (locus) meerdere varianten met verschillende aantallen herhalingen voorkomen (zie onderstaande illustratie). Doordat er zoveel verschillende varianten van microsatellieten zijn, zijn ze erg geschikt voor de identificatie van families en individuen [20,21]. Uit onderstaande illustratie (figuur 1) blijkt dat er van een bepaalde microsatelliet 3 allelen bestaan, namelijk met drie, vier of vijf herhalingen. Omdat een dier zowel van de vader als van de moeder een allel krijgt, kunnen individuen in een populatie een van de volgende zes genotypen hebben: 33, 44, 55, 34, 35 of 45. De drie allelen zijn slechts een voorbeeld. Microsatellieten kunnen nog veel meer dan drie allelen hebben, wat het aantal mogelijke combinaties (genotypen) vergroot.



Figuur 1: voorbeelden van genotypen op basis van microsatellieten. Te zien is het genotype van een vader (34, met allelen 3 en 4), moeder (35, met allelen 3 en 5) en mogelijke nakomeling (45, met allelen 4 en 5).

b. Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs)

Een Single Nucleotide Polymorphism, oftewel SNP (uitgesproken als 'snip'), is een variatie in het DNA van één nucleotide (zie figuur 2). Een groot deel van de variaties in een populatie bestaat uit deze SNPs. Als er voldoende SNPs worden getypeerd, kunnen individuen op basis van SNPs geïdentificeerd worden. Daarnaast kunnen op basis van SNPs uiterlijke kenmerken in kaart worden gebracht (bijvoorbeeld vachttype, vachtkleur en grootte van de hond). Het in kaart brengen van deze uiterlijke kenmerken kan niet met microsatellieten. Voor het maken van SNP-profielen is, mede afhankelijk van de toepassing en het aantal te typeren SNPs, doorgaans meer DNA nodig dan voor microsatelliet-profielen. In tegenstelling tot een microsatelliet, heeft een SNP altijd maar twee allelen. In onderstaande illustratie (figuur 2) wordt de overerving van een SNP weergegeven met de allelen 'T' en 'A'. Individuen binnen een populatie kunnen voor bij SNP drie verschillende genotypen hebben, namelijk: TT, AA of AT.



Figuur 2: voorbeelden van genotypen op basis van SNPs. Te zien is het genotype van een vader (TA, met allelen T en A), moeder (TT, met tweemaal allel T) en mogelijke nakomeling (TT, ook met tweemaal allel T).

2.3.3 Toepassingen van DNA-onderzoek

Momenteel is het gebruikelijk om in het genetisch forensisch onderzoek, voor zowel mensen als dieren, te werken met microsatellieten (specifiek de zogenaamde STR-multiplex assays). Een belangrijk voordeel van deze techniek is dat er weinig DNA nodig is en dat er een goed onderscheid gemaakt kan worden tussen twee verschillende DNA-profielen in een monster dat DNA van meerdere individuen bevat. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer een swab wordt genomen van een bijtewond; er wordt dan zowel DNA van het slachtoffer als van de dader verkregen. Voor honden bestaat er een gevalideerd assay die met grote waarschijnlijkheid een individu kan onderscheiden én waarvan een uitgebreide referentiedatabase bestaat (met onder andere informatie over allelfrequenties binnen populaties/rassen) [20,21]. Kleine SNP-assays worden humaan wel toegepast voor bijvoorbeeld het bepalen van uiterlijke kenmerken [22,23]. Voor het typeren van zeer grote hoeveelheden SNPs is wat meer DNA nodig. Zo heeft bijvoorbeeld de Canine HD Bead Chip van illumina voor het typeren van 170.000 SNPs 200 ng (nanogram, 10^{-9}) DNA nodig, terwijl de STR (microsatelliet) multiplex assay voor honden (22 microsatellieten) slechts 100 pg (picogram, 10^{-12}) DNA nodig heeft. Een grotere hoeveelheid DNA verkrijgen is geen probleem als er bijvoorbeeld een DNA-swab beschikbaar is die direct afkomstig is van de hond, maar kan wel lastig zijn als DNA uit een swab van een bijtewond moet worden geïsoleerd.

Identificatie van een dier

Door een DNA-profiel afkomstig van een hond te vergelijken met in de databank aanwezige DNA-profielen afkomstig van een plaats delict of een slachtoffer kan worden achterhaald of de hond inderdaad aanwezig was op de plaats delict of het slachtoffer heeft gebeten. Stel, een hond heeft gebeten en uit de bijtewond is middels een swab DNA afgenomen. Dit monster bevat zowel DNA van het slachtoffer als DNA afkomstig van het speeksel van de dader. Door gebruik te maken van bio-informatica kunnen het DNA-profiel van het slachtoffer en de dader onderscheiden worden. Het daderprofiel kan vervolgens worden vergeleken met profielen van eerdere monsters in een databank of een profiel dat is gemaakt van DNA-materiaal van de vermoedelijke dader. Er kan zo worden achterhaald welke hond gebeten heeft. Voor het identificeren van twee verschillende profielen in een mengmonster waarbij erg weinig DNA beschikbaar is, zijn microsatelliet-profielen over het algemeen meer geschikt dan SNP-profielen.

Verwantschapsonderzoek en ouderschapscontrole

Door het vergelijken van DNA-profielen (zowel op basis van microsatellieten als SNPs) van ouderdieren en nakomelingen kan worden vastgesteld of een pup daadwerkelijk een nakomeling is van de betreffende ouderdieren. Om zeker te weten welke individuen de ouders zijn, is een DNA-profiel van beide ouderdieren nodig. Voor alle Nederlandse rashonden met een stamboom (ongeveer 35.000 pups per jaar) is dit al beschikbaar vanwege de afstammingscontroles die de Raad van Beheer op Kynologisch gebied uitvoert.

Stel dat een vaderdier voor een microsatelliet genotype 34 heeft en een moederdier 35, dan kunnen de nakomelingen genotype 33, 35 of 45 hebben. Wanneer er bijvoorbeeld een individu wordt getest met genotype 44, kan dit nooit een nakomeling zijn van die vader en moeder. Hetzelfde kan worden getest met SNP-profielen. Wanneer bijvoorbeeld een vaderdier genotype AT heeft en een moederdier genotype TT hebben, kan een nakomeling nooit genotype AA hebben.

Wanneer een DNA-profiel van slechts één van beide ouderdieren en een vermoedelijke nakomeling beschikbaar is, kan aangetoond worden of er nauwe verwantschap is tussen beide dieren (en dus een ouder-kind relatie mogelijk is), of dat een ouder-kind relatie niet mogelijk is. De ouder-kind relatie kan echter in dit geval niet definitief worden vastgesteld. Echter, wanneer bijvoorbeeld DNA beschikbaar is van meerdere nakomelingen, kunnen de DNA-profielen van de ouders gededuceerd worden en is het wel weer mogelijk om ouderschap met grote waarschijnlijkheid vast te stellen. In het scenario dat DNA-profielen van grootouders of andere naaste familieleden beschikbaar zijn, is dit ook mogelijk. Om de waarschijnlijkheden te kunnen berekenen wordt gebruik gemaakt van kansberekening met DNA-profielen en afstammingsgegevens.

Indien voor een hond een fokverbod is opgelegd (naar aanleiding van artikel 3.4 van het Besluit houders van dieren), kan middels verwantschapsonderzoek dus worden bijgedragen aan de handhaving. In verwantschapsonderzoek wordt een set van meerdere variaties (microsatellieten of SNPs) in het DNA meegenomen. Hoe meer variaties worden meegenomen, hoe zekerder de testuitslag wordt.

Uiterlijke identificatie

Voor honden zijn DNA-testen beschikbaar waarmee aan de hand van SNP-profielen uiterlijke kenmerken kunnen worden vastgesteld. Hiermee kan worden bepaald wat voor kleur en type vacht (lang, kort, krullend etc.) een hond heeft. Ook zijn er diverse genetische variaties geïdentificeerd die de grootte en het formaat van de hond beïnvloeden. Door daarnaar te kijken, en te vergelijken met een referentiedatabase van het betreffende ras, kan een inschatting gemaakt worden van hoe groot en zwaar de hond is. Tevens zijn er genetische variaties die coderen voor bijvoorbeeld hangende oren of rechtopstaande oren, vorm van de schedel en aan- of afwezigheid van een staart.

Op basis van een SNP-profiel kan dus een vrij goed beeld gevormd worden van het uiterlijk van een hond die betrokken was bij een bijtincident. Dit kan van belang zijn wanneer DNA is verzameld van bijvoorbeeld een plaats delict of van een slachtoffer. Door DNA te isoleren uit aanwezige ontlasting, urine, haren, bloed of een wond, kan een beeld worden verkregen van de uiterlijke kenmerken van de betreffende hond.

Vaststellen van een ras(groep) op basis van DNA-genotypering

Middels het vergelijken van het SNP-profiel van een hond met een referentiegroep, bestaande uit SNP-profielen met vertegenwoordigers van alle bestaande hondenrassen is het mogelijk om te berekenen aan welk ras of rassen de betreffende hond het meest verwant is. Deze referentiedatabanken voor rassen zijn beschikbaar.

Het vaststellen van het ras kan, evenals de uiterlijke identificatie, van belang zijn om de identiteit van een hond vast te stellen indien het DNA is afgenomen uit een bijtwond bij het slachtoffer of op plaats delict is verzameld.

Hoofdstuk 3

Bestaande DNA-databanken voor honden

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de voor dit onderzoek meest relevante DNA-databanken die op dit moment in gebruik zijn voor het verzamelen, testen, onderzoeken en opslaan van DNA van honden. Mogelijk kan bij de reeds bestaande systemen aansluiting worden gevonden in de vorm van gegevensuitwisseling of koppeling met nieuw op te zetten DNA-databank.

3.1 DNA-Databanken voor honden in Nederland

Bestaande DNA-databanken voor honden zijn voornamelijk gericht op verbeteringen binnen de fokkerij. DNA wordt gebruikt voor zowel gezondheidsonderzoek als afstammingscontrole.

DNA-databank voor gezonde en sociale honden

Het ExpertiseCentrum Genetica Gezelschapsdieren⁸ (ECGG) van de faculteit Diergeneeskunde (Universiteit Utrecht) doet onder andere onderzoek naar erfelijke aandoeningen bij honden en katten. Naast het diagnoseregistratiesysteem PETscan⁹, dat in opdracht van het ministerie van LNV is ontwikkeld voor het in beeld brengen van de incidentie van erfelijke aandoeningen, heeft het ECGG een DNA-databank met DNA-extracten en DNA-profielen van honden en katten. Er worden DNA-testen uitgevoerd in opdracht van huisdiereigenaren. Met deze DNA-testen wordt bepaald of het dier lijdt aan een erfelijke ziekte of er drager van is. De testen die worden aangeboden, zijn ontwikkeld door het ECGG. Voorbeelden van ziekten waarop getest wordt zijn onder andere: dwerggroei bij de Duitse herder, epilepsie bij de Boerboel, cerebrale dysfunctie bij de Stabyhoun en Von Willebrand ziekte bij het Nederlandse Kooikerhondje. Met toestemming van de eigenaar is het DNA blijvend beschikbaar voor wetenschappelijk onderzoek.

Naast DNA dat gebruikt wordt voor deze diagnostische testen, worden DNA-extracten opgeslagen van patiënten die worden aangeboden bij de Universiteitskliniek voor Gezelschapsdieren of samenwerkende instituten. De patiënten waarvan DNA wordt opgeslagen zijn fenotypisch gekarakteriseerd. Dit betekent dat er uitgebreide diagnostiek is uitgevoerd voor het stellen van een diagnose van een bepaalde ziekte. Ook wordt in samenwerking met de Gedragskliniek voor Dieren (faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) het gedrag van de dieren nauwkeurig beschreven. Door het combineren van DNA-genotyperingen en zorgvuldige (gedrags-) fenotyperingen wordt het mogelijk om DNA-varianties te identificeren die verantwoordelijk zijn voor bepaald gedrag. Een goed voorbeeld zijn de studies naar agressie bij Golden Retrievers [24,25].

Op dit moment zijn ongeveer 30.000 DNA-extracten met een fenotypische beschrijving aanwezig in DNA-databank van het ECGG. Hiermee wordt wetenschappelijk onderzoek gedaan naar erfelijke aandoeningen en gedragsafwijkingen. Door het onderzoek kunnen oorzaken van ziekten aan het licht komen en kunnen vervolgens DNA-testen worden ontwikkeld om de gebreken tijdig op te sporen en zo de juiste ouderdieren te selecteren voor de fok. Van een groot deel van de DNA-monsters is tevens een DNA-profiel gemaakt en opgeslagen. Ook deze DNA-profielen blijven beschikbaar voor wetenschappelijk onderzoek.

Momenteel worden binnen PETscan ook de mogelijkheden voor het registreren van gegevens over gedrag en bijtincidenten onderzocht en ontwikkeld. Deze gegevens kunnen in de nabije toekomst aanvullende informatie geven over welke groepen/types honden een verhoogde incidentie van bijtincidenten/afwijkend gedrag laten zien. Op die manier kan met PETscan ook worden gemonitord

⁸ <https://www.diergeneeskunde.nl/klinieken/expertisecentrum-genetica-gezelschapsdieren/>

⁹ <https://www.diergeneeskunde.nl/ziektebeeld/welzijns-en-gezondheidsproblemen-bij-gezelschapsdi/petscan/> en <https://www.uu.nl/ecgg/petscan>

of genomen maatregelen (na bijvoorbeeld training) problematisch gedrag en bijtincidenten laten afnemen.

Verder ontwikkelt het ECGG momenteel een programma om fokkers te ondersteunen in een duurzame fokkerij van gezonde en sociale honden binnen het project **Fit2Breed**. Binnen het programma worden de resultaten van wetenschappelijk onderzoek naar erfelijke ziekten en de populatie structuur gecombineerd om tot een fokprogramma te komen dat leidt tot een duurzaam gezonde populatie honden. Er wordt onder andere gebruik gemaakt van SNP-profielen waarbij gekeken wordt naar variaties in het gehele genoom, uitslagen van DNA testen voor ziekten, afstammingsgegevens en uitslagen van klinische screeningsonderzoeken. Onder klinische screeningsonderzoeken vallen ook uitslagen van gestandaardiseerde gedragstesten. Op basis van deze gegevens worden fokadviezen uitgebracht die zowel gericht zijn op de gezondheid van de pups uit een bepaalde kruising, alsook de gezondheid (en eventueel gedrag) van de populatie honden op de langere termijn. Het systeem ontzorgt fokkers, die deze complexe populatie analyses moeilijk op individuele basis kunnen uitvoeren, als zij op zoek zijn naar een goede fokcombinatie. Voor eigenaren is dit een garantie op een gezonde pup.

Een goed voorbeeld van een toepassing van Fit2Breed in relatie tot gedrag is de fokkerijbegeleiding van hulp- en geleidehonden. Alle (potentiële) hulphonden worden gestandaardiseerd gescoord op gewenst gedrag en deze scores worden in het algoritme meegenomen als een fokwaardeschatting. Andersom kan dit programma ook gebruikt worden om ongewenst gedrag, zoals agressie, gericht uit een hondenpopulatie te fokken. Het gebruik van dit programma beperkt zich niet tot rashonden. Ook voor outcross-projecten, waarbij een ander ras wordt ingekruist in een ras, is het goed toepasbaar. Op dit moment zijn er 2.000 SNP-profielen beschikbaar en deze worden gebruikt in het programma

DNA voor afstammingscontrole

Afstammingscontroles middels DNA-onderzoek zijn door de Raad van Beheer¹⁰ verplicht gesteld voor alle rashondenpups in Nederland. Voor de afstammingscontrole neemt een medewerker van de Raad van Beheer DNA af van pups in het nest bij de fokker middels een swab van het wangslimvlies. De Raad van Beheer stuurt dit DNA naar het laboratorium van de Van Haeringen Group¹¹. Daar wordt van elke pup een microsatellieten-profiel gemaakt, dat vergeleken wordt met het microsatellieten-profiel van de ouderdieren.

Fokkers kunnen de afstammingscontrole ook laten uitvoeren bij een ander geschikt laboratorium. Er moet in dat geval DNA worden afgenomen door een dierenarts en deze moet ervoor tekenen dat de chip van het betreffende dier gecontroleerd is.

Door middel van de verplichte DNA-afstammingscontrole is het DNA van alle rashonden (met een stamboom) in Nederland vastgelegd. Dit DNA blijft echter eigendom van de huidige eigenaar van de hond. Het is niet beschikbaar voor andere partijen zonder uitdrukkelijke toestemming van de eigenaar. Op dit moment is het dus niet mogelijk om toegang te krijgen tot de DNA-profielen van de rashonden in de database. Het gaat om ongeveer 35.000 DNA-profielen van rashonden per jaar. Wanneer besloten wordt om te starten met het opzetten van een DNA-databank voor honden betrokken bij een bijtincident, dan zou een koppeling met een database van DNA-profielen van rashonden van toegevoegde waarde kunnen zijn om betrokkenheid van rashonden bij bijtincidenten inzichtelijk te maken.

¹⁰ Volledige naam is Raad van Beheer op Kynologisch Gebied in Nederland.

¹¹ <https://www.vhlgenetics.com/nl-nl/>

3.2 DNA-databanken voor honden in het buitenland

Ook buiten Nederland zijn er organisaties waar hondeneigenaren op basis van DNA-onderzoek voor hun hond gezondheidsonderzoek, genotyperingen en verwantschapsonderzoek kunnen laten uitvoeren. Voorbeelden van dergelijke commerciële organisaties zijn Genoscooper Laboratorium (MyDogDNA)¹² en EMBARK¹³. Onder voorwaarden kunnen deze organisaties data delen voor wetenschappelijk onderzoek met Universiteiten en onderzoeksinstituten, echter zal dit alleen op anonieme basis zijn en zullen geen gegevens gedeeld worden van individuele honden. Ook zijn er in de meeste gevallen geen goed gevalideerde fenotypische gegevens beschikbaar. In deze paragraaf wordt niet nader ingegaan op deze organisaties en/of onderzoeken, omdat voor het huidige onderzoek specifiek aandacht is besteed aan databanken die een koppeling maken van DNA en gedrag, agressieve honden en/of bijtincidenten.

CANINE CODIS (VS)

Het beste voorbeeld van een databank met een directe koppeling tussen DNA en hoog-risico honden is de CANINE CODIS¹⁴ database, die is opgezet en wordt beheerd door het Veterinary Genetics Laboratory (onderdeel van UC Davis Veterinary Medicine). CANINE CODIS is een forensische databank voor honden die is opgezet ten behoeve van de opsporing en terugdringing van illegale hondengevechten. De databank is vergelijkbaar met de CODIS-database die door de FBI voor menselijk DNA wordt gebruikt. In CANINE CODIS worden DNA-profielen (op basis van microsatellieten) van honden, die in beslag werden genomen bij het opsporen en onderzoeken van hondengevechten, ingevoerd en opgeslagen. Ook wordt er DNA-materiaal verzameld op plekken waar mogelijk hondengevechten zijn gehouden. Het DNA in de databank wordt gebruikt om relaties en verwantschappen tussen honden te identificeren en op die manier bij personen terecht te komen die honden fokken en trainen voor hondengevechten. Het systeem vormt zo een waardevolle tool in het onderzoek naar en de opsporing en vervolging van hondengevechten. Binnen CANINE CODIS wordt geen gebruik gemaakt van markers voor uiterlijke kenmerken en de databank bevat dus geen rasspecifieke informatie.

DNA-databank (België)

Bij het verstrekken van de opdracht werd door de opdrachtgever expliciet de vraag gesteld een DNA-databank in België tot stand is gekomen en gevuld wordt. Om dit te achterhalen, is met een van de initiatiefnemers een verkennend gesprek gevoerd. Anders dan bij het verstrekken van deze opdracht werd verondersteld, is de Belgische databank niet operationeel. Het systeem moet nog worden opgezet en er zijn op dit moment geen resultaten.

Initiatiefnemers van de beoogde databank zijn Pets for Life en de Vlaamse Fokkerijcommissie, in samenwerking met het Vlaams Ministerie van Dierenwelzijn, de universiteit van Gent, De KU Leuven en een aantal gedragstherapeuten. Men wil de databank ontwikkelen om bij te dragen aan het fokken van gezonde en sociale honden door ouderdiercombinaties van een 'kwaliteitslabel' te voorzien dat gebaseerd is op gezondheid (onder andere genetische diversiteit en genetische afwijkingen) en sociaal gedrag. Toekomstige kopers van pups worden geïnformeerd over het systeem, zodat zij de keuze kunnen maken om een pup te kopen die afkomstig is van gezonde en sociale ouders. In België wordt dus niet ingezet op een databank die bedoeld is voor het versterken van de handhaving van een fokverbod op basis van gedrag of gezondheid. Ook zal de databank niet worden gebruikt voor opsporing in het kader van agressieve lijnen.

Het plan voor de Belgische databank is dat fokkers op vrijwillige basis hun ouderdieren kunnen laten deelnemen aan tests voor gezondheid en/of gedrag (deze tests zijn nog niet ontwikkeld). Indien van voldoende dieren gegevens bekend zijn, is het idee om fokwaarden te gaan berekenen.

¹² <https://mydogdna.com>

¹³ <https://embarkvet.com/>

¹⁴ <https://www.vgl.ucdavis.edu/forensics/CANINECODIS.php>

Echter, om betrouwbaar fokwaarden te kunnen berekenen is het van belang om van zoveel mogelijk dieren gegevens te verzamelen en niet enkel van de fokdieren. Dit is naar verwachting in de praktijk een grote uitdaging, zeker wanneer deelname op vrijwillige basis is.

Er is in België op dit moment dus geen speciale DNA-databank voor honden. Van rashonden wordt een DNA-profiel met microsatellieten gemaakt, vergelijkbaar met de situatie bij rashonden in Nederland. Echter, deze DNA-profielen zijn eigendom van de individuele eigenaren en in principe niet vrij beschikbaar voor wetenschappelijk onderzoek of handhaving.

3.3 Overige DNA-databanken

In deze paragraaf wordt een aantal andere DNA-databanken beschreven, die relevant kunnen zijn bij het opzetten van een DNA-databank in relatie tot bijtincidenten.

DNA-databank NFI

Bij het Nederlands Forensisch Instituut (NFI), een agentschap van het Ministerie van Justitie en Veiligheid, wordt de humane Nederlandse DNA-databank voor strafzaken beheerd¹⁵. Naast onderzoek aan menselijk DNA, wordt er bij het NFI onderzoek gedaan aan al het DNA dat niet afkomstig is van mensen. Dit onderzoek wordt gedaan door het team 'Niet-Humane Biologische Sporen' (NHBS). DNA-onderzoek dat voor humane zaken wordt gedaan kan in principe ook voor dieren worden uitgevoerd. Bij het team NHBS wordt aan de hand van DNA onder andere bepaald van welke diersoort DNA-materiaal afkomstig is en of gevonden hondenharen bijvoorbeeld afkomstig zijn van de hond van een verdacht persoon. Bij het NFI wordt voornamelijk gewerkt met microsatelliet-profielen, maar er wordt overgegaan op het gebruiken van SNPs. Een reden daarvoor is dat SNP-profielen makkelijker uitwisselbaar en vergelijkbaar zijn tussen verschillende laboratoria. Het NFI slaat naast DNA-profielen de DNA-extracten (DNA dat is geïsoleerd uit bijvoorbeeld haren of speeksel) op. Deze extracten dienen als een contra-monster en kunnen, indien nodig, worden gebruikt voor het maken van nieuwe profielen of voor aanvullende tests.

Regels voor de omgang met en het beheer van menselijk DNA, zijn vastgelegd in wetgeving¹⁶, onder andere in het Wetboek van Strafvordering en de Wet DNA-onderzoek bij veroordeelden. Wanneer een DNA-databank voor honden wordt aangelegd, moet worden bekeken of en wat voor regels (onder andere voor afname, opslag en koppeling met andere gegevens) daarvoor moeten worden opgesteld.

DNA-onderzoek faunaschade wolf

Wanneer er een schaap of ander vee wordt doodgebeten of verwond heeft een houder recht op een schadevergoeding van BIJ12, mits er sprake is van een beet door een wolf¹⁷. Om uitsluitel te geven of een schaap door een wolf of een hond is doodgebeten wordt DNA uit de wond in opdracht van BIJ12 door *Wageningen Environmental Research* onderzocht¹⁸. Met dit DNA-onderzoek, gebruikmakend van mitochondriaal DNA, is te bepalen of de dader een wolf, hond of ander roofdier was. Indien het een wolf was, kan middels microsatelliet analyse bovendien worden achterhaald om welke individuele wolf (individu, geslacht, ouderschapsbepaling) het gaat, indien er al eerder een DNA-profiel is gemaakt van de betreffende wolf. Deze gegevens worden geregistreerd in de Nationale Databank Flora en Fauna en gebruikt worden voor monitoring. Met DNA afkomstig van honden wordt tot op heden verder geen onderzoek gedaan en het wordt niet opgeslagen.

¹⁵ <https://dnadatabank.forensischinstituut.nl/>

¹⁶ <https://dnadatabank.forensischinstituut.nl/wet--en-regelgeving>

¹⁷ <https://www.bij12.nl/onderwerpen/faunazaken/faunaschade-informatie-per-diersoort/wolf/>

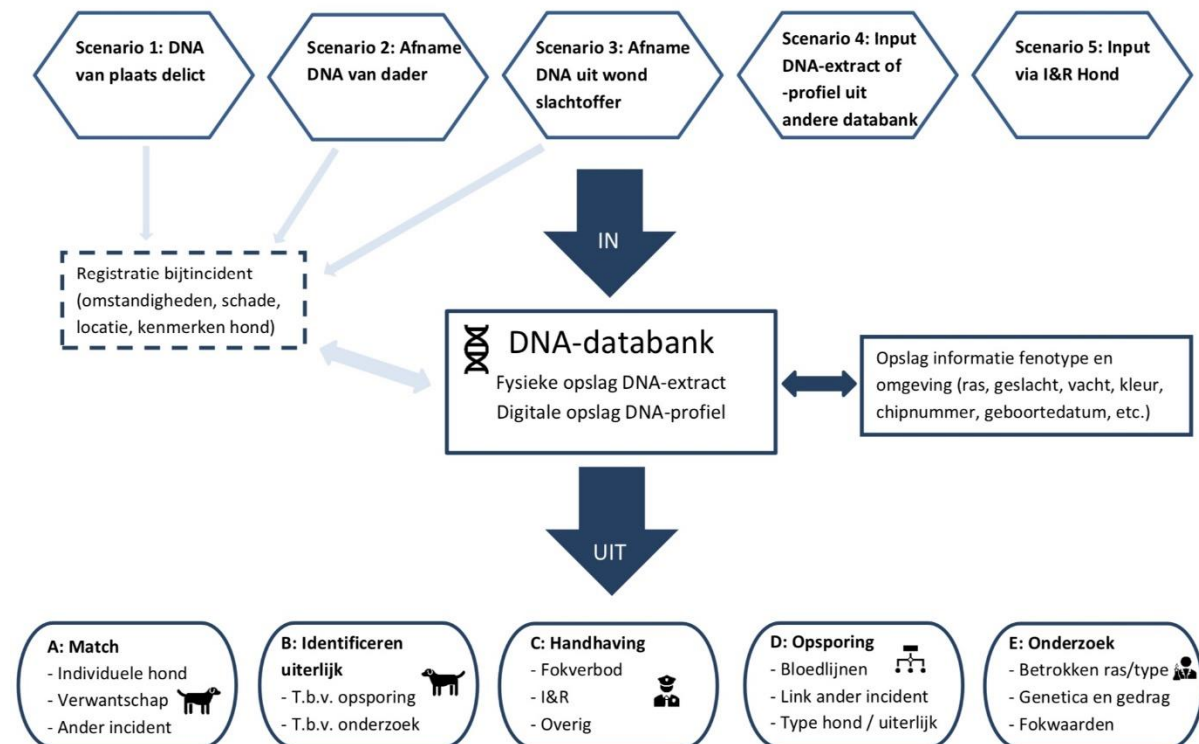
¹⁸ <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Wolven-1.htm>

Hoofdstuk 4

Inrichten en gebruiken van een DNA-databank

4.1 Scenario's voor het verzamelen van DNA

Om inzichtelijk te maken op welke manier een DNA-databank kan bijdragen aan het terugdringen van bijtincidenten, wordt gebruik gemaakt van een aantal scenario's van DNA-afname en doelen waarvoor de databank zou kunnen worden ingezet (zie figuur 3). De werking van de databank wordt aan de hand van deze scenario's beschreven.



Figuur 3: schematische weergave van hoe een DNA-databank voor honden kan functioneren. In het schema zijn verschillende scenario's (IN) voor het afnemen van DNA en doelen (UIT) waarvoor een DNA-databank kan worden ingezet weergegeven. Ook is aangegeven met welke systemen er een koppeling moet worden gemaakt.

4.1.1 Scenario 1: DNA van een plaats delict

Indien de politie geconfronteerd wordt met een locatie (plaats delict) waarvan het vermoeden bestaat dat er een hondengevecht heeft plaatsgevonden, kan er van die locatie materiaal worden verzameld (DNA-dragers). Uit deze DNA-dragers (bloed, urine, haren, ontlasting etc.) kan DNA worden geïsoleerd en daaruit kan een DNA-profiel worden gemaakt middels microsatellieten of SNPs. Hoe compleet en uitgebreid het profiel is, hangt af van de hoeveelheid en kwaliteit van de DNA-dragers. Het DNA-profiel kan worden vergeleken met DNA-profielen die al in de databank zitten voor het vinden van (A) een match (individuele hond, verwantschap of een link met een ander incident). Als er geen match is binnen de databank, kan op basis van een SNP-profiel in kaart worden gebracht hoe de hond er bij benadering uitziet (B). De uitkomsten (A of B) kunnen vervolgens worden gebruikt voor handhaving (C) en opsporing (D). Ook kunnen de gegevens voor wetenschappelijk onderzoek (E) worden gebruikt.

4.1.2 Scenario 2: Afname van DNA van een hond die heeft gebeten

Indien er een bijtincident heeft plaatsgevonden en bekend is welke hond gebeten heeft, kan van die hond DNA worden verkregen door afname van bloed of een swab van het wangslim. Hierbij kunnen grote hoeveelheden DNA verkregen worden. Afname kan worden uitgevoerd door een betrokken politieagent, BOA of dierenarts. Net als bij scenario 1 kan DNA worden geïsoleerd uit het

afgenomen materiaal om een DNA-profiel te maken. Een eventueel aanwezige chip kan worden afgelezen en geregistreerd.

Het DNA-profiel kan in de databank worden vergeleken met profielen die al zijn opgeslagen. Zo kan men achterhalen of de hond al eerder betrokken was bij een bijtincident (A) of hondengevecht (indien er een match is van DNA dat werd verzameld op een plaats delict) of er verwantschap bestaat tussen deze hond en andere honden waarvan profielen in de databank zitten (bloedlijnen inzichtelijk maken, D) en of de hond mogelijk een nakomeling is van een hond met een fokverbod (C). Het DNA-profiel kan ook worden gebruikt in wetenschappelijk onderzoek (E) dat zich richt op de betrokkenheid van typen honden bij bijtincidenten, en het leggen van links tussen genetica en gedrag.

4.1.3 Scenario 3: Afname van dader-DNA van het lichaam van het slachtoffer

Het kan voorkomen dat alleen een slachtoffer (mens of dier) van een bijtincident in beeld is en het niet bekend is welke hond heeft gebeten. Een menselijk slachtoffer gaat bijvoorbeeld naar de spoedeisende hulp of huisarts, een andere hond komt bij de dierenarts met bijtewonden of er wordt een dood dier (schaap of geit bijvoorbeeld) gevonden. In deze gevallen is het mogelijk om DNA van de dader te verkrijgen middels een swab uit de wond. Uit de swab wordt vervolgens DNA geïsoleerd (geringe hoeveelheid) en kan een (beperkt) DNA-profiel gemaakt worden van de dader. Daarnaast bevat de swab DNA van het slachtoffer. Nadat DNA-profielen (van dader en slachtoffer) van elkaar zijn onderscheiden, kan het profiel worden vergeleken met DNA-profielen in de databank voor het vinden van (A) een match (individuele hond, verwantschap of een link met een ander incident). Als er geen match is binnen de databank, kan op basis van een SNP-profiel in kaart worden gebracht hoe de hond er bij benadering uitziet (B). De uitkomsten (A of B) kunnen vervolgens worden gebruikt voor handhaving (C) en opsporing (D). Ook kunnen de gegevens worden gebruikt in wetenschappelijk onderzoek (E).

4.1.4 Scenario 4: DNA afkomstig uit andere databanken

Zoals in paragraaf 3.3 is beschreven, wordt er op verschillende plekken en voor verschillende doeleinden al DNA (-profielen) van honden verkregen en gebruikt. Het DNA of de DNA-profielen kunnen worden toegevoegd in de databank van dit onderzoek, indien betrokkenen/eigenaren daar toestemming voor geven. Te denken valt aan DNA-profielen die verkregen zijn bij het onderzoek naar faunaschade door wolven, DNA dat voor gezondheidsonderzoek is gebruikt of DNA-profielen die gebruikt zijn voor afstammingscontrole bij het fokken van honden.

Van alle rashonden in Nederland worden DNA-profielen gemaakt (zo'n 35.000 per jaar), wanneer deze zouden kunnen worden gekoppeld aan de beoogde DNA-database, kan altijd met zekerheid worden vastgesteld of ontkracht dat de bijtende hond een rashond was.

De profielen uit andere databanken of onderzoeken kunnen ook weer worden gebruikt als vergelijkingsmateriaal of ze kunnen worden vergeleken met profielen die al in de databank zitten. Dit laatste is bijvoorbeeld relevant wanneer er een dier (denk aan schaap of geit) is doodgebeten. Op dit moment wordt er geen verdere actie ondernomen wanneer blijkt dat een schaap gedood is door een hond, maar het zou relevant kunnen zijn om ook in zo een geval te achterhalen of er een link (A) is met honden die al eerder betrokken waren bij incidenten en/of te achterhalen wat het uiterlijk (B) van de hond is.

4.1.5 Scenario 5: Afname van DNA gekoppeld aan I&R-hond

Dit scenario is relevant wanneer ervoor gekozen wordt om het opslaan van DNA-profielen (verplicht of vrijwillig) onderdeel te maken van de Identificatie en Registratie (I&R) van honden. Sinds 1 april 2013 is het verplicht om elke pup in Nederland binnen 7 weken na de geboorte te chippen en te registreren¹⁹. Het chippen gebeurt door een dierenarts of erkende chipper. Eigenaren

¹⁹ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/dieren/dieren-registreren/honden>

moeten hun pup binnen 8 weken na de geboorte registreren in een van de daarvoor door de overheid aangewezen databanken. Vanaf 2020 moet elke hond bovendien over een door een dierenarts afgegeven Europees hondenpaspoort beschikken²⁰. Met deze maatregelen hoopt de overheid misstanden in fokkerij en handel van honden tegen te gaan. In dit scenario wordt beschreven hoe de koppeling van een DNA-databank met I&R-hond zou kunnen werken. Binnen dit scenario zijn de volgende deelscenario's denkbaar:

- Verplichte DNA-afname en opslag van profielen voor alle honden in Nederland (en honden die worden geïmporteerd) waarvoor ook de chip-plicht geldt
- Verplichte DNA-afname en opslag van profielen voor bepaalde typen honden in Nederland
- Verplichte DNA-afname en opslag van profielen voor alle of bepaalde typen honden waarmee bedrijfsmatig gefokt wordt
- Verplichte DNA-afname van asielhonden
- Vrijwillige DNA-afname en opslag van profielen voor alle honden in Nederland

Door het afnemen van DNA-dragers en het opslaan van DNA-profielen te koppelen aan I&R voor honden, kan van alle honden een DNA-profiel worden opgeslagen. Voor de rashonden is dit laatste al werkelijkheid. Het opslaan van DNA-profielen van alle honden biedt meer kansen voor succesvolle handhaving (C), opsporing (D) en onderzoek (E). Immers, hoe meer gegevens er bekend zijn, hoe meer er te vergelijken valt en hoe groter de kans is dat er matches (A) worden gevonden.

Bovendien zou het opslaan van DNA-profielen, als een soort vingerafdruk van de hond, de I&R versterken en borgen (C). Met de huidige chips kan fraude worden gepleegd door chips verkeerd of niet te registreren of chips weer te verwijderen. Met het gebruik van DNA-profielen gekoppeld aan chipnummers en uiterlijke kenmerken van dieren wordt het vrijwel onmogelijk om nog met de identiteit van honden te frauderen. In het hondenpaspoort kan naast het chipnummer, het registratienummer van het DNA-profiel worden toegevoegd. Ook het Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid noemt in haar rapport *de Gebeten Hond* [7] dat een DNA-databank een oplossing kan bieden voor het probleem van bewust niet registreren van honden.

4.2 Praktische uitvoering

In deze paragraaf wordt antwoord gegeven op deelvraag 3. Deelvraag 3 luidt als volgt:

Op welke wijze zou een DNA-databank in Nederland opgericht kunnen worden? Hierbij moet ook de mogelijkheid bekeken worden om aan te sluiten bij al bestaande systemen en welke wijze heeft hierbij de voorkeur en waarom?

Er wordt ingegaan op de aspecten die van belang zijn bij het opzetten, beheren en gebruiken van de DNA-databank. Hiervoor is het belangrijk te kijken naar wie de databank beheert (4.2.1), wie DNA aanlevert (4.2.2), wie de databank gebruikt (4.2.3), met welke andere systemen er koppeling kan zijn (4.2.4), op welke termijn welke resultaten te verwachten zijn (4.2.4) en welke kosten het opzetten, beheren en gebruiken ongeveer met zich meebrengt (4.2.5). Op al deze punten wordt kort ingegaan, vooral om aan te geven over welke zaken nagedacht moet worden wanneer de databank wordt opgezet. Voor specifieke kosten en doorberekening hiervan, zullen offertes moeten worden opgevraagd en hiervoor is het van groot belang om te weten om hoeveel DNA-monsters het zal gaan. Naarmate het aantal monsters toeneemt, daalt de prijs voor het maken van een DNA-profiel.

Voor de praktische uitvoering met betrekking tot de juridische aspecten rond bewijslast ten behoeve van handhaving en opsporing, wordt geadviseerd om te overleggen met de Minister van Justitie en Veiligheid en/of het NFI.

²⁰ Kamerbrief Dierenwelzijn, 4 oktober 2018.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2018/10/04/kamerbrief-over-dierenwelzijn>

4.2.1 Beheer

Wanneer er wordt gekeken naar een geschikte beheerder of eigenaar van de databank moet met een aantal aspecten (zie hieronder) rekening worden gehouden.

Onder het beheer van de DNA-databank valt het:

- a. Isoleren van DNA uit DNA-dragers en het fysiek opslaan van DNA-extracten;
- b. Maken van DNA-profielen en het veilig digitaal opslaan van deze profielen
- c. Veilig opslaan van overige gegevens van het dier (chipnummer, eigenaar gegevens, geslacht, geboortedatum, ras, kleur, vacht, ziektestatus, uitslag gedragstest etc.);
- d. Vergelijken van DNA-profielen;
- e. Uitvoeren van kansberekeningen voor verwantschapsonderzoek;
- f. Beheren en onderhouden van de benodigde ICT (voldoende capaciteit in verband met de grote hoeveelheden data en beveiligde omgeving);
- g. Hebben van de mogelijkheid tot koppeling van de database met andere systemen (denk aan registratie van bijtincidenten, resultaten van risico-inventarisaties bij bijtincidenten, I&R-hond en wetenschappelijk onderzoek naar gedrag en fokkerij).

Belangrijk bij het beheer van de databank is dat het gebeurt door een objectieve en onafhankelijke partij. Verder is het van belang dat er wordt gewerkt volgens een protocol, zodat de verkregen resultaten ook gebruikt kunnen worden voor opsporing en handhaving (het moet juridisch houdbaar zijn). Tot slot, wordt aanbevolen om het beheer in ieder geval op één plek onder te brengen, zodat er geen sprake is van versnippering.

4.2.2 Aanleveren van DNA

In deze paragraaf wordt deelvraag 4 grotendeels beantwoord. De vraag met betrekking tot kosten komt aan bod in paragraaf 4.2.6.

Deelvraag 4 luidt als volgt:

Op welke wijze kan een DNA-databank gevuld worden en wat heeft, dan gelet op voor- en nadelen waaronder de kosten en de minimaal benodigde vullingsgraad, de voorkeur? Hierbij ook aangeven welke verplichting andere systemen kennen, de kosten ervan en waarom juist hiervoor gekozen is.

Zoals in paragraaf 4.1 is aangegeven, bestaan er verschillende scenario's voor het verkrijgen van DNA. Het kan worden afgenomen van een hond die heeft gebeten, van een plaats delict of van een wond van een slachtoffer. Ook kan mogelijk DNA van honden worden afgenomen gekoppeld aan I&R-hond. Bij het opzetten van een DNA-databank moet worden bepaald in welke gevallen DNA-extracten en -profielen worden opgeslagen. Uiteraard geldt dat hoe meer DNA-profielen beschikbaar zijn, hoe meer informatie en vergelijkingsmateriaal er beschikbaar komt. Bovendien kunnen er grotere hoeveelheden chips voor het maken van DNA-profielen tegen een zeer voordelige prijs worden ingekocht.

De DNA-databank moet op de eerste plaats (zoals vermeld in de opdrachtbeschrijving) dienen om honden aan een bijtincident te linken en bloedlijnen van honden, die betrokken zijn bij incidenten, in kaart te brengen. Daarom wordt geadviseerd in ieder geval DNA af te nemen van elke hond die betrokken is bij een bijtincident. Het DNA kan direct worden afgenomen bij de hond of indirect worden verkregen uit een monster van de wond van een slachtoffer. Afname van DNA zou bijvoorbeeld standaard kunnen worden opgenomen bij een bestuursrechtelijke of strafrechtelijke procedure bij bijtincidenten, waar ook een risicoanalyse onderdeel van kan zijn²¹.

Aanvullend kan DNA afgenomen worden in het kader van I&R-hond (paragraaf 4.1.5). In dit scenario kan onder andere gekozen worden om DNA af te nemen en op te slaan van alle honden met een chipplicht of van bepaalde typen honden. Dit laatste brengt mogelijk maatschappelijke

²¹ Zie <https://www.uu.nl/organisatie/veterinaire-service-en-samenwerking/hond-maatschappij> voor meer informatie over deze analyse en de procedures rond bijtincidenten.

ophef met zich mee doordat er sprake is van hondendiscriminatie. Bovendien is de groep honden beperkt. Het afnemen en opslaan van DNA van alle honden met een chipplicht lijkt daarom het meest zinvol, omdat dan de meeste informatie beschikbaar komt en er grotere hoeveelheden chips voor het maken van DNA-profielen kunnen worden ingekocht. De meeste honden worden gechipt door een dierenarts. Deze zou dan direct bij het chippen DNA kunnen afnemen en waarborgen dat het DNA-profiel gekoppeld wordt aan de chip. Rashonden worden gechipt door een chipper van de Raad van Beheer, die tegelijkertijd ook altijd DNA afneemt voor afstammingscontrole. Idealiter wordt er overgegaan op het systeem dat chips alleen mogen worden gezet door een dierenarts die dan ook DNA afneemt en waarborgt dat het hondenpaspoort correct wordt ingevuld of gecontroleerd. De dierenarts kan de gezondheid van het dier checken en een (beperkte) inschatting maken van het gedrag van de hond.

Het is te overwegen om in eerste instantie te starten om gebruik te maken van DNA-profielen die al beschikbaar zijn in het kader van gezondheidsonderzoek of afstammingscontrole. Van alle rashonden wordt al standaard DNA afgenomen. DNA-profielen van die honden zouden in het verlengde daarvan, met toestemming van eigenaren, ook kunnen worden opgeslagen in de beoogde DNA-databank. Opslag van DNA en DNA-profielen voor wetenschappelijk onderzoek vindt plaats bij de faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht. Ook deze gegevens zouden mogelijk, met toestemming, gebruikt kunnen worden voor een eerste vulling van de DNA-databank.

Wie neemt DNA af?

Afhankelijk van het scenario (zoals beschreven in paragraaf 4.1), kan door verschillende professionals DNA verzameld worden. Professionals die naar verwachting (indirect) te maken kunnen krijgen met bijtincidenten zijn: politieagenten, BOA's, dierenartsen, huisartsen en personen werkzaam op de spoedeisende hulp. Deze personen zouden DNA-dragers (haren, swab, ontlasting) moeten kunnen verzamelen en opsturen naar de beheerder van de DNA-databank. Naast het afnemen en opsturen van DNA, moeten deze personen ook het bijtincident registreren als zodanig. Indien bij de hond ook een risicoanalyse wordt gedaan, moet de uitkomst daarvan ook bij de registratie worden gevoegd.

Net als voor de opslag van DNA, is het ook voor het afnemen van DNA belangrijk dat het volgens een protocol (ten behoeve van juridische houdbaarheid) gebeurt. Personen die DNA mogen afnemen moeten hier dus van op de hoogte zijn en volgens het protocol kunnen werken. Veel van de genoemde professionals zullen al enige ervaring hebben met afnemen van DNA. Denk aan politieagenten die sporen verzamelen en veiligstellen, dierenartsen die DNA afnemen en opsturen voor onderzoek en personen van BIJ12 die in het kader van wolvenschade materiaal van bijtewonden afnemen. Voor het opstellen van een geschikt protocol kan gebruik worden gemaakt van de ervaring die er al is bij deze personen en de verschillende laboratoria waar DNA-onderzoek plaatsvindt, waaronder het NFI.

Tot slot, moet worden afgesproken hoe lang DNA-extracten en -profielen in de databank worden opgeslagen. Voor het doen van opsporing en onderzoek is het uiteraard beter wanneer opslag zo lang mogelijk wordt gedaan. Echter, dit vraagt voldoende capaciteit van de databank en er kunnen bezwaren kleven aan het langdurig of permanent opslaan. Voor het opslaan van menselijk DNA zijn bijvoorbeeld strikte regels opgesteld over bewaartermijnen.

4.2.3 Gebruik

Het gebruik van de DNA-databank hangt samen met de doelen waarvoor de databank kan dienen (zie schema in paragraaf 4.1). Er kan informatie worden verkregen (A) over een gevonden match, (B) voor het in kaart brengen van uiterlijke kenmerken van een hond, voor handhaving (C) of opsporing (D) en voor het doen van wetenschappelijk onderzoek (E). Het aantal verschillende professionals dat de gegevens uit de databank kan gebruiken is beperkt ten opzichte van het aantal professionals dat DNA kan aanleveren. Een dierenarts of huisarts hoeft bijvoorbeeld geen vergelijkingen tussen incidenten te maken, omdat hij/zij niet betrokken is bij opsporing en handhaving in relatie tot bijtincidenten. Politieagenten die zich bezighouden met bijtincidenten

daarentegen, zouden wel informatie moeten kunnen krijgen over gevonden matches etc. Of zij deze informatie zelf mogen opvragen of dat via de officier van justitie moeten doen, zal moeten worden afgesproken wanneer de databank wordt opgezet. Dit is afhankelijk van of er sprake is van een bestuursrechtelijke of strafrechtelijke kwestie en wie opdrachtgever is voor het invoeren en vergelijken van DNA. Voor bijvoorbeeld het NFI, dat gericht is op strafrechtelijk onderzoek, is de officier van justitie de opdrachtgever.

Wanneer de informatie uit de databank gebruikt wordt voor wetenschappelijk onderzoek, moeten onderzoekers uiteraard ook toegang hebben. Zij kunnen bijvoorbeeld toegang hebben tot beperkte, enkel voor hun onderzoek relevante, informatie. Privacygevoelige gegevens kunnen zij niet te zien krijgen. Om dit te bewerkstelligen kan overwogen worden met verschillende gebruikersgroepen en bevoegdheden te werken.

4.2.4 Koppeling

Een DNA-databank gebruiken voor het verminderen van bijtincidenten, kan alleen wanneer de informatie uit de databank gekoppeld wordt aan gegevens met betrekking tot bijtincidenten. Immers, met enkel een DNA-profiel kan weinig tot niets worden gedaan wanneer een beschrijving van het fenotype van de hond (uiterlijk, gedrag) en het incident ontbreken.

In Nederland vindt tot op heden geen centrale registratie plaats van bijtincidenten. Hierdoor is er weinig tot geen zicht op het aantal bijtincidenten, de ernst ervan, de betrokken honden en eigenaren, de context waarin ze plaatsvinden, verbanden tussen incidenten en de afloop of gevolgen ervan. Gemeenten die bijtincidenten registreren doen dat ieder op hun eigen manier en hanteren bovendien een eigen protocol voor de te nemen vervolgstappen nadat een incident heeft plaatsgevonden. Om meer zicht op te krijgen op bijtincidenten is in diverse adviesrapporten [4,5,6,7] reeds geadviseerd om een landelijk registratiesysteem voor bijtincidenten in te richten en dit ook te koppelen aan door gemeenten opgelegde aanlijn- en muilkorfgeboden en letselregistraties bij ziekenhuizen, huisartsen en dierenartsen [5].

In het rapport *De gebeten hond* noemt het Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid [7] het delen van informatie tussen verschillende instanties ten behoeve van identificatie en preventie van incidenten als een van de verbeterpunten. In die lijn zijn Nationale Politie en een aantal gemeenten in 2019 gestart met een pilot voor een betere koppeling en uitwisseling van gegevens met betrekking tot bijtincidenten. Naar aanleiding van deze pilot wordt door het Ministerie van LNV bekeken of en hoe dit uitgerold kan worden als landelijke registratie.

Op basis van de eerdere onderzoeken en de bevindingen in het huidige onderzoek, wordt nogmaals dringend geadviseerd een landelijke registratie van bijtincidenten op te zetten. De in dit onderzoek voorgestelde DNA-databank voor honden heeft anders geen toegevoegde waarde, omdat informatie over fenotype en omgeving ontbreken.

Naast de essentiële koppeling met een registratiesysteem voor bijtincidenten, kan worden nagedacht over koppeling met I&R-hond (paragraaf 4.1.5). Koppeling met dit systeem zorgt ervoor dat er in kortere tijd meer DNA kan worden gebruikt ten behoeve van handhaving, opsporing en onderzoek. Bovendien maakt het afnemen en opslaan van DNA de I&R van honden betrouwbaarder, doordat fraude met chips bemoeilijkt wordt.

4.2.5 Resultaten

Zoals in paragraaf 4.1 aan de hand van de scenario's al is toegelicht, kan een DNA-databank voor verschillende doelen worden ingezet en kunnen er verschillende resultaten worden verwacht op verschillende termijnen. De voor dit onderzoek geformuleerde deelvragen 1 en 2 hebben betrekking op de resultaten worden in deze paragraaf worden beantwoord.

Deelvraag 1: Kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn voor de handhaving van een fokverbod voor een individuele agressieve hond met de hierbij behorende onderbouwing?

Een DNA-databank kan de handhaving van een fokverbod voor een individuele hond versterken, doordat middels het vergelijken van DNA-profielen van de betreffende hond en mogelijke nakomelingen nauwe verwantschappen kunnen worden aangetoond en kan worden uitgesloten of aangetoond dat individuele dieren nakomelingen zijn van een hond met een fokverbod (zie paragraaf 2.3.3).

Deelvraag 2: Kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn om bepaalde agressieve lijnen inzichtelijk te krijgen met de hierbij behorende onderbouwing?

Een DNA-databank kan zeker bijdragen aan het inzichtelijk maken van bepaalde agressieve lijnen. De CANINE CODIS database in de V.S. (zie paragraaf 3.2) is met dit doel opgezet. Door het afnemen van DNA van honden die betrokken waren bij een bijtincident of hondengevecht, kunnen verbanden worden gelegd en (nauwe) verwantschap worden aangetoond. Op die manier kan inzichtelijk worden gemaakt of honden die bijten bijvoorbeeld uit eenzelfde bloedlijn komen. Op basis van gevonden verwantschappen kan verder onderzoek worden uitgevoerd om te bepalen op welke manier de honden aan elkaar zijn gerelateerd.

De resultaten van de DNA-databank zijn afhankelijk van hoe de databank wordt opgezet en gebruikt. Algemeen geldt dat hoe meer DNA-profielen zijn opgeslagen, hoe meer vergelijkings- en onderzoeksmateriaal er beschikbaar is en hoe groter de kans is dat er een match wordt gevonden tussen profielen.

Vanaf het moment dat de databank (met bijbehorende protocollen en afspraken) is opgezet, kan worden gestart met het afnemen en opslaan van DNA-extracten en -profielen. Er kan vanaf dat moment ook al worden gezocht naar matches tussen opgeslagen DNA-profielen en nieuw verkregen profielen. In eerste instantie moet de databank worden gevuld en zullen er weinig verbanden worden gevonden. Wanneer alleen DNA van honden die gebeten hebben wordt opgeslagen, is te verwachten dat er op korte termijn (ongeveer 2 jaar) verbanden kunnen worden gevonden tussen honden en incidenten. Op basis van de schatting uit 2008 dat jaarlijks 150.000 mensen door een hond worden gebeten, is te verwachten dat er een behoorlijke vulling van de databank zal zijn in de eerste jaren. Aan de hand van gevonden verwantschappen, kunnen bepaalde bloedlijnen van agressieve honden inzichtelijk worden gemaakt. Naar verwachting zal dit in 2 tot 5 jaar tot de eerste resultaten leiden. Het handhaven van een fokverbod is in principe direct mogelijk vanaf het moment dat een DNA-profiel van een hond met een fokverbod is opgeslagen en er DNA beschikbaar is van vermoedelijke nakomelingen.

Voor het doen van wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen genetica (waaronder rassen) en gedrag is veel informatie, zowel data over genotypen als fenotypen, nodig. Het is daarom te verwachten dat resultaten van dergelijk onderzoek pas op de langere termijn (5-10 jaar) beschikbaar zijn.

Bij het verstrekken van de opdracht voor het huidige onderzoek, werd aangegeven dat de Belgische databank als voorbeeld moest worden genomen. Echter, blijkt die databank nog niet te zijn opgezet en er zijn dus nog geen resultaten. De inschatting van termijnen waarop resultaten te verwachten zijn is daarom gebaseerd op de inschatting van onderzoekers en overige experts betrokken bij dit onderzoek.

4.2.6 Kosten

De kosten voor het opzetten en beheren van een DNA-databank bestaan uit kosten voor:

- a. Het bouwen en beheren van de digitale infrastructuur voor het opslaan en vergelijken van DNA-profielen (eenmalige opzetkosten en jaarlijkse (arbeids-) kosten voor onderhoud, opslag, beveiliging en voldoende capaciteit voor zoeken naar matches; het opslaan DNA-profielen gaat om grote hoeveelheden data);
- b. Het isoleren van DNA (maken van DNA-extracten) uit DNA-dragers;
- c. De fysieke opslag van DNA-extracten²² (zodat het maken van nieuwe profielen mogelijk is), bestaande uit onder andere kosten voor vriezers en een barcodesysteem om samples makkelijk te kunnen traceren;
- d. Het maken van DNA-profielen uit DNA-extracten;
- e. Het veilig opslaan van overige gegevens van het dier (chipnummer, eigenaar gegevens, geslacht, geboortedatum, ras, kleur, vacht, ziektestatus, uitslag gedragstest etc.);
- f. Het hebben van de mogelijkheid tot koppeling van de database met andere systemen (denk aan registratie van bijtincidenten en I&R-hond).

De daadwerkelijke kosten voor het maken van een DNA-profiel hangen af van de manier waarop de databank wordt opgezet en, daarmee samenhangend, de typen en aantallen DNA-profielen die worden gemaakt. Chips voor het maken van DNA-profielen zijn commercieel verkrijgbaar. Deze commerciële prijzen zijn op dit moment ongeveer 40 euro per hond voor het maken van een microsatellieten profiel (22 microsatellieten) voor gebruik in afstammingscontrole. Chips voor SNP-profielen en DNA-testen variëren tussen de 100 en 200 euro per chip. Echter, wanneer grote aantallen worden ingekocht kan de prijs bij de leveranciers omlaag, waardoor de kosten voor een SNP-chip 10-voudig verlaagd worden. Wanneer het om grotere aantallen van bijvoorbeeld 50.000 SNP-chips, komt de prijs per SNP-chip onder de 10 euro per hond uit.

Wanneer gekoppeld aan I&R-hond van alle honden een DNA-profiel wordt gemaakt en opgeslagen, gaat het om grote aantallen honden en profielen en worden de kosten lager. Het voordeel van deze aanpak is dat van tevoren duidelijk is om (bij benadering) hoeveel honden het zal gaan per jaar, waardoor dan ook een goede prijs afgesproken kan worden met aanbieders van chips voor het maken van profielen. Ook de kosten voor het opzetten van de benodigde ICT worden veel lager per hond. Een grove inschatting is dat in dit scenario de kosten voor afname, isolatie, opslag en ICT onder de 30 euro per hond moeten kunnen blijven. Deze kosten kunnen deels worden gedragen door de eigenaar die de hond registreert.

Voor de exacte kosten van het maken en opslaan van profielen moet echter bij verschillende potentiële beheerders (zie ook paragraaf 4.2.1) van de beoogde databank een offerte worden opgevraagd. Dit moet samengaan met de totale kosten die nodig zijn voor het opzetten en beheren van de databank (zie bovenstaande lijst met aandachtspunten). Daarnaast, moet er nog worden gedacht aan een startinvestering die nodig is om de hele databank op te zetten, kosten voor wetenschappelijk onderzoek en kosten voor het trainen/informereren van personen die DNA mogen gaan afnemen.

²² Verondersteld wordt dat het opslaan van DNA-extracten als back-up voor het maken van nieuwe DNA-profielen of als contrasample voldoende is en dat opslaan van DNA-dragers niet nodig is. Dat laatste zou fysieke opslag duurder maken.

Hoofdstuk 5

Concluderend advies

Voor dit onderzoek zijn een hoofdvraag en een aantal deelvragen geformuleerd. De deelvragen zijn beantwoord in hoofdstuk 4. Op basis van de beantwoording van de deelvragen, wordt in dit hoofdstuk de hoofdvraag beantwoord.

De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt geformuleerd: *kan het opzetten van een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel zijn om het fokken van en de handel in agressieve honden beter in beeld te krijgen en de handhaving van het verbod om te fokken op gedragsafwijkingen (zoals agressiviteit) te versterken?*

Op basis van de in dit onderzoek verkregen informatie, wordt geconcludeerd dat een DNA-databank een effectieve en proportionele maatregel kan zijn om het fokken van en de handel in agressieve honden beter in beeld te krijgen. Ook de geraadpleegde experts staan positief tegenover een DNA-databank voor honden met dit doel. Door DNA te verzamelen en DNA-profielen te vergelijken kunnen individuele honden aan een incident worden gelinkt en kunnen relaties tussen honden (zoals bloedlijnen) in beeld worden gebracht. Dit is iets dat op dit moment niet mogelijk is en daardoor is er nauwelijks tot geen gedegen politieonderzoek mogelijk. Zonder DNA komt men simpelweg niet verder.

Een DNA-databank kan de handhaving van het fokverbod versterken. Aan de hand van de DNA-profielen van één ouderdier en een mogelijke nakomeling kan nauwe verwantschap worden aangetoond (en vervolgonderzoek worden uitgevoerd) of worden uitgesloten dat een pup een nakomeling is van het betreffende ouderdier (zie paragraaf 2.3.3). Voor rashonden met een stamboom (35.000 pups per jaar) is bovendien altijd een DNA-profiel van beide ouders beschikbaar en kan dus in principe altijd achterhaald worden welke honden de ouders zijn.

De proportionaliteit van de DNA-databank als maatregel hangt af van de manier waarop de databank wordt gevuld en gebruikt, met andere woorden van welke honden er DNA wordt opgeslagen en waarvoor het wordt gebruikt. Volgend uit het onderzoek, wordt geadviseerd in ieder geval van alle honden die betrokken zijn bij een bijtincident DNA af te nemen en op te slaan. Als mogelijk scenario is ook geschetst dat in het kader van I&R-hond een DNA-profiel van alle honden kan worden opgenomen in de databank (paragraaf 4.2.2). Dit lijkt op het eerste gezicht misschien een buitenproportionele maatregel. Echter, omdat er dan sprake is van grote hoeveelheden monsters, gaat de prijs per opgeslagen profiel sterk naar beneden. De kosten voor de opbouw van de database en ontwikkeling van de software zijn bovendien vrijwel gelijk voor een kleine database (met initieel alleen de honden die gebeten hebben) of een grote database (alle honden met chipplicht). Bovendien kan de database in het laatste geval ook zeer goed gebruikt worden voor het aanpakken van andere maatschappelijke problemen, zoals illegale hondenhandel, fraude met chippen en fokken op schadelijke raskenmerken die ernstige welzijnsproblemen veroorzaken.

Door DNA-profielen van allen honden op te slaan, komen er bovendien meer gegevens beschikbaar, die gebruikt kunnen worden voor het leggen van verbanden en het doen van wetenschappelijk onderzoek.

Tot slot, is het belangrijk te beseffen dat een DNA-databank alleen effectief en proportioneel is wanneer er een goede registratie van bijtincidenten plaatsvindt en de DNA-databank daaraan wordt gekoppeld.

Referenties rapporten en wetenschappelijke publicaties

1. Pet Monitor 2019 - Inzicht in de huisdiereigenaar. Opgesteld door het Trendpanel Gezelschapsdieren, een samenwerking tussen Aeres Hogeschool Dronten, HAS Hogeschool Den Bosch en bedrijven uit de huisdiersector. Zie: <https://www.aereshogeschool.nl/petmonitor>
2. Anton van Wijk, Anouk Lenders, Daan van Uhm, Dina Siegel, Xavier van Nieuwenhuizen en Nienke Endenburg. Hoog-risico honden: een bijtend probleem? Een fenomeenonderzoek naar bijtincidenten en hondengevechten. Bureau Beke 2019. ISBN: 978-94-92255-32-7.
3. Anouk Duijcker, 2016. De hond, statussymbool of bitcoin? Onderzoek naar de rol van honden binnen de (ondermijnende) criminaliteit. School voor Hogere Politiekunde. Te lezen via <https://docplayer.nl/48021707-De-hond-statussymbool-of-bitcoin.html>
4. Commissie van Wijzen, 2008. Hondenbeten in perspectief. Een evaluatie van de RAD en aanbevelingen voor het terugdringen van bijtincidenten. Commissie ingesteld door het Ministerie van LNV.
5. Neijenhuis, F., Kluivers M., Hopster H., 2017. Minder hondenbeten. Puzzelen naar veiligheid voor mens en dier. Wageningen Livestock Research, Rapport 1024.
6. Raad voor Dierenaangelegenheden, 2017. Hondenbeten aan de kaak gesteld. Preventie van ernstige hondenbeten bij mens en dier.
7. Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid. Myrna Meester en Luuk Olsthoorn, 2018. De gebeten hond, preventie van bijtincidenten door honden in Nederland.
8. Jolanda Pluijmakers, Jonathan Bowen en Jaume Fatjo. 2019. The safe dog project, een onderzoeksproject naar de preventie van bijtincidenten.
9. Jon Bowen and Sara Heath, 2005. Canine aggression problems (chapter 11). In: Behaviour Problems in Small Animals. Practical Advice for the Veterinary Team. ISBN: 978-0-7020-2767-3.
10. Ilana Reisner. An overview of aggression (chapter 19). In: D.F. Horwits, D.S. Mills and S. Heath, 2010. BSAVA Manual of Canine and Feline Behavioural Medicine. ISBN: 9781905319152.
11. M.B.H.Schilder, J.A.M.van der Borg and C.M.Vinke. Intraspecific killing in dogs: Predation behavior or aggression? A study of aggressors, victims, possible causes, and motivations. Journal of Veterinary Behavior, Volume 34, November–December 2019, Pages 52-59.
12. Kathryn Lord, Richard A. Schneider and Raymond Coppinger. Evolution of working dogs. In: The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people. Edited by James Serpell. Cambridge University Press, 1995 (second edition 2017).
13. A.V. Kukekova, S.V. Temnykh, J.L. Johnson, L.N. Trut and G.M. Acland. Genetics of behavior in the silver fox. Mamm Genome. 2012; 23(1-2):164–77.
14. Kathryn Lord, Lorna Coppinger and Raymond Coppinger. Chapter 6 - Differences in the Behavior of Landraces and Breeds of Dogs. In: Genetics and behavior of domestic animals. Edited by Temple Grandin and Mark J. Deesing. Elsevier Inc. 2nd Edition 2014. ISBN: 978-0-12-394586-0.
15. D.L. Duffy, Y. Hsu and J.A. Serpell JA. Breed differences in canine aggression. Applied Animal Behaviour Science, 2008; 114(3–4):441–60.
16. Joanna Iłska, Marie J. Haskell, Sarah C. Blott, Enrique Sánchez-Molano, Zita Polgar, Sarah E. Lofgren, Dylan N. Clements and Pamela Wiener. Genetic Characterization of Dog Personality Traits. GENETICS June 1, 2017 vol. 206 no. 2 1101-1111.
17. K.L. Overall and M. Love. Dog bites to humans - demography, epidemiology, injury, and risk. J Am Vet Med Assoc. 2001;218(12):1923–34.
18. Zapata et al. Genetic mapping of canine fear and aggression. BMC Genomics (2016) 17:572 DOI 10.1186/s12864-016-2936-3
19. Anna V. Kukekova, Jennifer L. Johnson, Xueyan Xiang, Shaohong Feng, Shiping Liu, Halie M. Rando, Anastasiya V. Kharlamova, Yury Herbeck, Natalya A. Serdyukova, Zijun Xiong, Violetta Beklemischeva, Klaus-Peter Koepfli, Rimma G. Gulevich, Anastasiya V. Vladimirova, Jessica P. Hekman, Polina L. Perelman, Aleksander S. Graphodatsky, Stephen

- J. O'Brien, Xu Wang, Andrew G. Clark, Gregory M. Acland, Lyudmila N. Trut and Guojie Zhang. Red fox genome assembly identifies genomic regions associated with tame and aggressive behaviors. *Nature Ecology & Evolution*, 2018 volume 2, pages1479–1491.
20. B. Berger, J. Heinrich, H. Niederstätter, W. Hecht, N. Morf, A. Hellmann, U. Rohleder, U. Schleenbecker, C. Berger, W. Parson and CaDNAP Group. Forensic characterization and statistical considerations of the CaDNAP 13-TR panel in 1,184 domestic dogs from Germany, Austria, and Switzerland. *Forensic Science International: Genetics* 42(2019)90-98.
 21. B. Berger, C. Berger C, W. Hecht, A. Hellmann, U. Rohleder, U. Schleenbecker and W. Parson. Validation of two canine STR multiplex-assays following the ISFG recommendations for non-human DNA analyses. *Forensic Science Internal: Genetics* 8(2014)90-100.
 22. B. Mehta, R. Daniel, C. Phillips, D. McNevin. Forensically relevant SNaPshot assays for human DNA SNP analysis: a review. *International Journal of Legal Medicine* 131 (2017) 21-37.
 23. B.S. Weir and X. Zheng. SNPs and SNVs in forensic science. *Forensic Science International Genetic Suppl. Ser.* 2015; 5; e267-268.
 24. L. van den Berg, M. Vos-Loohuis, M.B. Schilder, B.A. van Oost, H.A. Hazewinkel, C.M. Wade, E.K. Karlsson, K. Lindblad-Toh, A.E. Liinamo en P.A. Leegwater. Evaluation of the serotonergic genes *htr1A*, *htr1B*, *htr2A* and *slc6A4* in aggressive behavior of golden retriever dogs. *Behav Genet.* 2008, 38(1): 55-66.
 25. L. van den Berg, M.B. Schilder, H. de Vries, P.A. Leegwater en B.A. van Oost. Phenotyping of aggressive behavior in golden retriever dogs with a questionnaire. *Behav Genet.* 2006, 36 (6): 882-902.

Bijlagen

Bijlage 1: geraadpleegde personen

Voor dit onderzoek is met een aantal externe experts een verkennend gesprek gevoerd om extra informatie te verkrijgen en te peilen hoe zij denken over de eventuele toegevoegde waarde van een DNA-databank. Hieronder is een lijst weergegeven met daarin functies/organisaties van deze personen. Een namenlijst is uit privacyoverwegingen niet opgenomen, maar kan worden opgevraagd bij CenSAS.

- Geneticus Van Haeringen Lab
- Politieagenten werkzaam op het gebied van bijtincidenten en dierenwelzijn
- Onderzoeker Centrum voor Criminaliteitspreventie en Veiligheid
- Initiatiefnemer Belgische DNA-databank
- Criminoloog Universiteit Utrecht
- Medewerkers team Niet-humane biologische sporen bij Nederlands Forensisch Instituut
- Persoon werkzaam bij de Koninklijke Hondenbescherming