



Universiteit Utrecht

Expertisecentrum
Genetica
Diergeneeskunde



Implementatie van een DNA-databank voor honden

Van randvoorwaarden en kosten
naar een praktische toepassing

Colofon

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

Contact:
E-mail: ecgg@uu.nl
Website: www.uu.nl/ecgg



Samenvatting

De belangrijkste problemen in de hondensector kunnen worden ingedeeld in drie hoofdgroepen te weten 1) bijtincidenten en ongewenst gedrag, 2) hond gerelateerde criminaliteit waaronder hondengevechten, 3) welzijnsaantasting en wetsovertredingen door malafide import en handel van honden en 4) welzijnsaantasting door fokken met honden met schadelijke uiterlijke kenmerken en een hoge frequentie van inteelt en erfelijke ziekten.

De overheid heeft een verantwoordelijkheid in de bescherming van het welzijn van honden. Zelfregulering in de sector is in de huidige situatie onvoldoende door grote financiële belangen, beperkte mate van organisatie in de sector en in sommige gevallen onkunde of onwil. De toenemende politieke en maatschappelijke aandacht vraagt om een geïntegreerde, systematische aanpak van de geschetste problematiek.

Een van de belangrijkste randvoorwaarden waaraan moet worden voldaan om te komen tot duurzame oplossingen is een sluitend en controleerbaar registratiesysteem van alle honden in Nederland en hun afstamming. De huidige voorgestelde aanpassingen aan het vernieuwde Identificatie & Registratie systeem hond (I&R hond) zullen daarvoor nog niet toereikend zijn. Een DNA-databank voor alle honden in Nederland is noodzakelijk om tot een sluitend systeem te komen. Middels het opstellen van DNA-profielen van alle honden, bestaande uit SNPs, microsatellieten en DNA-testen voor uiterlijke kenmerken en erfelijke ziekten kan vervolgens een sluitend, controleerbaar systeem worden gewaarborgd. Honden kunnen onomstotelijk worden geïdentificeerd, de afstamming is vastgelegd voor geautomatiseerde handhaving van een fokverbod, DNA-profielen worden beschikbaar voor forensische doeleinden bij hond gerelateerde criminaliteit en het DNA kan gebruikt worden voor wetenschappelijk onderzoek naar erfelijke ziekten en gedrag om in de toekomst beter te kunnen selecteren op maatschappelijk gewenste eigenschappen.

DNA collectie in een forensische setting wordt gedaan door een daarvoor opgeleide professional, waarmee het DNA-profiel gebruikt kan worden in juridische procedures. Voor DNA-afname in alle andere gevallen verdient het de aanbeveling dit voor te behouden aan dierenartsen. Dierenartsen zijn bij uitstek geschikt om het signalement van een hond op te stellen, bloed af te nemen voor een goede kwaliteit DNA en het betreffende dier klinisch te onderzoeken op tekenen van mishandeling of erfelijke ziekten en gebreken. Tevens zijn dierenartsen als enige bevoegd een paspoort af te geven en te registreren binnen het vernieuwde systeem I&R-hond.

Vanuit de overheid worden randvoorwaarden gesteld waarin wordt aangegeven dat sprake moet zijn van een minimale regeldruk, dat gebruik gemaakt dient te worden van de bestaande structuren en dat zoveel mogelijk moet worden aangesloten bij al bestaande systemen. Met deze randvoorwaarden is rekening gehouden bij het schrijven van dit rapport. Voor een integrale oplossing van de problematiek zullen de huidige systemen moeten worden aangepast. Binnen de databank van I&R-hond zullen de chipnummers van beide ouderdieren alsmede het signalement moeten worden toegevoegd. Er moet een koppeling plaatsvinden tussen de I&R-hond databank en gegevens vanuit het bestaande PETscan systeem (bijtincidenten, gedragskenmerken, schadelijke uiterlijke kenmerken en erfelijke ziekten). Binnen PETscan moet een gezondheids-scoringsformulier worden ontwikkeld wat dient te worden ingevuld door een dierenarts alvorens een hond wordt ingezet voor de fokkerij. Hiermee wordt invulling gegeven aan de open norm die gesteld wordt in het besluit houders van dieren, artikel 3.4. en vindt een preventieve controle van een ouderdier plaats. Hierdoor wordt de aanpak door de toezichthouders (NVWA, politie) effectiever en daardoor minder arbeidsintensief. Er kan automatisch gecontroleerd worden in de RVO-databank of een hond voorafgaand aan de fokkerij beschikt over een gezondheidsverklaring van de dierenarts.

Het verdient aanbeveling de dierenarts, naast deze gezondheidscontrole voor fokdieren, een centrale rol te geven in de identificatie van een hond door de dierenarts als enige de bevoegdheid te geven een hond te chippen, te registreren en DNA af te nemen. Hiermee kan een pup zo vroeg



mogelijk geïdentificeerd worden en wordt een controle door een veterinaire professional op (infectieuze) dierziekten, erfelijke- of aangeboren afwijkingen en afwijkend gedrag mogelijk. Om dierenartsen te faciliteren in hun rol zou een portal kunnen worden ingericht waar zowel registratie, DNA-afname, PETscan-registraties, databank-registraties en meldingen van verdachte situaties rondom import en handel op één plaats online kunnen worden ingevuld.

De randvoorwaarden voor het opzetten van een DNA-databank voor het opslaan van genotyperingsdata zijn dat het systeem robuust is, dat het kan schalen, dat er met de RVO I&R-hond databank gekoppeld kan worden, dat er terugkoppeling mogelijk is van gegevens van DNA-testen naar de behandelend dierenarts via PETscan, dat afstammingscontrole op basis van genotypering mogelijk is en dat de genotyperingsprofielen opgevraagd kunnen worden voor forensisch onderzoek, wetenschappelijk onderzoek en fok-begeleidingsprogramma's. Er moet ook import van data mogelijk zijn vanuit bestaande DNA-databanken. Naast enkel de opslag van de genotyperingsdata, verdient het aanbeveling om een aantal functionaliteiten te ontwikkelen, waardoor de data wordt ontsloten voor praktisch bruikbare toepassingen. Voorbeelden hiervan zijn: afstammingscontrole, voorspelling over het ras en signalement van het dier op basis van genotyperings-data, aanwezigheid van ziekte-veroorzakende mutaties (die kunnen leiden tot een negatief fokadvies), genetische heterogeniteit (d.w.z. de mate van inteelt) en het in kaart brengen van familielijnen bij DNA-monsters afkomstig van niet geregistreerde honden.

De kosten voor het genotyperen van de honden zullen worden gedragen door houders van honden ten tijde van het aanmelden en registreren en zullen tussen de 20 en 45 euro per hond bedragen. Voor honden die geïmporteerd worden, zullen deze kosten worden gedragen door de importeur. Naar verwachting zullen deze kosten in de komende jaren aanzienlijk dalen door de snelle daling in kosten voor sequence technologieën.

Het aanleggen van een DNA-databank voor alle honden in Nederland levert een unieke mogelijkheid op voor het integraal aanpakken van de problemen binnen de sector hond: bijtincidenten en ongewenst gedrag, hond gerelateerde criminaliteit, malafide handel en import en welzijnsproblemen in de fokkerij. Om tot een integraal en sluitend systeem te komen zullen enkele aanpassingen nodig zijn aan het diagnose registratiesysteem PETscan en het I&R-hond systeem. Het ontwikkelen van dit sluitende systeem, waarbij geautomatiseerde handhaving wordt gefaciliteerd en waarbij wordt overgeschakeld naar een keuring van fokdieren vooraf in plaats van fysieke handhaving door toezichthouders achteraf, kan een aanzienlijke besparing opleveren waardoor het systeem zichzelf kan terugverdienen.

Verklarende woordenlijst

Afstammingscontrole	Methode waarbij aan de hand van DNA-profielen van de vader, moeder en nakomeling op basis van Mendeliaanse overerving kan worden vastgesteld of een nakomeling daadwerkelijk is voortgebracht door de voorgestelde ouders.
Allel	Een bepaalde variant van een gen of DNA-sequentie.
API	Application Programming Interface, een verzameling regels en definities waarmee computerprogramma's of -diensten met elkaar kunnen communiceren.
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.
Chip of microchip	Een passief, uitsluitend uitleesbaar, op radiofrequentie werkend identificatiemiddel, voorzien van een uniek nummer.
Chromosoom	Drager van een deel van het erfelijk materiaal (DNA) van een organisme, bestaat uit opgerolde strengen van DNA.
Deletie	Genetische mutatie waarbij er sprake is van een verwijdering van genetisch materiaal op een bepaald locus in het genoom.
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- of SNP-chip	Array waaraan DNA kan worden toegevoegd ten behoeve van genotypering, niet te verwarren met de (micro)chip die onder de huid wordt ingebracht ter identificatie van het dier.
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 relatief aan het populatiegemiddelde. 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 DNA-sequentie waarvan de locatie op het chromosoom bekend is en welke variabel kan zijn in een populatie.
Genotype	Het geheel van genetische kenmerken van een individu
Geslachtschromosoom	Chromosoom dat voor de bepaling van geslacht zorgt. Bij honden hebben de vrouwelijke dieren tweemaal het X-chromosoom, en mannelijke dieren hebben eenmaal het X- en eenmaal het Y- chromosoom
Insertie	Genetische mutatie waarbij er sprake is van een invoeging van genetisch materiaal op een bepaald locus in het genoom.
Locus	Specifieke plaats in het DNA, aangegeven als een specifieke basepaarpositie op een chromosoom of op het mitochondriaal DNA.
Microsatelliet	Een kort stuk niet-coderend DNA, bestaande uit een korte repeterende sequentie. Een microsatelliet heeft twee allelen in het individu, maar in de populatie kunnen meer allelen mogelijk zijn.
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.



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).
Ouderschapscontrole	Methode waarbij aan de hand van DNA-profielen van de vader, moeder en nakomeling op basis van Mendeliaanse overerving kan worden vastgesteld of een nakomeling daadwerkelijk is voortgebracht door de voorgestelde ouders.
Polymerase Chain Reaction (PCR)	PCR is een manier om uit zeer kleine hoeveelheden DNA specifiek een of meer gedeeltes te vermeerderen (amplificeren) totdat er genoeg van is om het te analyseren.
Sequenzen	Het proces waarbij de volgorde van nucleotiden in het DNA wordt vastgesteld.
Short Tandem Repeat (STR)	Synoniem voor een microsatelliet. Zie verder microsatelliet.
Single Nucleotide Polymorphism (SNP)	Een variatie in het DNA van één enkele nucleotide op een bepaalde plaats (locus).
SNP-profiel	Unieke set van SNP-geotypen van een individu.
Swab	Wattenstokje waarmee materiaal, bijvoorbeeld wangslim, wordt verzameld voor DNA-isolatie.



Inhoudsopgave

Colofon	2
Samenvatting	3
Verklarende woordenlijst	4
Hoofdstuk 1	8
1. Doelstelling en opzet van het onderzoek	8
1.1 Introductie en opdrachtbeschrijving	8
1.2 Onderzoeksvragen	8
1.3 Methode van onderzoek en opbouw van het rapport	9
1.4 Afbakening	9
Hoofdstuk 2	10
2. Problematiek en randvoorwaarden voor oplossingen	10
2.1 Huidige problemen in de hondensector	10
2.2 Randvoorwaarden voor systeemoplossingen	10
Hoofdstuk 3	12
3. Verzamelen van DNA en DNA-genotypering	12
3.1 Randvoorwaarden voor het opstellen van DNA-profielen	12
3.2 Afname van DNA en vaststellen identiteit van de hond	12
3.3 Kosten van DNA-afname door de dierenarts, verzendkosten en materialen	13
3.4 Opslag van DNA dragers en geïsoleerd DNA	13
3.5 Genotypering van DNA-markers	13
3.5.1 Short-tandem repeats of microsatellieten	13
3.5.2 Single Nucleotide Polymorphisms	14
3.5.3 Mitochondriaal DNA	14
3.6 Toepassingen voor DNA-genotypering	14
3.6.1 Afstammingscontrole middels microsatellieten	14
3.6.2 Microsatelliet panel voor forensisch onderzoek	14
3.6.3 Afstammingscontrole middels SNPs	15
3.6.4 Genome-wide SNP-panels voor genetische studies of selectie in de fokkerij	15
3.6.5 (Mono-) genetische DNA-testen	15
3.6.6 Commerciële combinatie-platforms	15
3.6.7 Genotypering middels targeted resequencing	16
3.7 Keuze voor type DNA-genotypering in verschillende toepassingen	16
3.7.1 Matching met huidige beschikbare databank van de Raad van Beheer	16
3.7.2 Sporenonderzoek en bijtincidenten	16
3.7.3 Vaststelling van het signalement	16
3.7.4 Preventie van ongewenste fokkerij en handhaving van een fokverbod	17
3.7.5 Wetenschappelijk onderzoek	17
3.7.6 Andere toepassingen	17
3.8 Conclusie	18
Hoofdstuk 4	19
4. Bestaande systemen en benodigde aanpassingen	19
4.1 Centrale RVO databank voor identificatie en registratie voor honden	19
4.1.1 Registratie van beide ouderdieren	20
4.1.2 Registratie van het signalement door dierenartsen	20
4.2 PETscan	20
4.2.1 Ontwikkeling van PETscan	20



4.2.2	PETscan implementatie	20
4.2.3	Registratie van gezondheidskenmerken in PETscan	21
4.2.4	Registratie van gedragskenmerken in PETscan	21
4.2.5	Koppeling van resultaten van gedrag en gezondheid uit PETscan met I&R-hond	21
4.2.6	Landelijke registratie van bijtincidenten in PETscan	21
4.2.7	Koppeling van de databank bijtincidenten PETscan met I&R-hond	22
4.2.8	Registratie portal voor dierenartsen	22
4.3	Bestaande DNA-databanken	23
4.3.1	Non-human biological traces bij het Nederlands Forensisch instituut	23
4.3.2	DNA-databank van het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde	23
4.3.3	Internationale commerciële databanken	23
4.3.4	Databank van de Raad van Beheer op Kynologisch gebied	24
Hoofdstuk 5		25
5 Opzet van een DNA-databank		25
5.1	Betrokken partijen	25
5.2	Procedure in het laboratorium en opslag van fysiek DNA	25
5.3	Genotypering	26
5.4	Opname van genotyperingsdata in de DNA-databank	27
5.5	Afstammingscontrole	27
5.6	Controle van genetisch signalement	27
5.7	Authenticatie en autorisatie	27
5.8	Beantwoording van forensische vragen vanuit opsporingsinstanties	28
5.9	Terugkoppeling aan de dierenarts via PETscan	28
5.10	Genotyperingsdata voor fokkerij-begeleidingsprogramma's	28
5.11	Technische eisen aan de opslag van genotyperingsdata	29
5.11.1	Omvang van de data	29
5.11.2	Aard van de interacties met de databank	29
5.11.3	Schaalbaarheid	29
5.11.4	Databeveiliging	29
5.12	Beheer en onderhoud van de DNA-databank	30
5.12.1	Onderhoud van de gegevens in de databank	30
5.12.2	Onderhoud aan de algoritmen en software pijplijnen	30
5.12.3	Onderhoud van de koppelingen met externe systemen	30
5.12.4	Beheer en onderhoud van de hardware en software	30
Hoofdstuk 6		31
6 Conclusie en aanbevelingen		31
Bijlage 1 Aanpassingen in Identificatie & Registratie Hond		33



Hoofdstuk 1

1. Doelstelling en opzet van het onderzoek

1.1 Introductie en opdrachtbeschrijving

Het Centre for Sustainable Animal Stewardship (Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) heeft in 2019 in opdracht van het ministerie van LNV onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een DNA-databank voor het verminderen van bijtincidenten door honden. Aanleiding hiervoor was de Kamerbrief van 9 november 2018 over de stand van zaken hoog-risico honden¹. Op basis van de informatie uit dit onderzoek², 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. Een DNA-databank kan verder de handhaving van het fokverbod versterken, door uit te sluiten of te bevestigen dat dieren nakomelingen zijn van ouderdieren waarvoor een fokverbod van kracht is. Alvorens een politiek besluit kan worden genomen over het opzetten van een DNA-databank, is het noodzakelijk inzicht te hebben in de randvoorwaarden en de kosten voor DNA-afname en opslag en beheer van de verschillende DNA-profielen, waarbij ervan uit moet worden gegaan dat er een contra/expertise moet kunnen worden uitgevoerd en het DNA-profiel geschikt is om als bewijs te dienen in gerechtelijke procedures. Verder moet er een inschatting gemaakt worden van de kosten om informatie vanuit de DNA-databank te kunnen koppelen aan de andere systemen.

1.2 Onderzoeksvragen

In afstemming met de opdrachtgever (het ministerie van LNV) zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

Hoofdvraag:

Wat zijn de kosten en randvoorwaarden voor het opzetten van een DNA-databank voor honden voor het terugdringen van bijtincidenten en voor het kunnen controleren van de fokkerij van honden.

Deelvragen

1. Wat zijn de eisen aan afname, opslag en vaststellen van een DNA-profiel zodat deze geschikt is om in gerechtelijke procedures als bewijs te kunnen dienen.
2. Wat zijn de totale kosten van afname en vaststellen DNA-profiel (STR of SNP-profiel), dus inclusief kosten afnemer, materiaal, verzendkosten etc. in 2-voud voor de volgende opties:
 - a. afname en vaststellen DNA van alleen honden die of betrokken zijn bij een bijtincident of als gevaarlijk zijn aangewezen
 - b. afname en vaststellen DNA van alle pups die in Nederland geboren worden en de ouders.
3. Wat zijn de kosten voor het opzetten en het beheer van een DNA-databank (STR of SNP) die voldoet aan de eisen van onafhankelijkheid, betrouwbaarheid, toekomstbestendigheid en expertise in beheer.
4. Wat zijn de kosten van koppeling van de DNA-databank aan I&R-hond
5. Wat zijn de kosten van koppeling van de DNA-databank aan het PETscan diagnose registratiesysteem
6. Wat zijn de kosten van het vastleggen van afstammingsgegevens van honden waarmee gefokt wordt in Nederland (buiten de honden die met stamboom worden gefokt).

¹ Kamerbrief Stand van zaken hoog-risico honden, 9 november 2018 (Kamerstuk 28286, nr. 1003)

² DNA-profiel bijtende honden: Onderzoek naar de mogelijkheden van een DNA-databank voor het terugdringen van bijtincidenten (januari 2020)



1.3 Methode van onderzoek en opbouw van het rapport

Dit rapport is tot stand gekomen op basis van expertise van betrokken onderzoekers op het gebied van veterinaire kennis, genetica en gedrag. Voor dit rapport is gebruik gemaakt van informatie uit gesprekken met experts³ op de verschillende vakgebieden, waaronder forensisch onderzoek, opsporing en handhaving, ICT en databank ontwerp en -onderhoud. Tevens zijn de aanbevelingen uit dit rapport besproken met dierenartsen, vertegenwoordigers vanuit de Koninklijke Nederlandse Maatschappij voor Diergeneeskunde, politie en chip-databank beheerders. Opmerkingen van experts zijn verwerkt in het huidige rapport. Ook zijn kostenschattingen opgevraagd voor het opslaan van DNA en het laten uitvoeren van genotyperingen voor verschillende aantallen monsters. De bedragen zijn, in verband met concurrentiebeding, opgenomen in een aparte bijlage en zijn niet bedoeld voor openbaarmaking.

Het rapport is opgebouwd uit verschillende hoofdstukken en paragrafen. [Hoofdstuk 2](#) schetst de huidige problematiek binnen de hondensector en beschrijft de randvoorwaarden voor systeemoplossingen. [Hoofdstuk 3](#) gaat dieper in op de mogelijkheden voor het verzamelen en isoleren van DNA en de randvoorwaarden voor het opstellen van een genotyperingsprofiel voor de verschillende gewenste toepassingen. [Hoofdstuk 4](#) beschrijft de huidige DNA en data-systemen in Nederland en welke aanpassingen er nog nodig zijn om te komen tot een systeemoplossing met integratie van een DNA-databank voor alle honden in Nederland. [Hoofdstuk 5](#) beschrijft het proces voor het opzetten van een DNA-databank in Nederland, de functionaliteiten en de verwachte kosten voor de bouw van de IT-infrastructuur, de koppeling met bestaande systemen en kosten voor het onderhoud op langere termijn. [Hoofdstuk 6](#) bevat de conclusies en aanbevelingen.

1.4 Afbakening

Tijdens het schrijven van dit rapport werd duidelijk dat voor het ontwikkelen van een sluitend systeem voor een integrale aanpak van bijtincidenten, hond gerelateerde criminaliteit, handhaving in de fokkerij en het terugdringen van malafide handel en import aanpassingen nodig zijn aan de huidige systemen, waaronder de RVO-databank I&R-hond en het PETscan-systeem. Ook kunnen koppelingen met systemen van politie en NVWA nodig zijn. In het rapport is een start gemaakt met de omschrijving van wenselijke aanpassingen. Het doorrekenen van de kosten die gepaard gaan met het tot stand brengen van deze aanpassingen en koppelingen vallen buiten de opdrachtomschrijving van het huidige rapport.

³ Een namenlijst is uit privacyoverwegingen niet opgenomen. Meer informatie is op te vragen bij het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde.

Hoofdstuk 2

2. Problematiek en randvoorwaarden voor oplossingen

2.1 Huidige problemen in de hondensector

Het welzijn van honden heeft in toenemende mate maatschappelijke en politieke aandacht. De belangrijkste problemen kunnen worden ingedeeld in vier hoofdgroepen te weten 1) bijtincidenten en ongewenst gedrag, 2) hond gerelateerde criminaliteit en hondengevechten, 3) aantasting van welzijn en wetsovertredingen door malafide import en handel van honden en 4) welzijnsaantasting in de fokkerij (fokken met dieren met schadelijke uiterlijke kenmerken en een hoge frequentie van inteelt en erfelijke ziekten).

Jaarlijks worden in Nederland zo'n 150,000 bijtincidenten met honden geregistreerd⁴, het daadwerkelijke aantal zal waarschijnlijk hoger liggen. Verder wordt de politie geconfronteerd met een toenemende trend in het fokken van vechthonden en de organisatie van hondengevechten⁵. Er is op dit moment een grote vraag naar honden in de maatschappij, hierdoor is handel en import van honden (pups) een lucratief verdienmodel. Regelgeving omtrent leeftijd van import en welzijn van dieren wordt vaak niet nageleefd met risico's voor aantasting van dierenwelzijn en volksgezondheid (bijvoorbeeld door de insleep van zoönosen).

Welzijnsaantasting in de fokkerij vindt plaats door het fokken met dieren met schadelijke uiterlijke kenmerken en overmatige inteelt, waardoor er in veel rashonden-populaties een zeer hoge frequentie is van erfelijke ziekten. Op dit moment wordt reactief gehandhaafd, op basis van meldingen over misstanden in de sector. Dit proces is arbeidsintensief en de handhavingsinstanties kampen met een tekort aan capaciteit. Een bijkomend probleem is dat de wetgeving voor fokkerij bestaat uit open normen, waarbij behoefte is aan concrete invulling. Fokkers realiseren zich dat de pakkans nihil is en negeren massaal de voorgeschreven wetgeving.

De overheid heeft een verantwoordelijkheid in de bescherming van het welzijn van honden. Daarbij vraagt de toenemende politieke en maatschappelijke aandacht om een geïntegreerde, systematische aanpak van de geschetste problematiek.

2.2 Randvoorwaarden voor systeemoplossingen

De overheid heeft als uitgangspunt dat de hondensector zelf een belangrijke verantwoordelijkheid heeft in de voorgaande geschetste problematiek. Ervaringen uit het verleden hebben echter aangetoond dat er vrijwel geen sprake is van zelfregulering, dat de financiële belangen te groot zijn en dat er vaak sprake is van een gebrek aan kennis op gebied van gezondheidsvraagstukken. Bovendien is de sector hond slechts in beperkte mate georganiseerd.

De open normen in de wetgeving aangaande aantasting van fysieke en mentale gezondheid, vragen om concrete invulling, waardoor het voor alle betrokkenen in de sector helder is wat verwacht wordt op het gebied van gezondheid en welzijn van honden. Door duidelijke invulling van open normen door de overheid en toetsing daarvan door dierenartsen worden fokkers gefaciliteerd in het kunnen naleven van geldende wetgeving.

Het opzetten van een DNA-databank is een effectieve en proportionele maatregel voor het in beeld brengen van fokkerij en handel van agressieve honden en hond gerelateerde criminaliteit⁶. Bovendien kan een dergelijke DNA-databank gebruikt worden voor het onomstotelijk vaststellen van de identiteit en het signalement van honden, wat een belangrijk middel kan zijn bij de bestrijding van malafide handel en import. Een bijkomend voordeel van het opzetten van een

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 Hoog-risico honden, een bijtend probleem? Een fenomeenonderzoek naar bijtincidenten en hondengevechten. Universiteit Utrecht & Bureau Beke 2019

⁶ DNA-profiel bijtende honden: onderzoek naar de mogelijkheden van een DNA-databank voor het terugdringen van bijtincidenten. 2019. CenSas



DNA-databank voor alle honden in Nederland is de mogelijkheid om middels een sluitende afstammingscontrole de welzijnsaantastingen in de fokkerij praktisch, duurzaam en kostenefficiënt aan te pakken door het inrichten van een systeem voor geautomatiseerde handhaving. Het opzetten van een DNA-databank voor alle honden in Nederland is een randvoorwaarde om een sluitende registratie en handhaving te kunnen borgen. Specifieke voorwaarden aan het type DNA-profiel of DNA-diagnostiek worden in [hoofdstuk 3](#) beschreven.

Om diergezondheid en dierenwelzijn van honden te kunnen beschermen zijn aanpassingen in de huidige regelgeving nodig. Randvoorwaarden hierbij zijn een minimale hoeveelheid regeldruk, een minimaal ingrijpen in de bestaande structuren en waar mogelijk een aansluiting bij al bestaande systemen. Ook moet er uiteindelijk sprake zijn van een kostendekkend systeem. Met deze voorwaarden is rekening gehouden bij het schrijven van dit rapport.

Om de hierboven beschreven problemen in de hondensector integraal te kunnen aanpakken is een sluitend systeem nodig waarbij:

- 1) honden geregistreerd zijn op naam van de eigenaar
- 2) er sprake is van een sluitende afstammingsregistratie
- 3) honden onomstotelijk kunnen worden geïdentificeerd
- 4) gezondheidskenmerken en bijtincidenten centraal worden geregistreerd.

In het vernieuwde I&R-hond wordt enkel voldaan aan het eerste punt van registratie van honden op naam. De overige punten (punt 2 t/m 4) kunnen worden ondervangen door het opzetten van een DNA-databank en het tot stand brengen van een koppeling met het PETscan diagnose registratiesysteem van dierenartsen.

De dierenarts, als veterinaire professional, heeft binnen het nieuw voorgestelde I&R-hond al een belangrijke rol. Een randvoorwaarde in de voorgestelde integrale aanpak is een uitbreiding van de rol van de dierenarts met betrekking tot identificatie en registratie van honden, het afnemen van DNA, het uitvoeren van gezondheidscontroles van beoogde fokdieren, het melden van verdachte situaties met betrekking tot malafide handel en import, het registreren van bijtincidenten en de signalering op dierenmishandeling bij een bijtincident. Het registratiesysteem PETscan, wat is bekostigd door LNV en wat reeds is geïntegreerd in de praktijkmanagement-software van dierenartsen kan hiervoor worden aangepast.

Door de bestaande systemen van I&R-hond en PETscan te koppelen en aan te passen, wordt het aantal nieuw te bouwen systemen zoveel mogelijk beperkt en kan met de DNA-databank worden aangesloten bij al bestaande structuren.

Hoofdstuk 3

3. Verzamelen van DNA en DNA-genotypering

Voor een uitvoerige uitleg over DNA, de mogelijke toepassingen en scenario's voor afname wordt verwezen naar het rapport "DNA-profiel bijtende honden". In dit hoofdstuk wordt een korte samenvatting gegeven met daarin de randvoorwaarden voor de keuze van een bepaalde vorm van DNA-genotypering. In [hoofdstuk 4](#) wordt ingegaan op de huidige beschikbare DNA-databanken en wat de (on)-mogelijkheden zijn voor het gebruik van deze databanken.

3.1 Randvoorwaarden voor het opstellen van DNA-profielen

Bij de keuze voor het type DNA-profiel voor het opzetten van een DNA databank voor de hierboven beschreven problemen (bijtincidenten, fokkerij, malafide handel en import) zijn de volgende randvoorwaarden van toepassing:

- De afname van het DNA moet uitgevoerd worden door een bevoegd professional die, in het geval van aanwezigheid van het dier, een signalement kan opstellen.
- Kwaliteit van het afgenomen DNA moet voldoende zijn.
- Afstammingscontrole moet mogelijk zijn.
- Er moet mogelijkheid zijn voor het matchen van DNA-profielen met een forensische databank.
- Het moet mogelijk zijn om op basis van het DNA-profiel een signalement van het dier op te stellen (ras, geslacht, kleur, vacht, uiterlijke kenmerken).
- Bekende ziekte-veroorzakende mutaties moeten in het profiel aanwezig zijn om te kunnen handhaven op het gebied van fokken van dieren met (bekende) erfelijke mutaties.
- Kosten voor het opstellen van een DNA-profiel (genotypering) moeten op te brengen zijn door de houder van het dier.

3.2 Afname van DNA en vaststellen identiteit van de hond

Voor een uitgebreide beschrijving van de afname van DNA in de verschillende scenario's wordt verwezen naar het rapport "DNA-profiel bijtende honden". In het kort kan worden gesteld dat bij verzameling van DNA vanaf een plaats delict DNA-dragers worden veiliggesteld door een daarvoor bevoegd persoon. Dit kan iemand van de politie zijn of een forensisch expert. In de andere gevallen (verzamelen van DNA rondom een bijtewond - van een agressor - of in het kader van afname voor de centrale DNA-databank) verdient het aanbeveling dit door een dierenarts te laten uitvoeren. Een dierenarts heeft de kennis om een correct signalement op te stellen van de agressor en de nodige zorg te bieden aan het slachtoffer (als het gaat om een ander dier). Tevens kunnen dierenartsen vaststellen of er wellicht sprake kan zijn van dierenmishandeling van de agressor, als mogelijke oorzaak van het bijtincident. Binnen de opleiding diergeneeskunde is voor het herkennen van dierenmishandeling een onderwijsmodule aanwezig en er kan contact gezocht worden met het [Landelijk Expertisecentrum Dierenmishandeling \(LED\)](#). De dierenarts is als veterinaire professional bevoegd om bloed af te nemen van een hond. Bloed levert een betere kwaliteit en een grotere hoeveelheid DNA, in vergelijking met bijvoorbeeld afname van een wangslim-monster of haren.

Voor het afnemen van DNA ten behoeve van een centrale databank zal de DNA-afname gekoppeld moeten worden aan de registratie van de hond en de afgifte van een paspoort. De dierenarts is in dit systeem de enige die bevoegdheid heeft een paspoort af te geven. Het is daarom voor de hand liggend uitsluitend dierenartsen de bevoegdheid te geven DNA af te nemen en het signalement te controleren.

Op dit moment zijn zowel dierenartsen als geregistreerde chippers bevoegd om een hond te chippen. De Raad van Beheer op kynologisch gebied regelt op dit moment de afstammingscontrole van hun honden middels afname van DNA en opstellen van STR-profielen. Chippers van de Raad van Beheer gaan hiervoor langs fokkers en nemen bij fokkers thuis DNA af van de pups middels een wangslim-monster. Dit levert in de praktijk problemen op met identificatie van pups. Voor

bescherming tegen infectieziekten moeten pups op 6 weken leeftijd hun eerste vaccinatie krijgen bij de dierenarts. Om deze vaccinatie te kunnen registreren in het hondenpaspoort, moeten de pups voor 6 weken leeftijd gechipt zijn door de chippers van de Raad van Beheer, zodat de dierenarts de vaccinatie kan registreren en de pups kan identificeren. In veel gevallen is de chipper van de Raad van Beheer nog niet langs geweest bij de fokker en zijn de pups op 6 weken nog niet gechipt. Hierdoor kan er geen identificatie van de pups door de dierenarts plaatsvinden ten tijde van de eerste vaccinatie. De dierenarts kan dan geen diergeneeskundige handelingen registreren en een paspoort afgeven. Om dit probleem te ondervangen verdient het de aanbeveling om het chippen en registreren van honden en de afname van DNA voor opname in de centrale DNA-databank, voor te behouden aan dierenartsen. Dit heeft als bijkomend voordeel dat pups op vroege leeftijd worden onderzocht door een veterinaire professional met kennis van aangeboren ziekten en afwijkingen en infectieziekten.

3.3 Kosten van DNA-afname door de dierenarts, verzendkosten en materialen

De DNA-afname zal in de meeste gevallen kunnen plaatsvinden ten tijde van het chippen, het opmaken van het paspoort en eventueel het enten van het dier. Hiervoor zal de dierenarts een consultprijs rekenen welke kan verschillen per dierenartsenpraktijk. Kosten van wangslijmswabs liggen tussen de 1 en 4 euro ex BTW. Verzend- en afname-kosten voor DNA-afname zullen naar schatting ongeveer 10 euro bedragen.

3.4 Opslag van DNA dragers en geïsoleerd DNA

DNA kan worden geïsoleerd uit biologische materialen (o.a. bloed, haren, ontlasting, urine, speeksel, etc). Het is mogelijk om bloed op te slaan voor DNA-isolatie, de kwaliteit van DNA wordt minder naarmate het bloed lang is opgeslagen. Wanneer gekozen wordt voor DNA-isolatie vanuit wangslijm met een wattenstaafje welke vervolgens wordt geplaatst in een isolatievloeistof, kan gekozen worden om de isolatievloeistof voorafgaand aan DNA-isolatie op te slaan. Reeds geïsoleerd DNA kan op verschillende manieren worden opgeslagen. Dit kan bijvoorbeeld in een vloeistof, ingevroren of gedroogd (bij kamertemperatuur). Afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar DNA kan een deel worden opgeslagen als fysiek DNA-monster en een deel gebruikt worden voor genotypering. Bij kleine hoeveelheden DNA (bijvoorbeeld afkomstig van een plaats delict), is er vaak niet genoeg fysiek DNA om dit nog apart op te slaan. Bij een beperkte hoeveelheid beschikbaar DNA is het van belang om een goede keuze te maken voor het type DNA-genotypering, afhankelijk van het uiteindelijke doel. Voor een indicatie voor de kosten voor fysieke opslag en de kosten voor het opvragen van monsters uit het archief zie bijlage kostenberekening.

3.5 Genotypering van DNA-markers

DNA-genotypering kan plaatsvinden nadat DNA is geïsoleerd uit de beschikbare DNA-dragers. Huidige gangbare methoden voor genotypering zijn vaak gebaseerd op Polymerase Chain Reaction (PCR)-technieken of sequencing. Verschillende typen genetische markers worden hieronder kort toegelicht.

3.5.1 Short-tandem repeats of 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. Binnen een individu kunnen twee variaties aanwezig zijn op een locus, maar binnen een populatie kan een microsatelliet multi-allelisch zijn. Het typeren van microsatellieten kan al gedaan worden uit hele kleine hoeveelheden DNA-materiaal, minimaal 100 pg⁷, bijvoorbeeld verkregen vanaf een plaats delict. Omdat op één locus meerdere varianten in de populatie kunnen voorkomen, zijn microsatellieten zeer geschikt voor afstammingscontrole.

⁷ [Berger et al.:Validation of two canine STR multiplex-assays following the ISFG recommendations for non-human DNA analysis. Forensic Sci Int Genet. 2014 Jan;8\(1\):90-100.](#)

3.5.2 Single Nucleotide Polymorphisms

Een Single Nucleotide Polymorphism, oftewel SNP (uitgesproken als 'snip'), is een variatie in het DNA van één nucleotide. Binnen een individu kunnen twee variaties aanwezig zijn op een locus, en binnen de populatie zijn in principe ook per locus slechts twee variaties mogelijk (zeer uitzonderlijke gevallen daargelaten). SNPs kunnen met verschillende methodieken worden getypeerd, variërend van het typeren van een enkele SNP, tot miljoenen SNPs tegelijk. SNP-typering kan gebruikt worden voor afstammingscontrole, het vaststellen van het signalement en het bepalen van ziekte-veroorzakende mutaties.

3.5.3 Mitochondriaal DNA

Toepassing van genotypering van mitochondriaal DNA is met name van belang voor forensisch onderzoek en kan onder andere worden geïsoleerd uit haren, waarvan het haarzakje ontbreekt. Dit DNA kan niet gebruikt worden voor identificatie van een individu. Wel kan het gebruikt worden voor het uitsluiten van individuen. Een genetisch profiel van mitochondriaal DNA kan worden opgesteld door gebruik te maken van microsatelliet markers of SNPs die gelegen zijn op het mitochondriale DNA.

3.6 Toepassingen voor DNA-genotypering

3.6.1 Afstammingscontrole middels microsatellieten

De International Society of Animal Genetics (ISAG) heeft een gevalideerde set van microsatellieten aangewezen die internationaal wordt gebruikt voor afstammingscontrole bij honden. Deze set bestaat uit 22 microsatellieten, waaronder 1 marker die het geslacht bepaald. De kenmerken van de markers zijn vrij beschikbaar en een laboratorium kan hierop zijn eigen genotyperings-assay ontwerpen. Het panel is ook commercieel verkrijgbaar, bijvoorbeeld de [ThermoFisher Canine ISAG STR Parentage Kit](#) (2014). Voor consumenten wordt de test aangeboden door verschillende laboratoria (o.a. Laboklin, VHL-genetics, Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde) en liggen de kosten per individu tussen de €40 en €50. Indien grote aantallen worden afgenomen, kunnen lagere prijzen bedongen worden (zie bijlage kostenschattings).

3.6.2 Microsatelliet panel voor forensisch onderzoek

Bij het Nederlands Forensisch instituut (NFI) wordt voor honden DNA gebruik gemaakt van 20 microsatellietmarkers, waarvan een deel afkomstig zijn van het ISAG panel voor afstammingscontrole. Het NFI gebruikt een custom-set van microsatellietmarkers die geaccepteerd worden binnen de gemeenschap van forensisch onderzoekers. Als referentie-databank maakt het NFI gebruik van DNA van 250 random geselecteerde honden, waaronder de herdershond. Er wordt bij het NFI op dit moment geen gebruik gemaakt van de databank met microsatelliet-data die aanwezig is bij de Raad van Beheer. Deze databank is niet openbaar beschikbaar. Data vanuit deze databank kan van toegevoegde waarde zijn om populatie-specifieke en ras-specifieke frequenties van microsatelliet allelen te kunnen bepalen. Deze frequenties zijn van belang om de mate van zekerheid in het identificeren van individuen of nauwe verwantschap tussen individuen te kunnen bepalen.

Om internationale harmonisatie van genetische data-analyse voor honden in forensisch onderzoek te verkrijgen werd in 2003 de [Canine DNA-profiling group](#) opgericht. Deze groep heeft een panel van 13 microsatellieten gevalideerd voor internationaal gebruik, waarbij ook overlap is met het ISAG panel⁸. Met dit panel blijkt het ook beperkt mogelijk om vast te stellen vanuit welk ras een hond afkomstig is.⁹

⁸ [Berger et. al.: Forensic characterization and statistical considerations of the CaDNAP 13-STR panel in 1,184 domestic dogs from Germany, Austria, and Switzerland. Forensic Sci Int Genet. 2019 Sep;42:90-98.](#)

⁹ [Berger et al.: Dog breed affiliation with a forensically validated canine STR-set. Forensic Sci Int Gene. 2018 Nov;37:126-134](#)

3.6.3 Afstammingscontrole middels SNPs

Voor afstammingscontrole wordt sinds februari 2020 door de ISAG een SNP-panel erkend. Dit panel bestaat uit 114 SNP-markers, die kunnen worden aangevuld met 118 SNP-markers, alsmede 3 markers voor sekse determinatie. Applied biosystems is een commerciële aanbieder van deze test, gebaseerd op het ISAG-erkende panel. Bij deze firma worden de test-benodigdheden als pakket verkocht (AgriSeq Canine SNP Parentage and ID Panel) voor ongeveer €2 per monster (exclusief lab-kosten). Voor consumenten wordt de test aangeboden door o.a. Laboklin en liggen de kosten per individu rond de €60. Wanneer grote aantallen worden aangeboden, kunnen de SNPs meegenomen worden in het SNP-design voor genotypering, waardoor de kosten veel lager worden (zie bijlage kostenschatting).

3.6.4 Genome-wide SNP-panels voor genetische studies of selectie in de fokkerij

Voor honden zijn commercieel een aantal SNP-panels beschikbaar voor bijvoorbeeld verwantschaps-analyses, haplotype analyses of voor genetisch onderzoek met het doel nieuwe DNA-mutaties te identificeren (linkage- of associatie-studies). Deze SNP-panels zijn ook te gebruiken voor ouderschapscontrole en het vaststellen van het ras van het dier. Er zitten geen specifieke mutaties op voor erfelijke ziekten of uiterlijke kenmerken. De meest gebruikte standaard panels voor honden zijn de CanineHD whole-genome genotyping Beadchip van Illumina (~170,000 SNPs) en de Canine 127K SNP genotyping array van Affymetrix. Commerciële prijzen voor deze SNP-panels liggen tussen de €80 en €120 afhankelijk van het te bestellen aantal.

Het is ook mogelijk om een custom-array te laten ontwerpen, onder andere bij de firma Illumina. Bij een custom array is de keuze en het aantal van de SNPs zelf te ontwerpen, kosten per chip zijn afhankelijk van het aantal af te nemen chips en de grootte van het design (zie bijlage kostenschatting).

3.6.5 (Mono-) genetische DNA-testen

Er zijn op dit moment meer dan 400 ziekten of kenmerken waarvoor in de hond de locatie van de mutatie op het genoom bekend is en waarvoor een DNA-test ontworpen kan worden ([Online Mendelian Inheritance in Animals](#)). Dit kan gaan om verandering in een enkele nucleotide (verandering van nucleotide, insertie, deletie) welke kan worden gegenotypeerd middels SNP-technologie. Voor grotere inserties of deleties zijn vaak andere genotyperings technieken nodig, bijvoorbeeld sequencing. Deze DNA-testen zijn voor honden beschikbaar voor een groot aantal ziekten en ze zijn in de meeste gevallen ras-specifiek. Voor veel uiterlijke kenmerken zijn ook DNA-testen beschikbaar, waaronder vachtkleur, vachttype, vacht patronen, grootte van het dier, schedelvorm, aan- of afwezigheid van een staart en rechtopstaande- of hangende oren. Deze DNA-testen worden individueel aangeboden aan consumenten, voor rond de €50 per test. Laboratoria bieden vaak ook combinatie-pakketten aan (meestal rond de €150). Voor testen waarvoor een patent aanwezig is, kan het zijn dat er een toeslag moet worden betaald. Deze toeslag verschilt per test en per land. Informatie vanuit deze DNA-testen is van belang voor de fokker, omdat door toepassing van deze testen voorkomen kan worden dat lijders geboren worden van een erfelijke ziekte. Het niet-toepassen van deze testen bij fokkerij-beslissingen, terwijl de mutaties bekend zijn en er een test beschikbaar is, zou volgens het besluit houders van dieren artikel 3.4, strafbaar zijn.

Voor dierenartsen kan informatie vanuit deze DNA-testen van belang zijn bij de behandeling van patiënten. Een voorbeeld hiervan is het al dan niet aanwezig zijn van een mutatie in het MDR-1 gen, wat de gevoeligheid voor medicatie beïnvloedt. Een dierenarts moet vermijden om een lijder of drager van deze mutatie bepaalde medicatie voor te schrijven. Ook kan getest worden op de aanwezigheid voor bloederziekte, wat van belang is voor een dierenarts om in te kunnen schatten of een operatie risicovol is en aanvullende maatregelen (bloedtransfusies) waarschijnlijk genomen moeten worden. Het kan daarom wenselijk zijn om resultaten van DNA-testen terug te koppelen naar de behandelend dierenarts, om de behandeling van de hond zo goed mogelijk te kunnen uitvoeren. Verder kan de dierenarts een belangrijke rol spelen in de terugkoppeling en interpretatie van uitkomsten van DNA-testen naar de houder.

3.6.6 Commerciële combinatie-platforms

Twee grote commerciële aanbieders van DNA-genotyperingen zijn [Wisdom Health](#) (voorheen MyDogDNA) van Mars PETcare en [EMBARK](#) (in samenwerking met Cornell University). Deze



aanbieders verkopen genotyperingen aan de consument. Deze zijn vergelijkbaar met [23&me](#) en [I-gene](#) platforms die worden aangeboden voor de mens. Hondeneigenaren kunnen zelf online een kit bestellen en nemen DNA af van hun eigen hond middels een swab. Het is ook mogelijk om DNA te laten afnemen via de dierenarts, waarbij de identiteit van de hond wordt geverifieerd. Het verifiëren van de identiteit door de dierenarts wordt vereist door een aantal fokkerij-organisaties, waarbij verplichte DNA-testen worden afgenomen vooraleer er met de hond gefokt mag worden. Consumenten krijgen via de website van de DNA-testaanbieders informatie over de ziekten en kenmerken waarvoor is getest. Ook is het mogelijk een voorspelling te krijgen uit welke voorouders (rashonden) de geteste hond is voortgekomen en zijn er mogelijkheden voor verwantschapsonderzoek dat gebruikt kan worden voor het bepalen van fok-combinaties. Hierbij gaat het om commerciële test-aanbieders, waarbij het algoritme wat gebruikt wordt voor de voorspellingen vaak niet openbaar is in te zien en daarmee niet geverifieerd kan worden.

Zowel EMBARK als Wisdom Health bevatten ongeveer 200 DNA-testen (waaronder ziekten, uiterlijke kenmerken en gevoeligheid voor medicatie). De aangeboden DNA-testen overlapt grotendeels tussen de twee aanbieders. De Wisdom Health chip bevat ~20,000 SNPs de chip van EMBARK bevat ~200,000 SNPs. De SNPs van EMBARK worden vrij beschikbaar gesteld aan de consument (ruwe data is te downloaden van de website na bestelling van de chip). De consumentenprijzen voor deze chips liggen tussen de €100 en €150 (afhankelijk van hoeveel testen er in 1 keer worden besteld). Iedere hond die wordt aangeboden wordt getest voor deze 200 DNA-testen, alhoewel niet alle testen gevalideerd zijn voor ieder ras.

3.6.7 Genotypering middels targeted resequencing

Targeted resequencing technologie voor het genotyperen van zowel SNPs, microsatellieten als DNA-mutaties is in opkomst en wordt al veel toegepast bij runderen. Bij deze techniek wordt een sequence design gemaakt met probes van 100-150 baseparen. Hiermee kunnen variaties met grote betrouwbaarheid worden gesequenced. Er moet wel eerst een design gemaakt worden voor de hond met de gewenste SNPs, microsatellieten en DNA-mutaties. De grote voordelen van deze techniek zijn de betrouwbaarheid, de versatiliteit in toepassing en de lage kosten (zie bijlage kostenberekening).

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de verschillende scenario's waarin DNA kan worden afgenomen welk genotyperingsprofiel hiervoor minimaal benodigd, of geschikt is.

3.7 Keuze voor type DNA-genotypering in verschillende toepassingen

3.7.1 Matching met huidige beschikbare databank van de Raad van Beheer

De databank van de Raad van Beheer waarin DNA-profielen voor afstammingscontrole zou kunnen worden gebruikt voor matching met de nieuw op te zetten DNA-databank. Voorwaarde voor deze matching is dat er minimaal een profiel van microsatellieten (ISAG-2006 STR profiel) gemaakt wordt van nieuw te genotyperen honden om onderzoek naar verwantschap of afstamming mogelijk te maken.

3.7.2 Sporenonderzoek en bijtincidenten

Bij het NFI wordt van sporen vanaf een plaats delict een DNA-profiel van microsatellieten opgesteld, deze worden niet opgeslagen in een centrale databank. Een microsatellieten profiel (ISAG-2006 STR profiel) zal minimaal nodig zijn om in de toekomst te kunnen matchen met deze databanken.

Bij het verzamelen van DNA rondom bijtonden van een slachtoffer, wordt DNA verkregen afkomstig van speeksel. Dit bestaat uit kleine hoeveelheden en hierbij kan ook sprake kan zijn van contaminatie (indien er sprake is van hond-hond bijtincidenten). Hiervoor is het opstellen van een microsatellieten profiel het meest geschikt.

3.7.3 Vaststelling van het signalement

Het vaststellen van het signalement vanuit een DNA-profiel kan wenselijk zijn vanuit het oogpunt van bewijsvoering, bijvoorbeeld bij een verbod op een bepaald type- of rashond. Een ander scenario kan zijn wanneer DNA-materiaal is verzameld vanaf een plaats delict en wanneer het belangrijk is te weten wat voor type/ras hond aanwezig is geweest. Bijvoorbeeld wanneer het

vermoeden bestaat dat er op een locatie hondengevechten hebben plaatsgevonden. In dit geval is het wenselijk om een SNP-profiel op te stellen van minimaal 20,000 SNP-markers om een kinship analyse te kunnen doen en met grote mate van zekerheid te kunnen vaststellen van welk ras of type hond het DNA afkomstig is. Deze SNP-markers moeten worden aangevuld met DNA-testen specifiek voor uiterlijke kenmerken. Commercieel is hiervoor op dit moment de Embark test het meest geschikt, omdat de data worden vrijgegeven voor eigen analyses. Om te kunnen matchen met gegevens vanuit een forensische databank is tevens een microsatellieten profiel vereist.

3.7.4 Preventie van ongewenste fokkerij en handhaving van een fokverbod

Indien er sprake is van een fokverbod voor een hond op basis besluit houders van dieren, artikel 3.4, waarbij zowel het risico op het doorgeven van ziekten, schadelijke uiterlijke kenmerken als schadelijke gedragskenmerken wordt beschreven, is het nodig om afstammingscontrole te kunnen doen. Voorwaarde voor afstammingscontrole is dat de te controleren afstamming wordt toegevoegd aan I&R-hond. Afstammingscontrole op basis van de genotyperings-profielen kan worden ingeregeld bij de DNA-databank. Hiervoor moet minimaal het ISAG-STR 2006 panel uitgevoerd worden om te kunnen matchen met de huidige beschikbare databank van de Raad van Beheer, na enkele generaties zal ook het ISAG-SNP 2020 panel gangbaar worden. Het is ook altijd mogelijk om de genome-wide SNP-markers te gebruiken, voorwaarde is wel dat van zowel de ouderdieren als de vermoede nakomelingen overlap is in de getypeerde SNP-markers en uiteraard dat de te verifiëren afstamming bekend is.

3.7.5 Wetenschappelijk onderzoek

Wetenschappelijk onderzoek naar de link tussen ziekten of gedrag en de genetische aanleg daarvoor kan erg waardevol zijn voor toekomstige risico-inschattingen voor gezondheid en het ontstaan van ongewenst gedrag in een hond met een bepaald genetisch profiel. Voorwaarden voor gedegen genetisch gedragsonderzoek is een nauwkeurige fenotypering, het in ogenschouw nemen van omgevingsfactoren en een voldoende aantal dieren om statistisch betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Wat betreft genotypering is voor dit type onderzoek genome-wide genotypering nodig met minimaal 100,000 SNPs.

3.7.6 Andere toepassingen

Een andere toepassing voor het gebruik van DNA-profielen, wat reeds succesvol wordt toegepast in een [project in verschillende steden in Spanje](#), is het vaststellen van DNA-profielen aan de hand van faeces. In Nederland is het probleem van hondenuitwerpselen op straat erg groot. Dit zorgt niet alleen voor veel ergernis, maar is ook een probleem voor de volksgezondheid. Middels hondenuitwerpselen kunnen infectieuze parasieten als *Toxocara canis* zich in het milieu verspreiden met gevaar voor de volksgezondheid¹⁰. Doordat steeds meer hondeneigenaren hun dieren met vers vlees voeren, dat vaak besmet is met diverse ziekteverwekkers, kan er verspreiding in het milieu optreden.¹¹

In Spanje wordt het opstellen van DNA-profielen vanuit faeces op straat gebruikt om twee redenen: ten eerste het terugdringen van hondenuitwerpselen op straat en ten tweede identificatie van honden in het kader van welzijn (o.a. het terugdringen van het aantal achtergelaten honden). Voor deze toepassingen wordt gebruik gemaakt van databank-software met twee modules. Er is één module voor het laboratorium, waar bloedmonsters en faeces-monsters worden aangeleverd. Biologische monsters worden gebruikt voor DNA-isolatie en DNA-genotypering op basis van microsatelliet markers. Het laboratorium heeft geen toegang tot gegevens van de honden of persoonsgegevens van de eigenaren. De tweede module wordt gebruikt door dierenartsen, bevoegd personeel van de gemeente en de politie. Het toevoegen van nieuwe honden aan de databank kan enkel door dierenartsen worden gedaan, waarbij ook de chip van de hond wordt gecontroleerd. Wanneer ontlasting wordt gevonden, wordt de locatie van de uitwerpselen evenals een foto van de uitwerpselen opgeslagen in de databank. Er worden matches gemaakt tussen DNA-profielen afkomstig van de honden die zijn ingevoerd in de databank door dierenartsen en DNA-profielen afkomstig van ontlastingsmonsters. Iedere gemeente heeft enkel toegang tot data die in de eigen gemeente is verzameld.

¹⁰ [Macpherson: The epidemiology and public health importance of toxocarasis: a zoonosis of global importance. Int J Parasitol. 2013 Nov;43\(12-13\):999-1008.](#)

¹¹ [Van Bree et al.: Zoonotic bacteria and parasites found in raw meat-based diets for cats and dogs. Vet Rec. 2018 Jan 13;182\(2\):50.](#)



3.8 Conclusie

Voor de verschillende genoemde toepassingen is in de huidige situatie altijd een ISAG-2006-STR profiel gewenst, vanwege het feit dat dit het type profiel is wat momenteel het meest gangbaar is voor ouderschapscontrole en door de NFI wordt gebruikt wanneer de hoeveelheid beschikbare DNA gering is. Aanvullend, wanneer de hoeveelheid DNA niet de beperkende factor is, is genotypering met minimaal 100,000 SNP-markers, alle beschikbare uiterlijke kenmerken en DNA-testen wenselijk. Een dergelijke set markers is toepasbaar voor afstammingscontrole, vaststellen van het signalement en het testen op erfelijke ziekten. De geschatte kosten voor genotypering op verschillende platforms en voor verschillende aantallen honden is bijgevoegd in de bijlage kostenschattingen.

Hoofdstuk 4

4. Bestaande systemen en benodigde aanpassingen

Eén van de randvoorwaarden voor systeemoplossingen is dat er zo veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van al bestaande systemen. Hieronder volgt een opsomming van de bestaande systemen en worden aanpassingen voorgesteld om te komen tot een sluitend systeem dat gebruikt kan worden voor geautomatiseerde handhaving.

4.1 Centrale RVO databank voor identificatie en registratie voor honden

Sinds 1 april 2013 is het verplicht in Nederland geboren alsook geïmporteerde honden te chippen en te registreren. Het systeem I&R-hond is ingevoerd om zicht te krijgen op de omvang en oorsprong van de problematiek ten aanzien van de hondenfokkerij en -handel in Nederland en daarmee de toezichthouder in staat te stellen om binnen de wettelijke mogelijkheden op te treden tegen malafide fokkers en handelaren.¹²

Beleidsdoorlichting eind 2015 toonde onder andere aan dat er door NVWA en LID nog onvoldoende gebruik werd gemaakt van de in I&R-hond geregistreerde gegevens. Een van de genoemde redenen, naast onvoldoende capaciteit, was dat de gegevens in het systeem niet sluitend waren. In 2021 zullen een aantal belangrijke wijzigingen worden doorgevoerd om I&R-hond te versterken om de beoogde doelstellingen te kunnen halen. De belangrijkste aanpassingen in het systeem zijn samengevat in [bijlage 1](#).

In de beschreven processtappen wordt een belangrijke rol van de dierenarts erkend. De praktiserend dierenarts is reeds geregistreerd in het Diergeneeskunderegister en heeft als veterinaire professional een belangrijke rol bij het controleren van de leeftijd van de hond en het checken van de echtheid van geregistreerde vaccinaties. Tevens is de dierenarts op basis van Europees recht als enige bevoegd tot het afgeven van een dierenpaspoort.

Bij het naar behoren functioneren van het nieuwe systeem wordt voorkomen dat chips onrechtmatig worden verhandeld naar het buitenland en wordt fraude met paspoorten tegengegaan. Het is dan ook te allen tijde duidelijk wie in het bezit is van een hond. Het wordt hiermee mogelijk om geautomatiseerde controles uit te voeren via de centrale databank van RVO door de NVWA, LID of politie.

Met de voorgestelde aanpassingen worden de volgende gegevens geregistreerd in de RVO databank I&R-hond:

- geboortedatum
- chipnummer
- chipnummer van het moederdier
- fokker of importeur van de hond
- houder (met NAW gegevens)
- dierenarts die het paspoort heeft afgegeven
- chipper (geregistreerde chipper of dierenarts)
- paspoortnummer

Met de voorgestelde aanpassingen zal het systeem niet sluitend zijn voor toepassing in handhaving van een fokverbod. Hieronder worden de hiervoor vereiste aanpassingen aan het te lanceren I&R-hond beschreven.

¹² Panteia 2016: Beleid hondenfokkerij en -handel in Nederland (Beleidsdoorlichting en evaluatie I&R Hond) <https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvi5epmj1ey0/vk5oitO9f0z6>

4.1.1 Registratie van beide ouderdieren

Volgens het besluit houders van dieren artikel 3.4, is een fokverbod van kracht wanneer het fokken kan leiden tot welzijnsaantasting van de nakomelingen door schadelijke uiterlijke kenmerken, erfelijke ziekten of ongewenst gedrag. Tevens wordt beschreven dat de teef maximaal één keer per jaar een nest mag krijgen. Op dit moment is voorgesteld om enkel de geboortedatum van de hond zelf en het moederdier te laten registreren middels het doorgeven van het chipnummer door de houder van de hond. Hiermee kan worden gehandhaafd dat het moederdier niet vaker dan één keer per 12 maanden een nest krijgt.

Om een fokverbod te kunnen handhaven is het noodzakelijk om tevens het vaderdier te laten registreren in de centrale databank. Het gaat hierbij om het toevoegen van twee extra kolommen aan I&R-hond (registratie vader- en moederdier). De kosten hiervoor zullen waarschijnlijk meegenomen kunnen worden in de huidige begroting voor de op stapel staande aanpassingen binnen I&R-hond ([deelvraag 6](#)). Om te kunnen controleren of de opgegeven ouderdieren, daadwerkelijk de ouderdieren zijn, is DNA-afstammingscontrole nodig, welke geborgd wordt met een DNA-genotyperings-profiel. Een dergelijke DNA-afstammingscontrole is reeds ingeregeld bij honden die gefokt worden met stamboom en wordt beheerd door de Raad van Beheer op Kynologisch gebied. De gegevens vanuit de databank van de Raad van Beheer (afstammingsgegevens) moeten worden overgezet naar de RVO-databank. Dit zou kunnen plaatsvinden via de al bestaande koppeling, omdat de databank van de Raad van Beheer één van de aangewezen databanken beheert. Er wordt ongeveer een kwart van de honden in Nederland met stamboom gefokt. Voor het overgrote merendeel van de honden is het dus op dit moment niet mogelijk een fokverbod geautomatiseerd te controleren/handhaven binnen het huidige systeem.

4.1.2 Registratie van het signalement door dierenartsen

Om I&R-hond in combinatie met een DNA-databank te kunnen gebruiken voor het terugdringen van bijtincidenten en forensisch onderzoek is het van belang dat ook het signalement (geslacht, ras/type, vachtkleur, vachttype) van de hond wordt geregistreerd bij het chippen. Het signalement van het dier is tevens van belang voor handhaving en opsporing en het inschatten van een risico bij een interventie door de politie. Het verdient daarom aanbeveling om het chippen en registreren van honden enkel over te laten aan dierenartsen. Dierenartsen zijn professionals die bij uitstek geschikt zijn om een correct signalement van een hond te kunnen opnemen. Een bijkomend voordeel van de inzet van uitsluitend dierenartsen voor het chippen van de hond, is dat er een extra controle kan plaatsvinden middels een algemeen lichamelijk onderzoek waarbij ernstige schadelijke uiterlijke kenmerken, of (infectie-) ziekten die veterinaire behandeling vereisen, aan het licht komen. Ook kan daardoor signalering van welzijnsaantasting door bijvoorbeeld onjuiste socialisering van de pup en dierenmishandeling plaatsvinden door een professional.

4.2 PETscan

4.2.1 Ontwikkeling van PETscan

Om de omvang van de welzijnsaantasting door misstanden in de fokkerij van gezelschapsdieren in beeld te brengen, werd in opdracht van het ministerie van LNV (2014-2015) het PETscan-systeem ontwikkeld bij het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde. PETscan bestaat uit een lijst van alle bij honden en katten voorkomende diagnoses. Voor elke diagnose is een korte handleiding toegevoegd met informatie over hoe de diagnose gesteld dient te worden. Het is geïntegreerd in de praktijk managementsystemen van dierenartsen in Nederland. Wanneer een dier wordt aangeboden bij de dierenarts, wordt de digitale patiëntenkaart geopend met daarin het signalement van het dier. De dierenarts klikt vervolgens de gestelde diagnose aan en deze wordt doorgestuurd naar de centrale databank van het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde. Het unieke ID-nummer bestaat uit het chipnummer, waarvan de eerste vijf cijfers zichtbaar blijven, de rest van het chipnummer wordt gecodeerd doorgegeven. Hierdoor zijn de gegevens in PETscan in het huidige systeem geanonimiseerd.

4.2.2 PETscan implementatie

Het PETscan-systeem kan worden geïmplementeerd in alle praktijkmanagement software programma's waar dierenartsen in Nederland mee werken. Momenteel is het geïmplementeerd in IDEXX Animana, Viva Veterinary en Vetsware. Deze aanbieders van praktijkmanagement software bedienen >90% van de huidige markt. Dierenartsen kunnen zich kosteloos bij het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde aanmelden voor PETscan en daarmee is het op dit moment te gebruiken voor de overgrote meerderheid van dierenartsen in Nederland. In het

komende jaar zal ook de overige 10% van de praktijkmaganament software aanbieders benaderd worden voor de implementatie van PETscan om tot een volledige dekkingsgraad te komen.

4.2.3. Registratie van gezondheidskenmerken in PETscan

PETscan is recent uitgebreid met een interactief scoringsformulier voor de zes criteria voor het fokken met kortsnuitige honden die zijn opgesteld in opdracht van het ministerie van LNV. De dierenarts kan de hond scoren aan de hand van deze criteria en hiermee duiden of de hond al dan niet voldoet aan de wettelijke eisen ten aanzien van de fokkerij. De resultaten van deze scoring worden opgeslagen in het PETscan systeem en kunnen uitgeprint worden voor de houder van het dier. Momenteel werkt het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde aan het opstellen van criteria voor alle aan het uiterlijk van het dier waarneembare kenmerken waarop een dierenarts een potentieel fokdier kan beoordelen. Hiervoor kan een vergelijkbaar, interactief scoringsformulier worden ontwikkeld voor alle schadelijke uiterlijke kenmerken.

4.2.4 Registratie van gedragskenmerken in PETscan

In PETscan wordt een scoringsformulier voor gedrag ontwikkeld door deskundigen op het gebied van hondengedrag. Met de resultaten van dit scoringsformulier kan een indruk worden verkregen hoe vaak eigenaren vanwege een bijtincident of gedragsproblemen bij de dierenarts komen. Tevens kunnen in PETscan-analyses worden gedaan over het voorkomen van ongewenst (agressief) gedrag bij verschillende hondenrassen, maar ook bijvoorbeeld specifiek bij uit het buitenland geïmporteerde honden.

4.2.5 Koppeling van resultaten van gedrag en gezondheid uit PETscan met I&R-hond

Op dit moment wordt op afwijkende schedelconformatie (kortsnuiten) reactief gehandhaafd naar aanleiding van meldingen uit het veld. De handhavingscapaciteit hiervoor is onvoldoende. Een ander nadeel van het handhaven achteraf is dat wordt ingegrepen wanneer reeds gefokt is met dieren met schadelijke kenmerken, waardoor er dan reeds aantasting van het welzijn en de gezondheid heeft plaatsgevonden. Het is daarom wenselijk dat voorafgaand aan de dekking een controle op schadelijke uiterlijke kenmerken en gedrag door een dierenarts wordt uitgevoerd. Dierenartsen kunnen deze scoring uitvoeren in het PETscan systeem en middels koppeling met I&R-hond doorgeven of een hond voldoet aan de voorwaarden voor afwezigheid van schadelijke uiterlijke kenmerken of ongewenst gedrag ([Figuur 1](#)). De toezichthouders kunnen vervolgens via de RVO-databank geautomatiseerd handhaven. Wanneer de pups worden aangemeld, kan gezien worden of de fokker aantoonbaar aan zijn inspanningsplicht heeft voldaan door de hond te laten checken bij de dierenarts en of daarbij een positief oordeel is vastgelegd. Voorwaarde om dit te kunnen implementeren is dat bij iedere hond zowel het moederdier als het vaderdier wordt geregistreerd en dat de afstamming wordt gecontroleerd middels het DNA-profiel. Ook moet een gezondheidscontrole door de dierenarts ingevoerd in het PETscan-systeem minimaal aanwezig zijn, om te kunnen voldoen aan artikel 3.4 alvorens een reu of teef ingezet wordt voor de fokkerij.

4.2.6 Landelijke registratie van bijtincidenten in PETscan

Naar schatting zijn er jaarlijks ongeveer 150.000 gevallen van bijtincidenten door honden. Uit meerdere onderzoeken komt naar voren dat voor het terugdringen van bijtincidenten een landelijke registratie gewenst is. Bijtincidenten kunnen plaatsvinden van hond op mens, tussen honden of wanneer een hond een andere diersoort bijt. (Ernstige) bijtincidenten tussen hond en mens zullen worden gemeld bij de politie, waarbij er mogelijk ook aangifte kan worden gedaan. Andere bijtincidenten, bijvoorbeeld binnen een huishouden, zullen in het huidige scenario nooit worden gemeld, terwijl het optreden van minder ernstige incidenten een opmaat zou kunnen zijn naar een escalatie. Eigenaren van dieren die zijn gebeten door een hond zullen meestal met hun dier naar de dierenarts gaan voor medische verzorging. Het is daarom voor de hand liggend dat dierenartsen een centrale rol krijgen bij de registratie van bijtincidenten. Hiervoor kan een module worden ontwikkeld in PETscan. De dierenarts kan hierin melding maken van het bijtincident. De dierenarts is bij uitstek de professional die een signalement kan opstellen van zowel het slachtoffer (in het geval het een dier betreft) en de dader. Wanneer de politie wordt geconfronteerd met een bijtincident, kan de politie de agressor aanbieden bij de dierenarts. De dierenarts kan dan een signalement opstellen van de agressor, kan de hond medisch nakijken (sporen van eerdere hondengevechten, signalering van dierenmishandeling, verwondingen aan het dier naar aanleiding van verweer, euthanasie bij ernstige verwondingen etc.). Verder kan de dierenarts controleren of de hond gechipt en geregistreerd is, waarbij dan ook het adres van de houder gecontroleerd kan

worden. Blijkt de hond niet gechipt en geregistreerd, dan is de dierenarts de enige die bevoegd is om de hond te registreren. Vervolgens kan de dierenarts DNA afnemen voor opname in de DNA-databank. Dit DNA-profiel kan gelinkt worden aan andere zaken van dierenmishandeling, hondengevechten en kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van bloedlijnen of het handhaven van een fokverbod.

In het geval dat enkel het slachtoffer (ander dier) wordt aangeboden bij de dierenarts, kan geregistreerd worden welk type hond (grootte, vermoedelijk type) verantwoordelijk was, indien het bijtincident is waargenomen door de eigenaar van het slachtoffer. De dierenarts kan rondom bijtewonden DNA-materiaal verzamelen (van de agressor). Van dit materiaal kan een profiel worden opgesteld en door opsporingsinstantie worden vergeleken met reeds aanwezige DNA-profielen in de databank en kan het mogelijk zijn een match te maken. Ook kan de dierenarts de eigenaar van het slachtoffer wijzen op de mogelijkheid om een melding te maken of aangifte te doen bij de politie.

Met gegevens uit PETscan kunnen bij het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde trendanalyses worden uitgevoerd, waarbij ook een koppeling gemaakt kan worden met eventueel eerdere vastgelegde kenmerken over gedrag en het optreden van een bijtincident over bepaalde typen honden. Deze informatie is van groot belang bij het opstellen van nieuw beleid voor de huidige problematiek van bijtincidenten.

4.2.7 Koppeling van de databank bijtincidenten PETscan met I&R-hond

In de PETscan-databank worden honden met hun unieke registratienummer (gecodeerd chipnummer) opgenomen. Wanneer een bijtincident bij een andere dierenartsenpraktijk wordt aangemeld, kunnen deze middels dit unieke nummer aan elkaar gelinkt worden. Met de registratie van het bijtincident, wordt ook de locatie (postcode) van de dierenartsenpraktijk opgenomen, zodat voor handhaving inzichtelijk wordt in welke regio het bijtincident heeft plaatsgevonden, wat van belang is voor de risico-inschatting bij een interventie door de politie. Indien het gaat om een agressor die reeds was aangemeld bij I&R-hond, dan zijn ook de adresgegevens van de houder bekend. De handhaving en opsporingsinstanties kunnen toegang krijgen tot de gegevens in de bijtincidenten databank. Het terugdringen van bijtincidenten is van groot maatschappelijk belang, het is een overweging om dierenartsen te verplichten om een bijtincident te registreren wanneer zij daarmee te maken krijgen.

4.2.8 Registratie portal voor dierenartsen

Het toedichten van een cruciale rol voor veterinaire professionals in de voorgestelde systeemoplossingen wordt onderschreven door geïnterviewde afgevaardigden van de beroepsorganisatie KNMvD, vertegenwoordiging van de chip-registratie databanken en de politie. Er werden twee belangrijke kanttekeningen geplaatst. De eerste heeft betrekking op het waarborgen van anonimiteit van de dierenarts, bijvoorbeeld bij het afnemen van DNA, het opstellen van het signalement en het registreren van een in beslag genomen hond. Een dierenarts moet daarbij beschermd worden tegen mogelijke represailles van (criminele) houders. Dierenartsen zijn aan hun beroepscode verplicht te waken over dierenwelzijn, bijvoorbeeld met betrekking tot erfelijke ziekten, schadelijke raskenmerken, maar ook bij het signaleren van mogelijke fraude met paspoorten en entingen bij malafide geïmporteerde pups.

Om registratie te faciliteren werd door meerdere geïnterviewde dierenartsen aangehaald dat het wenselijk zou zijn om te komen tot één portal waar de dierenarts terecht kan voor alle vereiste handelingen te weten:

- Registratie van een dier bij een aangewezen databank
- Registratie van het paspoort
- DNA-aanvraag
- (Interactief) digitaal meldingsformulier voor de NVWA bij verdenking van fraude met paspoorten, entingen en verdenking malafide handel
- Registratie van gezondheid, gedrag, bijtincidenten

Deze portal zou gemaakt kunnen worden in het huidige PETscan-systeem waarbij dan het signalement vanuit het praktijkmanagement systeem kan worden opgehaald. Hiervoor is een aanpassing in PETscan nodig in de authenticatie van dierenartsen. Ook is het zo dat op dit moment de data versleuteld wordt doorgegeven (chip-nummers). Dit moet dan worden aangepast in de nieuwe situatie. Dit voorkomt dubbele invoering van signalement. Hierbij wordt voldaan aan

de randvoorwaarde om aan te sluiten bij bestaande systemen en het voordeel is dat dit systeem reeds geïntegreerd is in de veterinaire praktijkmanagement softwaresystemen.

4.3 Bestaande DNA-databanken

4.3.1 *Non-human biological traces bij het Nederlands Forensisch instituut*

De afdeling non-human biological traces van het Nederlands Forensisch instituut onderzoekt DNA-sporen die niet afkomstig zijn van mensen. In forensische zaken zijn vaak slechts enkele picogrammen van DNA beschikbaar waardoor al het DNA wordt gebruikt voor het opstellen van een genotyperingsprofiel en er dus geen mogelijkheid is voor opslag van het fysieke DNA. Het verzamelen van DNA vanaf een plaats delict moet gebeuren door een daarvoor getraind en bevoegd persoon. Het is wettelijk niet nodig, en vaak ook niet mogelijk in verband met de kleine hoeveelheden om het DNA in tweevoud te verzamelen ([deelvraag 2](#)). In het onderzoek bij de NFI is geen specifieke focus op honden. DNA van honden kan gebruikt worden als linking-evidence, bijvoorbeeld wanneer er hondenharen gevonden worden op een plaats delict. Daarnaast wordt de hulp van het NFI op dit moment ingeroepen in andere casuïstieken zoals dierenmishandeling, het doden van honden, illegale import, wanneer er twijfel is bij aanbieders van honden of de gepresenteerde ouders daadwerkelijk de ouders zijn, of wanneer moet worden vastgesteld of een schaap is aangevallen door een hond of bijvoorbeeld een wolf. Het NFI maakt voor honden enkel gebruik van microsatelliet-markers (door NFI gekozen panel van 20 markers) en van markers op het mitochondriale DNA. Het NFI werkt op casus-basis, dit houdt in dat DNA-dragers, geïsoleerd DNA en genotyperings-profielen enkel worden opgeslagen ten behoeve van de casus in een zogenaamde "case-file" en niet in een centrale databank. Wanneer de casus is opgelost, worden de gegevens gewist. Omdat het binnen een casus gaat om kleine aantallen dieren, kan de matching handmatig geschieden en wordt hiervoor geen gebruik gemaakt van gespecialiseerde software. Feitelijk is er dus geen sprake van een databank van DNA-profielen van honden bij het NFI. Of er gebruik gemaakt mag worden van andere DNA-databanken voor matching in een bepaalde zaak is afhankelijk van het type zaak en van de ernst van het delict. Hierover is op dit moment nog geen jurisprudentie. Ter vergelijking, bij een commerciële genotype-databank voor humane toepassing (23&me) wordt aan de consument aangegeven dat, hoewel het niet vaak gebeurt, het voor opsporingsinstanties mogelijk is om DNA-gegevens te gebruiken in een misdadaonderzoek.

4.3.2 *DNA-databank van het Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde*

Het Expertisecentrum Genetica beheert een databank met daarin ~28,000 DNA-samples van een grote variëteit aan verschillende rashonden voor het gebruik in wetenschappelijk onderzoek. Voor deze honden is een zorgvuldige fenotypering uitgevoerd. Van ongeveer 1.000 van deze DNA-samples is tevens een genotyperings-profiel met 170.000 SNPs (CanineHD whole-genome genotyping Beadchip Illumina) beschikbaar. De DNA-monsters die zijn opgeslagen zijn in deze databank zijn beschikbaar voor wetenschappelijk onderzoek. Hiervoor wordt door de eigenaar van de hond een verklaring getekend. Deze databank zou bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden als referentiedatabank wanneer middels een SNP-profiel moet worden vastgesteld van welk ras een DNA-monster afkomstig is.

4.3.3 *Internationale commerciële databanken*

Wisdom Health heeft in de afgelopen jaren meer dan twee miljoen honden wereldwijd getest met hun panel van ~200 DNA-testen en 20.000 SNPs. De ruwe data verkregen vanuit deze tests wordt niet gedeeld met derden en ook niet met de consument, tenzij in een onderzoekssamenwerking. Embark heeft op dit moment een genotype databank van naar schatting enkele tienduizenden honden, die wereldwijd zijn verzameld. In Nederland is ook een aantal fokkers, van zowel stamboomhonden als niet-stamboomhonden dat gebruik maakt van de service van Embark of Wisdom Health. Ruwe data van Embark wordt ter beschikking gesteld aan de eigenaar van het dier. In Nederland is geen registratie van eigenaren die hun hond hebben laten genotyperen door één van deze commerciële platforms. In het geval dat een individuele eigenaar toestemming geeft voor het gebruik van de gegenereerde data zou het mogelijk zijn dit te gebruiken. Dit geldt dan enkel voor het EMBARK-platform.



4.3.4 Databank van de Raad van Beheer op Kynologisch gebied

De Raad van Beheer op Kynologisch gebied is de overkoepelende organisatie van rashondenfokkers en beheert één van de door Onze Minister aangewezen databanken (www.databankhonden.nl). De chipnummers van de met stamboom gefokte honden worden aangemeld door chippers in dienst van de Raad van Beheer. In de databank van de Raad van Beheer worden de afstammingsgegevens van de stamboomhonden (ouderdieren en verdere voorouders) geregistreerd.

Sinds 1 juni 2014 voert de Raad van Beheer DNA-afstammingscontrole voor rashonden uit. Jaarlijks worden er zo'n 35.000 honden met stamboom gefokt, welke ongeveer 20% uitmaken van het totaal aantal honden in Nederland. Van alle rashondenpups en hun ouders wordt daarvoor DNA afgenomen en wordt een ISAG-2006 microsatellieten profiel opgesteld bij een geaccrediteerd laboratorium (VHL-genetics). De chippers van de Raad van Beheer nemen DNA af van de in Nederland geboren pups ten tijde van het chippen, waardoor de identiteit van de pup geborgd is middels chip en DNA-profiel. Het streven is de pups voor 6 weken leeftijd te chippen (en dus te identificeren), echter in de praktijk blijkt dat deze termijn niet altijd wordt gehaald. Indien een ouderdier nog geen ISAG-2006 profiel heeft, kan DNA worden afgenomen en opgestuurd door de dierenarts, die tekent voor het controleren van de chip en het afnemen van het DNA. Deze procedure wordt ook gevolgd wanneer het gaat om een ouderdier uit het buitenland. Een correcte afstammingscontrole is benodigd voor het verkrijgen van een FCI-stamboom. Naar schatting zijn er op dit moment zo'n 200.000 ISAG-2006 microsatellieten DNA-profielen aanwezig in de databank van de Raad van Beheer, voornamelijk afkomstig van rashonden in Nederland. Behalve voor afstammingscontrole worden deze DNA-profielen nog nergens anders voor gebruikt. Ze zijn niet toegepast voor matching in forensische zaken. VHL-genetics heeft van de rashonden die zijn verzameld vanaf 2014 fysieke DNA-monsters opgeslagen. Deze kunnen worden opgevraagd door eigenaren om DNA-testen te laten uitvoeren, mits er nog voldoende DNA met een goede kwaliteit beschikbaar is. VHL-genetics voert, in opdracht van de Raad van Beheer, de afstammingscontrole uit.

Door het delen van de gegevens vanuit de databank van de Raad van Beheer (geboortedatum, chipnummers en ISAG-2006 STR-profielen van de hond zelf en beide ouderdieren, afstamming) met de RVO-databank zal het mogelijk worden om fraude tegen te gaan en wordt het mogelijk om het Besluit houders van dieren, artikel 3.4, lid 3¹³ geautomatiseerd te kunnen handhaven voor de honden met stamboom. Voorafgaand aan de afgifte van de stamboom controleert de Raad van Beheer of een teef niet binnen 12 maanden een nest heeft gehad. Op dit moment komt het voor dat fokkers de teef toch een nest laten krijgen binnen een jaar, maar hiervoor geen stambomen aanvragen en zo controle vanuit de Raad van Beheer omzeilen.

Onder de nieuwe I&R-regelgeving is de houder (fokker) verplicht zelf de geboortedatum van de pups te melden voor registratie in de RVO-databank. Door een koppeling te maken van gegevens vanuit de databank van de Raad van Beheer zal fraude met geboortedata, en het twee keer per jaar laten dekken van dezelfde teef kunnen worden opgespoord. Door het delen van het chipnummer en ISAG-2006 STR-profiel van het dier zelf en de ouders vanuit de Raad van Beheer databank met de RVO-databank wordt het mogelijk afstammingscontrole uit te voeren en geautomatiseerd te handhaven wanneer er een fokverbod geldt voor één van de ouderdieren of de combinatie. Of er een fokverbod geldt zal kunnen worden vastgesteld door het registreren van ziekte- en gedragskenmerken, maar ook door resultaten van SNP-genotypering.

¹³ Besluit houders van dieren, artikel 3.4, lid 3: Een hond krijgt binnen een aaneengesloten periode van twaalf maanden ten hoogste één nest.

Hoofdstuk 5

5 Opzet van een DNA-databank

5.1 Betrokken partijen

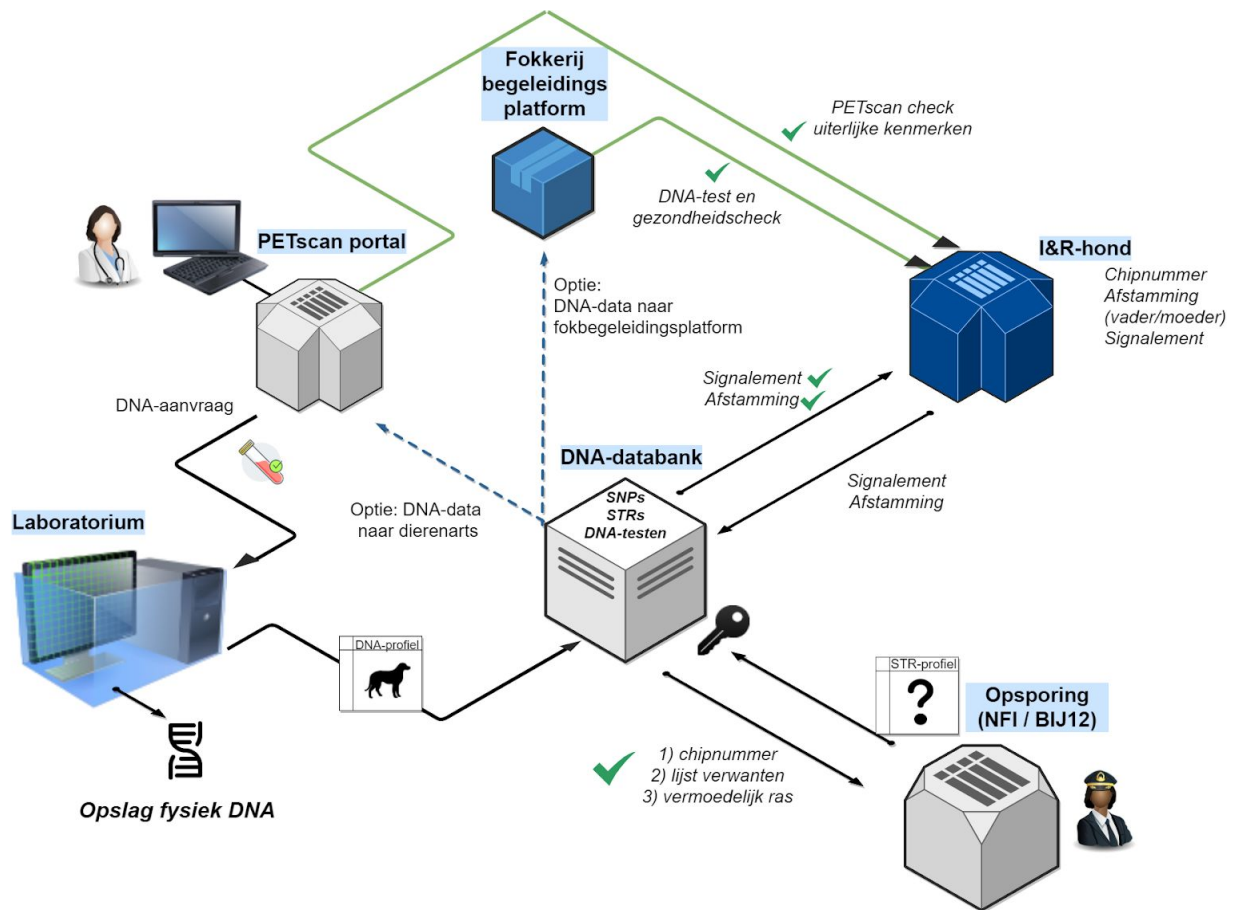
Bij het tot stand komen van een DNA-databank voor alle honden in Nederland zijn verschillende partijen en organisaties betrokken (in willekeurige volgorde):

- Dierenartsen en de Koninklijke Nederlandse Maatschappij voor Diergeneeskunde als overkoepelende organisatie
- Expertisecentrum Genetica Diergeneeskunde (UU), voor advisering en uitrol van PETscan, data-analyse, advies op het gebied van gezondheid, genetica en fokkerij van honden.
- Laboratorium voor het uitvoeren van genotyperingen en de opslag van fysieke DNA monsters
- Nederlands Forensisch Instituut als beheerder van niet-humane forensische DNA-monsters in rechtszaken
- Handhavers: NVWA, LID, politie
- ICT-specialisten met specifieke kennis met betrekking tot DNA-profielen voor ontwikkeling van databanken en ontwikkeling van gewenste algoritmen
- RVO als beheerder van I&R-hond

5.2 Procedure in het laboratorium en opslag van fysiek DNA

Dierenartsen nemen DNA af en melden de afname aan bij het laboratorium via de PETscan portal ([Figuur 1](#)). In het laboratorium wordt DNA geïsoleerd uit de ingestuurde DNA-dragers. Het kan wenselijk zijn om het chipnummer van het dier te koppelen aan het ingestuurde DNA. Als dit bezwaarlijk zou zijn in verband met de privacy wetgeving zou het alternatief mogelijk zijn om een uniek databank-nummer vanuit I&R-hond te koppelen aan het ingestuurde DNA-monster. In het geval dat het gaat om (sporen van) de agressor, of een (dode, of levende) hond waarbij geen houder geregistreerd is, kan een casusnummer worden aangemaakt. In de volgende tekst zal de term "uniek ID" worden gebruikt voor het unieke nummer dat door de hele keten gekoppeld blijft aan de gegevens van de hond (signalement, DNA-profiel, gezondheidsgegevens etc).

Na isolatie kan het fysieke DNA opgeslagen blijven in het laboratorium, voor een afgesproken periode ([Figuur 1](#)). Er wordt in dit rapport onderscheid gemaakt tussen opslag van fysiek DNA (DNA-biobank), welke meest praktisch wordt opgeslagen in het laboratorium waar het DNA wordt geïsoleerd, en de DNA-databank van genotyperingen. In de volgende tekst wordt, wanneer gesproken wordt van de DNA-databank, de databank voor de opslag van genotyperingen bedoeld.



Figuur 1 Geïntegreerde infrastructuur voor DNA-databank

DNA wordt afgenomen door de dierenarts en aangemeld bij het laboratorium via de centrale PET-scan portal. In het laboratorium wordt DNA geëxtraheerd en opgeslagen in een biobank. Tevens wordt een DNA-profiel opgesteld welke wordt verstuurd naar de DNA-databank. Opsporings instanties kunnen hun STR-profielen aanbieden voor matching met de DNA-databank. Er vindt koppeling plaats tussen de DNA-databank en I&R-hond voor controle van signalement en afstamming. Desgewenst kunnen uitslagen van DNA-testen worden teruggekoppeld aan de behandelend dierenarts via PET-scan. Er is ook een optie om DNA-gegevens en SNPs ter beschikking te stellen aan fokkerij-begeleiding platforms. Vanuit PETscan kan een gezondheidscheck van het beoogde fokdier worden ingevuld door de dierenarts. Deze gegevens kunnen worden teruggekoppeld naar I&R-hond. Fokkerij-begeleiding platforms kunnen aanbevelingen voor combinaties van fokdieren doorgeven aan I&R hond op verzoek van de eigenaar.

5.3 Genotypering

In het laboratorium wordt de genotypering uitgevoerd en wordt een microsatellieten-profiel, SNP-profiel en DNA-testen voor ziekten en uiterlijke kenmerken uitgevoerd. Hiervoor kunnen verschillende technieken worden aangewend. Op dit moment lijkt de meest kostenefficiënte optie het ontwerp van een targeted resequencing aanpak, waarbij in het ontwerp de mogelijkheid is voor het meenemen van alle gangbare microsatellieten, 100.000 SNPs en de gewenste DNA-testen voor erfelijke ziekten en uiterlijke kenmerken. Deze mogelijkheid wordt al veel benut in de runderfokkerij, maar is nog niet toegepast voor honden. Bij toepassing voor honden worden geen problemen verwacht. Een andere optie, die al wel wordt toegepast voor honden, is het gebruik van het Illumina Infinium platform voor SNPs en DNA-testen, en conventionele technieken van genotyperen van microsatellieten. Om eenzelfde hoeveelheid data aan SNPs te verkrijgen zijn de kosten van deze combinatiemethode aanzienlijk hoger. In dat geval kan worden besloten het



aantal SNPs te verminderen om tot een vergelijkbare prijs te komen (zie bijlage kostenberekening).

5.4 Opname van genotyperingsdata in de DNA-databank

Voor opname van genotyperingsdata in de DNA-databank moet een software pijplijn gebouwd worden voor de geautomatiseerde import van data afkomstig vanuit het laboratorium ([Figuur 1](#)). Verder zal besloten moeten worden wat een wenselijke frequentie is van import van de data vanuit het laboratorium in de DNA-databank (variërend van bijvoorbeeld real-time tot wekelijkse of maandelijkse import).

Voorafgaand aan opname van de genotyperingsdata in de DNA-databank dient een aantal basale kwaliteitscontroles plaats te vinden. De eerste betreft een controle van de kwaliteit van de genotyperingsdata. Hierbij wordt gecontroleerd hoeveel van de SNPs, microsatellieten en/of DNA-testen zijn mislukt. Daarnaast kan, middels een koppeling met het systeem I&R-hond, gecontroleerd worden of het genetisch bepaalde geslacht van een hond overeenkomt met het opgegeven geslacht. Indien blijkt dat de kwaliteit van de genotyperingsdata onvoldoende is, wordt dit teruggekoppeld aan het laboratorium, welke een nieuwe genotypering kan uitvoeren, dan wel de dierenarts verzoeken tot het insturen van een nieuw monster.

Wanneer blijkt dat het geslacht niet overeenkomt met hetgeen geregistreerd is in de RVO-databank, wordt een melding gemaakt bij RVO. Er zal een nader onderzoekstraject gestart moeten worden, om de oorzaak van de discrepantie te onderzoeken: is de informatie in I&R-hond correct, of is de genetische informatie correct? Pas wanneer aan de kwaliteitscontroles is voldaan, wordt het DNA-profiel opgeslagen in de DNA-databank.

5.5 Afstammingscontrole

Voor afstammingscontrole in de DNA-databank worden via een koppeling met I&R-hond de unieke ID-nummers van het vader- en moederdier van het individu opgevraagd door de DNA-databank ([Figuur 1](#)). Afstammingscontrole kan pas plaatsvinden als ook de DNA-profielen van de ouderdieren in de DNA-databank zijn opgenomen. Bij aanvang van het project kan hiervoor voor de stamboomhonden wellicht gebruik gemaakt worden van de ~200.000 microsatelliet profielen die reeds zijn opgeslagen bij de Raad van Beheer. Er zal een algoritme moeten worden ontwikkeld en geïmplementeerd dat de afstammingscontrole op basis van de DNA-profielen en de geregistreerde afstammingscontrole in de RVO databank met elkaar vergelijkt. Vanuit de DNA-databank wordt, bijvoorbeeld via een API, aan de RVO databank teruggekoppeld of de daarin opgenomen afstamming correct is. Indien de afstamming niet klopt, zal een nader onderzoekstraject moeten worden opgestart om de oorzaak van de discrepantie te achterhalen.

5.6 Controle van genetisch signalement

Op basis van de resultaten van DNA-testen voor uiterlijke kenmerken en het SNP-profiel kan worden voorspeld wat respectievelijk de uiterlijke kenmerken van het dier zijn (kleur, vachttype, wel of geen staart etc.) en tot welk ras het dier behoort. Hiervoor zal een algoritme moeten worden ontwikkeld om op basis van deze genetische data te komen tot een voorspelling van een signalement van het dier. Dit signalement wordt vergeleken met het signalement dat wordt verkregen vanuit de RVO-databank en dat door een dierenarts is opgesteld en via PETscan wordt doorgegeven. Vanuit de DNA-databank wordt aan de RVO databank teruggekoppeld of het signalement passend is bij het genetische signalement. Op deze wijze kan fraude met identiteit van de hond worden opgespoord ([Figuur 1](#)).

5.7 Authenticatie en autorisatie

Om ongeoorloofde toegang tot de gegevens in de DNA-databank te voorkomen zal een goede authenticatie en autorisatie moeten worden geborgd. Authenticatie betreft het vaststellen van de identiteit van de aanvrager: is degene die toegang vraagt daadwerkelijk wie zij of hij zegt te zijn. De autorisatie bepaalt vervolgens welke bevoegdheden c.q. toegangsrechten een persoon heeft zodra deze geauthenticeerd is.

Voor authenticatie ligt het voor de hand gebruik te maken van het gestandaardiseerde eHerkenning inlogsysteem dat sinds 2012 ontwikkeld in opdracht van de toenmalige minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. Verschillende diensten als de RVO en de Belastingdienst maken reeds gebruik van eHerkenning, waardoor bijvoorbeeld ambtenaren en ondernemers reeds bekend zijn met het systeem. Bovendien voldoet eHerkenning aan de Europese EIDAS-eisen en is het een erkend Europees inlogmiddel.

In 2021 zal naar verwachting de wet Digitale Overheid in werking treden. Deze wet maakt het mogelijk om één of meerdere (publiek-) private inlog middelen te gebruiken voor toegang tot digitale dienstverlening (het eID-stelsel). De hierbij ontwikkelde Idensys standaard zou tegen die tijd ook gebruikt kunnen worden als alternatief voor of naast eHerkenning.

Binnen eHerkenning wordt gebruik gemaakt van vier betrouwbaarheidsniveaus voor het afschermen van gevoelige gegevens, variërend van EH1 (laag) tot EH4 (zeer hoog). Zodra de daadwerkelijke architectuur van de DNA-databank en de eventuele koppelingen met andere systemen is gespecificeerd en uitgewerkt kan worden besloten over het te gebruiken betrouwbaarheidsniveau voor toegang tot de verschillende componenten van de DNA-databank en bijbehorende interfaces.

Bij het ontwerpen en implementeren van het systeem zal, zeker als de DNA-databank gekoppeld zal worden met verschillende andere databanken en systemen zoals eerder beschreven, bijzonder veel aandacht moeten worden besteed aan autorisatie, dat wil zeggen het toekennen van rechten voor bijvoorbeeld het lezen of aanpassen van objecten in de DNA-databank aan personen of processen. Voor het implementeren van de autorisaties kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van bestaande frameworks als bijvoorbeeld Open Policy Agent. Naast het inventariseren (en implementeren) van de benodigde autorisaties moeten ook de kosten voor het beheer van de autorisaties niet uit het oog verloren worden. Naarmate het aantal koppelingen met andere systemen groeit, en dus ook het aantal mogelijke gebruikers en processen, zal ook de beheerlast van de autorisaties toenemen.

5.8 Beantwoording van forensische vragen vanuit opsporingsinstanties

Opsporingsinstanties of forensisch onderzoekers kunnen een vraag stellen aan de DNA-databank. Wanneer zij een microsatellieten- profiel hebben verkregen vanuit sporen, kan dit microsatellieten -profiel worden aangeboden bij de DNA-databank ([Figuur 1](#)). Hiervoor zal een autorisatie plaatsvinden ([zie 5.7](#)). Er zal een algoritme moeten worden geprogrammeerd om de antwoorden te genereren. Dit kan zijn: 1) ja, hond is in de databank aanwezig, waarna het unieke ID-nummer wordt vrijgegeven. Hiermee kan de opsporingsinstantie bij RVO de NAW gegevens opvragen. 2) De hond is niet in de databank aanwezig, indien mogelijk kan een lijst worden gegenereerd met unieke ID-nummers van verwante individuen, waarmee in de RVO databank NAW gegevens van de houders van de verwanten kunnen worden opgespoord. 3) het vermoedelijke ras op basis van microsatellieten kan worden teruggekoppeld.

5.9 Terugkoppeling aan de dierenarts via PETscan

Met toestemming van de eigenaar van het dier, kan de mogelijkheid worden gecreëerd om, bijvoorbeeld middels een API, resultaten van DNA-testen die relevant zijn voor de medische behandeling van het dier terug te koppelen aan de behandelend dierenarts via PETscan ([Figuur 1](#)).

5.10 Genotyperingsdata voor fokkerij-begeleidingsprogramma's

Met toestemming van de houder van het dier, kan de mogelijkheid worden gecreëerd om genotyperingsdata en resultaten van DNA-testen uit de DNA-databank te delen met fokkerijbegeleidingsprogramma's als Fit2Breed ([Figuur 1](#)). Fit2Breed doet, gegeven een combinatie van ouderdieren, op basis van genetische en klinische data voorspellingen over het risico op ziekte bij nakomelingen. Wanneer een combinatie van fokdieren binnen Fit2Breed als een verantwoorde keuze wordt voorgesteld, kan dit op verzoek van de eigenaar worden gedeeld met RVO. Hiermee kan in de RVO databank worden geregistreerd dat er bij de inzet van een bepaalde combinatie van fokdieren is voldaan aan de inspanningsverplichting van de fokker om een zo gezond mogelijke combinatie te kiezen.



5.11 Technische eisen aan de opslag van genotyperingsdata

Het databaseplatform dat gekozen zal worden om de DNA-databank in te implementeren zal aan een aantal eisen moeten voldoen om de hierboven geschetste functionaliteit te kunnen bieden. De belangrijkste aspecten worden hieronder nader toegelicht.

5.11.1 Omvang van de data

De DNA-databank zal de genotyperingsdata van enkele miljoenen dieren gaan bevatten. De genotyperingsdata zal, afhankelijk van de gekozen methode voor genotypering zal er per dier tot ca. een miljoen datapunten aan genotyperingsdata moeten worden opgeslagen. Daarnaast zal er buiten de database zelf nog rekening moeten worden gehouden met de (tijdelijke) opslag van data tijdens het importeren van de data en het uitvoeren van de kwaliteitscontroles.

5.11.2 Aard van de interacties met de databank

Afgezien van de invoer van nieuwe data, zal het grootste deel van de verzoeken aan de DNA-databank bestaan uit leesoperaties. Denk hierbij aan het opvragen van het DNA-profiel van een hond gegeven een uniek ID-nummer. Of, gegeven een DNA-profiel, is deze hond aanwezig in de databank, of, indien er geen perfecte overeenkomst is, welke honden komen het meest overeen met het betreffende profiel. Ook complexere verzoeken als "welke verwanten van een hond met gegeven uniek ID-nummer of DNA-profiel zijn in de databank aanwezig". Het platform waarop de DNA-databank gebouwd wordt zal voor dergelijke toegangspatronen geoptimaliseerd moeten zijn. Bovendien is het op sommige platforms mogelijk om bepaalde functies direct in de database programmatuur te implementeren waardoor de betreffende functies sneller kunnen worden toegepast op de data. Dit zou voor sommige van de benodigde algoritmen een goede optie zijn.

5.11.3 Schaalbaarheid

Het systeem (zowel hardware als software) waarop de DNA-databank gebouwd wordt zal zeer goede schaalbaarheid moeten hebben. Gezien de gestaag dalende prijzen voor genotypering¹⁴ is de verwachting dat het aantal baseparen dat per dier gegenotypeerd wordt snel zal toenemen, in het geval van het sequencen van het volledige genoom zelfs tot enkele miljarden baseparen per dier. Het platform zal dus moeten kunnen schalen in het aantal datapunten dat per hond wordt opgeslagen, maar uiteraard ook in het aantal dieren. Bovendien ligt in de lijn der verwachting dat het aantal opvragingen ook zal toenemen naarmate het aantal dieren in de databank stijgt en naarmate het aantal koppelingen met andere systemen toeneemt.

5.11.4 Databeveiliging

Om de eerder genoemde autorisatie van gebruikers en processen goed te kunnen bewerkstelligen zal de te kiezen database programmatuur voorzien moeten zijn van goede mogelijkheden om deze autorisaties te implementeren. Het ligt in de lijn der verwachting dat van (sommige) bevragingen van de DNA-databank een audit-trail zal moeten worden bijgehouden zodat zowel in real-time als achter kan worden vastgesteld wie welke gegevens heeft opgevraagd. De gekozen database-oplossing zal ook hiervoor de mogelijkheid moeten bieden.

Om de beveiliging van de softwaresystemen waarop de DNA-databank draait optimaal te houden is het aan te raden om regelmatig, bijvoorbeeld eens per jaar, een security-audit uit te laten voeren door een externe partij. Deze kan dan in kaart brengen waar de beveiliging van de gegevens in de DNA-databank tekort schiet zodat daarop gerichte actie kan worden ondernomen. Uiteraard dienen ook de basisprincipes van goede beveiliging van informatiesystemen te worden gevolgd, zoals het tijdig installeren van (door de leverancier geleverde) patches voor veiligheidsproblemen in de gebruikte programmatuur (zie ook de sectie over beheer en onderhoud van de DNA-databank).

De koppeling (middels APIs) van de DNA-databank met andere systemen en databanken dient altijd via een versleutelde verbinding plaats te vinden zodat de gegevens die heen en weer gezonden worden onderweg niet door derden kunnen worden ingezien of gemanipuleerd.

¹⁴ <https://www.genome.gov/sequencingcosts>



5.12 Beheer en onderhoud van de DNA-databank

Het beheer en onderhoud van de DNA-databank zal bestaan uit een aantal componenten, die hieronder nader worden uitgewerkt.

5.12.1 Onderhoud van de gegevens in de databank

Hoewel het DNA van een organisme in principe niet verandert met de tijd, zullen de gegevens in de DNA-databank wel moeten worden onderhouden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan integriteit van de data zelf, bijvoorbeeld door het vergelijken van (delen van de data) met gegevens van hetzelfde individu in andere databanken, maar bijvoorbeeld ook aan het verwijderen van gegevens van overleden honden een zekere tijd na hun dood.

5.12.2 Onderhoud aan de algoritmen en software pijplijnen

Zowel de algoritmen die in het kader van de DNA-databank zijn ontwikkeld, als de implementatie daarvan in software zullen moeten worden onderhouden. Zo zullen, bijvoorbeeld, veranderingen in de hoeveelheid of aard van de genotyperingsdata zeer waarschijnlijk tot gevolg hebben dat de algoritmen voor kwaliteitscontrole van genotyperingsdata en het doorzoeken van de databank op (verwanten van) dieren moeten worden aangepast.

5.12.3 Onderhoud van de koppelingen met externe systemen

De koppelingen van de DNA-database met verschillende (externe) systemen zullen ook onderhoud met zich meebrengen. Zodra de API van een van deze systemen verandert, zal de programmatuur voor de betreffende koppeling daarop moeten worden aangepast.

5.12.4 Beheer en onderhoud van de hardware en software

Ongeacht of er wordt gekozen om de programmatuur van de DNA-databank op 'eigen' hardware te laten draaien of in een cloud, zullen er onderhoudskosten en/of abonnementskosten zijn voor deze computersystemen. Daarnaast zullen er systeembeheerders moeten zijn die de verschillende software lagen onderhouden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het up-to-date houden van het besturingssysteem en applicatieprogrammatuur en -bibliotheken, het installeren van beveiligings patches, maar ook aan het borgen van voldoende beschikbaarheid van de diensten van de DNA-databank. Voor een begroting van de kosten voor bovengenoemde aspecten: zie bijlage kostenschatting.

Hoofdstuk 6

6 Conclusie en aanbevelingen

De **hoofdvraag** in dit onderzoek was: Wat zijn de kosten en randvoorwaarden voor het opzetten van een DNA-databank voor honden voor het terugdringen van bijtincidenten en voor het controleren van de fokkerij van honden?

In [hoofdstuk 2](#) werd kort ingegaan op de huidige problematiek in de hondensector te weten bijtincidenten en ongewenst gedrag, hond gerelateerde criminaliteit, welzijnsaantasting in de fokkerij, maar ook wetsovertredingen door malafide import en handel van honden. Voor de eerste drie problemen is een DNA-databank voor honden essentieel voor een sluitend systeem voor controle en handhaving. Echter, ook bij malafide import en handel kan het worden ingezet om mogelijke fraude met honden tegen te gaan, doordat DNA gebruikt kan worden voor het onomstotelijk vaststellen van de identiteit van het dier. De meest efficiënte aanpak van geschetste problemen is middels een geïntegreerde en systematische aanpak, waarbij zo veel mogelijk controle voorafgaand aan de fokkerij plaatsvindt, in plaats van de huidige aanpak van handhaving achteraf.

Bij gezondheids- en gedragscontrole voorafgaand aan de fokkerij, bij de identificatie en registratie van honden en bij de afname van DNA verdient het aanbeveling de dierenarts hierin een centrale rol te geven. Ingrijpen door de overheid in de sector is nodig, omdat gebleken is dat er sprake is van onvoldoende zelfregulering. Randvoorwaarden die de overheid hierbij stelt zijn een minimale hoeveelheid regeldruk, een minimaal ingrijpen in bestaande structuren en aansluiting bij al bestaande systemen. Met deze voorwaarden is rekening gehouden bij het schrijven van dit rapport.

Voor het vernieuwde systeem I&R-hond staan al een aantal aanpassingen op stapel die in 2021 ingevoerd zullen worden. Om te komen tot een sluitend systeem, zijn hierbij nog een tweetal specifieke aanpassingen nodig, te weten: registratie van beide ouderdieren en het opnemen van het signalement van de hond in de RVO databank. Ook moet er een koppeling tot stand worden gebracht met het PETscan-systeem en de DNA-databank. Het PETscan-systeem is in eerste instantie gefinancierd door het ministerie van LNV en is geïntegreerd in de praktijkmanagement softwaresystemen van het overgrote merendeel van de dierenartsenpraktijken. Op dit moment wordt het gebruikt voor het registreren van ziekten binnen honden populaties, maar ook voor het scoren van de handhavingscriteria aangaande kortsnuitige honden. Het systeem kan uitgebreid worden met een gezondheids scoringsformulier welke wordt ingevuld door een dierenarts voor een fokdier, alvorens een dier wordt ingezet voor de fokkerij. Op dezelfde wijze kan ook een toets op gedrag worden uitgevoerd door de dierenarts. Na de toets door de dierenarts op gezondheids- en gedragscriteria, kan dit worden doorgegeven aan I&R-hond. Bij een sluitende afstammingscontrole middels DNA, kan vervolgens geautomatiseerd gehandhaafd worden indien een fokverbod van kracht zou zijn op basis van het besluit houders van dieren, artikel 3.4. Het centraal registreren van bijtincidenten kan ook via PETscan verlopen. De dierenarts krijgt hierin een rol in de DNA-afname van de agressor, klinisch onderzoek van de agressor voor sporen van dieren mishandeling, het vaststellen van de identiteit van de agressor en de registratie van de hond in I&R-hond. Aanbevolen wordt om een portal te creëren waarin alle administratieve handelingen kunnen worden uitgevoerd en waarbij gegevens vanuit het praktijkmanagement systeem kunnen worden overgenomen. PETscan zou hiervoor gebruikt kunnen worden. Dit zal dan gaan om registratie van dieren, aanmelden van het paspoort, koppeling met de aangewezen databanken, invoeren van bijtincidenten, aanmelden van DNA-profiel en koppeling met het laboratorium, en

melding van vermoeden van fraude met paspoorten of malafide handel en import (koppeling met NVWA systeem). Het samenbrengen van al deze activiteiten in één portal vergemakkelijkt de werkzaamheden voor de dierenarts en daarmee zal de meldingsbereidheid, bijvoorbeeld voor fraudemeldingen, kunnen worden verbeterd.

In **deelvraag 1** werd gevraagd naar de eisen aan afname, opslag en vaststellen van een DNA-profiel zodat deze geschikt is om in gerechtelijke procedures als bewijs te kunnen dienen. Wanneer DNA wordt verzameld vanaf een plaats delict, zal dit gedaan worden door een daartoe getraind en bevoegd persoon, bijvoorbeeld een forensisch expert of iemand van de politie. In het geval van het opzetten van een algemene DNA-databank is het van belang dat dit gedaan wordt door een professional die in staat is om een correct signalement van de hond op te geven en die bij voorkeur bloed afneemt om een goede kwaliteit van het DNA te waarborgen. Om deze redenen verdient het aanbeveling om de afname van DNA voor de databank voor te behouden aan een dierenarts. Wanneer de dierenarts die het DNA afneemt tevens geregistreerd wordt als afnemer en hiervoor tekent, dan kan dit waarschijnlijk gebruikt worden in gerechtelijke procedures.

In **deelvraag 2** werd gevraagd naar de kosten voor afname en vaststellen van het DNA-profiel. Deze kosten zijn afhankelijk voor de gewenste toepassing. Om breed toepasbaar te kunnen zijn voor alle gewenste doeleinden (ouderschapscontrole, forensische matching, testen van ziekte-veroorzakende mutaties en vaststellen van een signalement) zijn zowel microsatellieten als een SNP-panel van ~100,000 SNPs wenselijk. De kosten zijn afhankelijk van de te gebruiken techniek en worden beschreven in de bijlage. Verder zullen er kosten zijn voor DNA-afname door de dierenarts, verzendkosten en kosten van materialen (bloedbuis, swab). Naarmate de aantallen van de vast te stellen genotyperingsprofielen groter worden, worden de kosten per hond lager.

In **deelvraag 3** werd gevraagd naar de kosten voor het opzetten en het beheer van de DNA-databank die voldoet aan de eisen van onafhankelijkheid, betrouwbaarheid, toekomstbestendigheid en expertise in beheer. Hieraan toegevoegd zijn kosten voor het bruikbaar maken van de DNA-profielen voor de verschillende toepassingen: ouderschapscontrole, controle op aanwezigheid van ziekte-veroorzakende mutaties, opstellen signalement, mogelijkheid van matching met forensische databank en het in kaart brengen van bloedlijnen. De kosten zijn uitgewerkt in de bijlage kostenschattting.

In **deelvraag 4 en 5** wordt gevraagd naar de kosten van de integratie van de systemen van PETscan en I&R-hond en de DNA-databank. De kosten hiervoor zijn uitgewerkt in de bijlage kostenschattting.

In **deelvraag 6** wordt gevraagd naar de kosten van het vastleggen van de afstammingsgegevens van honden waarmee gefokt wordt. Deze kosten bestaan uit het toevoegen van één of enkele kolommen aan de bestaande databank I&R-hond, waarbij per hond niet alleen de moeder moet worden geregistreerd, maar ook de vader. Deze ouderdieren moeten dan ook zelf een entry krijgen in I&R-hond. Van deze wijze kan eenvoudig een stamboom-file worden gereconstrueerd. Hiervoor zal er een eenmalige data-transfer moeten plaatsvinden van de databank van de Raad van Beheer op Kynologisch gebied naar de RVO-databank. Hierna kunnen alle nieuw aangemelde honden automatisch worden aangemeld bij RVO, omdat de databank van de Raad van Beheer een van de aangewezen databanken is. De kosten hiervoor kunnen waarschijnlijk vallen binnen de huidige begrote kosten voor aanpassingen naar het nieuwe I&R-hond.

Tot slot is het belangrijk te realiseren dat de koppeling en uitbreiding van de huidige systemen I&R-hond en PETscan met een DNA-databank de enige manier is om een sluitend registratiesysteem te krijgen met bovendien mogelijkheden voor een geautomatiseerde handhaving. Er is een initiële investering nodig, maar uiteindelijk zal dit leiden tot een besparing op de handhavingscapaciteit bij de toezichthouders. Daarnaast is de grootste winst die kan worden behaald een verbetering van het welzijn van honden en het tegengaan van malafide praktijken.

Bijlage 1 Aanpassingen in Identificatie & Registratie Hond

Het huidige identificatie en registratiesysteem voor honden zal worden aangepast en naar verwachting in 2021 worden geïmplementeerd. De belangrijkste voorgestelde wijzigingen zijn hieronder opgesomd.

- De chipleverancier ontvangt **chipnummers** startend met 528 (Nederlandse landcode) van de overheid en mag deze alleen leveren aan een geregistreerd persoon die bevoegd is te chippen (chipper of dierenarts/diergeneeskundige).
- De chipleverancier registreert de aflevering van 528-chips aan bevoegde chippers bij Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO).
- Het chippen en de eerste registratie van dieren met een 528-chip mag alleen gedaan worden door een persoon die geregistreerd in het chippersregister van RVO of in het Diergeneeskunderegister.
- De persoon die de chip inbrengt vermeldt bij het registreren van het dier zijn/haar **registratienummer**.
- De registratie vindt plaats via een van de aangewezen databanken¹⁵ waarbij real-time koppeling plaatsvindt met de centrale databank van RVO.
- De eerste houder van de hond (fokker, importeur of houder van een hond met onbekende herkomst) moet zich registreren bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en ontvangt hierbij een **houdernummer**.
- Het registreren van een hond kan alleen uitgevoerd worden indien er een houdernummer aanwezig is.
- De houder van de hond vult de registratie van de hond aan met de geboortedatum van de hond en het chipnummer van het moederdier.
- Bij overdracht van de hond aan de nieuwe eigenaar moet de houder de hond afmelden. De nieuwe houder moet de hond op zijn/haar naam en adres aanmelden in één van de door de Minister aangewezen databanken, welke in real-time contact staan met de centrale databank bij RVO.
- Wanneer er sprake is van een geïmporteerde hond of wanneer een houder een hond verkrijgt zonder chip en/of registratie dan is enkel een dierenarts bevoegd om de volledige registratie uit te voeren.
- Het is voor houders verplicht om te beschikken over een paspoort voor hun hond, waarin gegevens vermeldt zijn over de vaccinatie geschiedenis en het land van herkomst van de hond.
- Alleen erkende uitgevers mogen dierenpaspoorten uitgeven (op dit moment vijf uitgevers).
- Paspoort uitgever registreren in het I&R systeem de geleverde paspoorten op naam van de dierenarts die de paspoorten heeft besteld.
- Op grond van Europees recht mag alleen een dierenarts een dierenpaspoort afgeven. Het paspoort kan pas worden afgegeven nadat de hond gechipt en geregistreerd is.
- De dierenarts is verplicht het **nummer van het paspoort** te registreren bij een aangewezen databank, gekoppeld aan de registratie van het chipnummer van de hond. Het paspoortnummer wordt gekoppeld aan de registratie in de RVO databank.
- Bij overdracht van de hond aan een nieuwe eigenaar moet ook het paspoort worden overgedragen.

¹⁵ BackHomeClub.nl; Chipbase.nl; DatabankHonden.nl; Dierplatform.nl; Hondregistreren.nl; Huisdier-registratie.nl; NDG.nl; PetBase.eu; Petlook.nl; StichtingCHIP.nl