

Die belangrikheid van gehaltebestuurstelsels in forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika

Joe H. Smith en Juanida S. Horne

Joe H. Smith, PHD-student, en Juanida S. Horne, Skool vir Strafreë,
Fakulteit Regsgeleerdheid, Departement Polisiepraktyk, Forensiese en Kriminele
Ondersoekwetenskap, Universiteit van Suid-Afrika

Opsomming

Forensiese deoksiribonukleïensuur (DNS)-ondersoeke van bewysstukke speel 'n belangrike rol in strafregtelike verrigtinge. Die ondersoek van bewysstukke moet deur wetenskaplik gevalideerde metodes gedokumenteer en bekragtig word sodat dit in ooreenstemming met nasionale en internasionale standaarde plaasvind. Die akkreditasie van laboratoria wat forensiese DNS ontleed, volg die internasionale standaard om die tegniese bevoegdheid van laboratoria te assesser. Gehalteversekering is van kritieke belang vir betroubare laboratoriumfunksies en 'n noodsaaklike stap ter voorbereiding van die akkreditasieproses. Daar is internasionale en nasionale forensiese wetenskaplaboratoria in beide die privaat en openbare sektor. Forensiese wetenskaplaboratoria in die privaatsektor in Suid-Afrika ondergaan gereeld akkreditasieportuuoroorsig om so onafhanklik as moontlik te demonstree dat hulle aan gehaltebestuurstelsels voldoen.

Akkreditasie is noodsaaklik vir forensiese wetenskaplaboratoria omdat dit die akkuraatheid, betroubaarheid en gehalte van toetsresultate wat deur die laboratoria gelewer word, bevestig. Laboratoria kan om verskeie redes besluit om nie akkreditasie na te streef nie. Hierdie redes kan, onder meer, die koste verbonde aan akkreditasie, die kompleksiteit verbonde daaraan om aan alle elemente van die vereistes te voldoen, 'n gebrek aan waargenome voordele of 'n gebrek aan wetlike verpligting insluit. Dit is belangrik om daarop te let dat 'n gebrek aan geakkrediteerde status nie noodwendig beteken dat laboratoriumtoetsresultate onakkuraat of onbetroubaar is nie. Akkreditasie kan nietemin 'n onafhanklike versekering van gehalte en betroubaarheid verleen, en dit word internasionaal as beste praktyk aanbeveel dat forensiese DNS-toetslaboratoria akkreditasie verkry om hul verbintenis tot gehalte en deursigtigheid te demonstree. Alhoewel akkreditasie van forensiese wetenskaplaboratoria 'n vereiste in baie lande is, is dit nie 'n wetlike verpligting in Suid-Afrika nie. In plaas daarvan word daar van Suid-Afrikaanse forensiese wetenskaplaboratoria verwag om 'n gehaltebestuurstelsel te implementeer wat aan ISO- en SANAS-standaarde voldoen. Die gehalte-ouditeure het vasgestel

dat forensiese ontleders gereeld beweer dat hul laboratoria 'n gehaltebestuurstelsel geïmplementeer het wanneer hulle getuïenis in die hof voorlê. Dit word nietemin tydens verdere ondersoek van die herhalende interne oudits of regsprosedures duidelik dat daar beduidende afwykings van hierdie beweerde stelsel of selfs aanvaarde internasionale of nasionale standaarde is. Daarbenewens beweer baie forensiese wetenskapslaboratoria dat akkreditasie oorbodig is en derhalwe ontbreek dit. Die navorsers het ondersoek ingestel na die belangrikheid van portuuroorsig oor die gehaltebestuurstelsels wat in forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika gebruik moet word. Die navorsingsvrae spreek twee deurslaggewende aspekte aan: eerstens, hoe belangrik dit is dat DNS-toetslaboratoria 'n gehaltebestuurstelsel implementeer, en tweedens, waarom eksterne portuuroorsig van die gehaltebestuurstelsels deur akkreditasie van die uiterste belang vir hierdie laboratoria is. Die oorkoepelende doel van die navorsing in hierdie artikel is beskrywend van aard. Die navorsing is hoofsaaklik gebaseer op 'n sistematiese en nie-verkennende, beskrywende literatuuroorsig en die assessering van akademiese literatuur rakende die regulasieraamwerk vir gehaltebeheerstelsels en portuuroorsig van forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika.

Trefwoorde: akkreditasie, deoksiribonukleïensuur (DNS), forensiese DNS-toetse; gehaltebeheer; gehaltebestuur; portuuroorsig

Abstract

The importance of quality management systems at forensic DNA testing laboratories in South Africa

The examination of forensic deoxyribonucleic acid (DNA) plays an important role in criminal proceedings. The examination of evidence must be documented and validated according to scientifically validated methods to ensure that this process takes place in line with national and international standards. Laboratories undertaking forensic DNA analysis are accredited according to the international standard for assessing the technical competence of laboratories. Quality assurance is critical to reliable laboratory functions and is an essential preparatory step in the accreditation process. There are international and national forensic science laboratories in both the private and public sectors. Forensic science laboratories in the South African private sector are subject to regular accreditation peer review in order to demonstrate, as independently as possible, that they are in compliance with quality management systems.

Accreditation is essential in respect of forensic science laboratories as it confirms the accuracy, reliability and quality of the test results that they produce. Laboratories may, for a variety of reasons, decide not to pursue accreditation. The reasons in this regard may include the costs that accreditation implies, the complexity associated with meeting all the elements of the set requirements, a lack of perceived benefits, or a lack of legal obligation. It is important to note that, where accredited status is not in place, this does not necessarily mean that laboratory test results are inaccurate or unreliable. Nonetheless, accreditation can provide independent assurance of quality and reliability. Internationally, it is recommended as best practice that forensic DNA testing laboratories should obtain accreditation to demonstrate their commitment to quality and transparency. While the accreditation of forensic science laboratories is a requirement in many countries, it is not a legal obligation in South Africa. Instead, South African forensic science laboratories are expected to implement a quality management system

that meets ISO and SANAS standards. The quality auditors have identified that forensic analysts, when presenting evidence in court, frequently claim that their laboratories have a quality management system in place. Despite this, it becomes clear during further investigation of the recurring internal audits or legal procedures that there are significant deviations from this alleged system – or even from accepted national or international standards. In addition, many forensic science laboratories claim that accreditation is redundant and it is, therefore, not implemented. The researchers investigated the importance of peer review with respect to the quality management systems that must be used in forensic DNA testing laboratories in South Africa. The research questions address two crucial aspects: firstly, how important it is for DNA testing laboratories to implement a quality management system, and secondly, why external peer review of the quality management systems through accreditation is of the utmost importance for these laboratories. The overarching purpose of the research in this article is descriptive in nature. The research is based primarily on a systematic and non-exploratory, descriptive literature review and an assessment of academic literature regarding the regulatory framework for quality control systems and peer review of forensic DNA testing laboratories in South Africa.

Keywords: accreditation; deoxyribonucleic acid (DNA); forensic DNA testing; quality control; quality management; peer review

1. Inleiding

Forensiese DNS-toetse is 'n noodsaaklike deel van die regstelsel. Die akkuraatheid en betroubaarheid van DNS-toetsresultate is daarom van kritieke belang. Om die hoogste standaard van gehalte te verseker en ter wille van geloofwaardigheid in die howe, word daar sterk aanbeveel dat forensiese DNS-toetslaboratoria akkreditasie verkry (Amoako en McCartney C2021:e1415; Budowle, Bottrell, Bunch, Fram, Harrison, Meagher, Oien, Peterson, Seiger, Smith en Smrz 2009:807; Butler 2015:420; Guo en Junlei 2018:194; Islek en Yukseloglu 2018:963; Malkoc en Neuteboom 2007:121; McCartney en Amoako 2017:981; Nogel, Czebe, Kovács en Pádár 2019:836; Olckers en Hammatt 2019:297; Pádár, Nogel en Kovács 2015:e412; Ross en Neuteboom 2021:359; Ross en Neuteboom 2022:2; Wickenheiser 2019:36). Die belangrikste internasionale standaard vir toetslaboratoria wêreldwyd is ISO/IEC 17025:2017 ("Algemene vereistes vir die bevoegdheid van toets- en kalibreringslaboratoria") (ISO 2017b). Akkreditasie is 'n proses waardeur 'n laboratorium onafhanklik geassesseer word en erkenning verkry as 'n laboratorium wat aan spesifieke standaarde en vereistes voldoen. Onafhanklike akkreditasie-organisasies, soos die Nasionale Akkreditasiediens van Suid-Afrika (SANAS) en die Akkreditasiediens van die Suider-Afrikaanse Ontwikkelingsgemeenskap (SADCAS) akkrediteer forensiese wetenskapslaboratoria in Afrika.

Graw en Hanson (2019:1256) meld dat akkreditasie verseker dat 'n laboratorium volgens die minimum gestandaardiseerde prosedures en protokolle werk, wat die risiko van foute of inkonsekwentheid in die toetsproses verminder. Akkreditasie is een van die mees betroubare meganismes vir 'n geregshof en slagoffers, wat verseker dat 'n spesifieke laboratorium aan die veld se minimum standaarde voldoen (Olckers en Hammatt 2021:297; Wickenheiser 2019:36). Dus is akkreditasie die formele onpartydige erkenning van die tegniese bevoegdheid van 'n laboratorium op grond van internasionaal erkende standaarde, om spesifieke toetse uit te voer en te verifieer (Doyle 2020:1365; Nogel e.a. 2019:836; Wilson-Wilde 2018:2). Verder kan die

gebrek aan regulering binne die forensiese DNS-beroep die nadelige gevolge van die afwesigheid van akkreditasie vererger (Olckers, Erasmus en Van der Merwe 2019:S275–9). Die regulering van forensiese wetenskap kan voordelig wees vir die beroep en bydra tot die verbetering van forensiese getuienis in die hof (Bernitz, Kenyhercz, Kloppers, L'Abbé, Labuschagne, Olckers, Myburgh, Saayman, Steyn en Stull 2014:254). Oldoni, Turrina, De Angelis, Gaudio en Ricci (2021:108) voer aan dat akkreditasie tot laboratoria se aanspreeklikheid bydra. Sahoo, Lester, Elenitoba-Johnson en Lim (2018:699) noem dat geakkrediteerde laboratoria aan etiese standaarde moet voldoen en aan gereelde oudits en inspeksies onderhewig is om volgehoue voldoening aan akkreditasiestandaarde te verseker. Hierdie portuuroorsig help om te verseker dat laboratoria funksioneer op 'n wyse wat ooreenstem met die beste internasionale praktyke in hul betrokke veld en dat die resultate van toetsing akkuraat en betroubaar is op die dag van die akkreditasiebesoek (Nogel e.a. 2019:836; Pugh, Shewale, Subedi, Palombo, Peiffer-Smadja, Behncke, Corach, Di Nunzio, Haas, Hanson, Hou, Kang, Kwon, Lee, Lee, Pakstis, Park, Park, Penacino, Rajeevan, Rebbeck, Seo, Shin, Sinha, Speed, Yi en Kidd 2019:144–9). Ten spyte van akkreditasie is interne portuuroorsig (alhoewel dit nie onafhanklik is nie) ook voortdurend nodig.

Die Internasionale Standaardorganisasie (ISO) bied 'n reeks standaarde en riglyne waaraan laboratoria moet voldoen om geakkrediteer te word. Akkreditasieliggame, soos die Suid-Afrikaanse Nasionale Akkreditasiestelsel (SANAS), Akkreditasiediens van die Suider-Afrikaanse Ontwikkelingsgemeenskap (SADCAS), Amerikaanse Vereniging van Misdaadlaboratoriumdirekteure/Laboratoriumakkreditasieraad (ASCLD/LAB) en ander, voer onafhanklike portuuroorsig uit om laboratoria se nakoming van ISO/IEC 17025:2017 vas te stel. Die proses is daarop gerig om aan te dui of laboratoria die minimum standaarde van gehalte en bekwaamheid in hul veld nakom (Wilson-Wilde 2018:1).

2. Navorsingsmetodologie

'n Kwalitatiewe nie-empiriese navorsingsparadigma is in hierdie navorsing aangewend. Die navorsing is hoofsaaklik gefundeer op 'n sistematiese en ondersoekend-beskrywende literatuuroorsig en die assessering van akademiese literatuur rakende die gehaltebeheerstelsel en portuuroorsig oor forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika. Marshall en Rossman (2011:59) en Flick (2011:89) is van mening dat kwalitatiewe navorsing die navorser se ervaring kan insluit. Die inligting wat op hierdie manier ingesamel is, tesame met die ervaring en kennis van een van die navorsers, is vir doeleindes van data-insameling gebruik. Met behulp van 'n akademiese internet-soektog (Google Scholar) is inligting van aanlyn-toeganklike gepubliseerde manuskripte ingesamel (Flick 2015:164; Silverman 2014:116). 'n Tematiese soektermstrategie het gefokus op die navraag “accreditation forensic science”. Hierdie manuskripte is toe aan inhoudsontleding onderwerp om hul tersaaklikheid vir die navorsingsvraag te bepaal. 'n Tematiese ontleding is toegepas as die primêre metode van data-ontleding in hierdie studie ten einde die data ingesamel tydens die literatuurstudie te ontleed (Braun en Clarke 2006:78–9). Navorsingsdata is bekom deur bestaande literatuur noukeurig te ontleed. Nuwe inligting is bekom en met bestaande inligting wat die navorsers se bevindinge óf ondersteun óf weerlê het, vergelyk. Etiese goedkeuring is verkry van die Universiteit van Suid-Afrika, waar hierdie ondersoek 'n integrale komponent van 'n doktorsale navorsingsprojek is wat etiese klaring ontvang het (Smith 2023).

3. Definisies

Portuuroorsig: Dié term verwys na die evaluasieproses waartydens 'n geakkrediteerde laboratorium deur 'n groep deskundiges wat in dieselfde gebied spesialiseer en soortgelyke kredietwaardigheid en ervaring het, beoordeel word. Die deskundiges, of eweknieë, evalueer die laboratorium se praktyke, prosedures en resultate om te bepaal of dit aan die toepaslike standaarde en regulasies voldoen. Die doel van portuuroorsig is om te verseker dat die laboratorium onder andere doeltreffend funksioneer, akkurate en betroubare resultate oplewer en voortdurend sy praktyke verbeter. Portuuroorsig help om die gehalte en geloofwaardigheid van die laboratorium se dienste te handhaaf en die laboratorium se akkreditasiestatus in stand te hou (Pomey, Francois, Contandriopoulos, Tosh en Bertrand 2005:51; Wilson-Wilde 2018:7).

Gehaltebestuurstelsel (GBS): Dié term verwys na 'n bestuurstelsel wat bestaan uit 'n stel beleide, prosesse, prosedures en rekords wat 'n organisasie se aktiwiteite omskryf en beheer om te verseker dat die organisasie konsekwent aan kliëntevereistes en reguleringstandaarde voldoen. Die ISO-standaarde bied 'n raamwerk vir die implementering van 'n GBS wat op bevoegdheid fokus en sluit ook aspekte in waarin die operasionele vlak van die laboratorium kan verbeter, soos byvoorbeeld kliëntetevredenheid, voortdurende verbetering en risiko-bestuursfokus. 'n GBS gebaseer op ISO-standaarde sluit tipies elemente soos dokumentbeheer, bestuursverantwoordelikheid, hulpbronbestuur, produkontleding, produkrealisering, meting, ontleding en verbetering in. Hierdie elemente word aangespreek in een van die hoofklousules van ISO17025 getiteld: Strukturele vereistes, hulpbronvereistes en prosesevereistes. 'n Organisasie kan verseker dat dit net bevoeg is om 'n diens te lewer, maar dat sy produkte of dienste aan die algemeen aanvaarde internasionale standaard en aan kliënteverwagtinge voldoen, kliëntetevredenheid verhoog en sy prosesse en prestasie voortdurend verbeter deur 'n GBS gebaseer op ISO-standaarde te implementeer (Ansell 2013:279; Decorte 2013:227).

Forensiese DNS-ontleding: Forensiese DNS-ontleding, ook bekend as DNS-profilering, is 'n wetenskaplike tegniek wat gebruik word om individue se genetiese materiaal te ontleed. Dit behels dat DNS uit biologiese monsters, soos bloed, speeksel of haarwortels onttrek word. Die DNS-profiel wat uit hierdie monsters verkry word, word dan met profiele van bekende individue op die DNS-databasisse vergelyk. Forensiese DNS-ontleding word wyd in kriminele ondersoeke gebruik om verdagtes aan misdaadtonele te koppel of onskuldige individue vry te spreek. Dit word ook in ander kontekste, soos die identifisering van slagoffers van massarampe, vermiste persone, humanitêre aksies of vaderskapstoetse, gebruik. Die tegnologie wat in forensiese DNS-ontleding gebruik word, het oor die jare aansienlik ontwikkel, wat dit 'n kragtige instrument vir wetshandhawing en regstelsels maak (Butler 2015:3; Smith 2015a:112).

4. Bespreking van die gehaltevereistes vir DNS-ontleding

Forensiese DNS-toetse is 'n noodsaaklike deel van die regstelsel. Die artikelskrywers het opgemerk dat daar verskeie gevalle is waar die verdediging beduidende afwykings van die laboratorium se gehaltebestuurstelsel en internasionale standaarde uitgelig het (bv. *Bokolo v S*; *S v Maqhina*; *S v Orrie*; *S v Parker*; *Mugwedi v S*; *Tom v S*). Ander skrywers het ook opgemerk dat verskeie hofsake in Suid-Afrika aanleiding gegee het tot onvoldoende deskundige getuënis, 'n gebrek aan nasionale standaarde en riglyne en bekommernis oor gehaltebeheer, en gelei het tot die bedryf van fasiliteite sonder akkreditasie, sertifisering, of 'n omvattende etiese kode

(Olaborede en Meintjes-Van der Walt 2020:806; Olckers, Blumenthal en Greyling 2013: e146–7). Probleme wat moontlik ervaar kan word met DNS-bewyse, sluit onder andere in kontaminasie, sekondêre oordrag, kognitiewe vooroordeel, statistiese manipulasie, waninterpretasie, ontledingsfoute, getuienis wat die grense van wetenskaplike geldigheid oorskry, en verskeie dimensies van onetiese gedrag (Olaborede en Meintjes-Van der Walt 2020:806; Olckers en Hammatt 2021:296; Smith 2022:3).

Onafhanklike forensiese DNS-deskundiges ondersoek selde streng nakoming van gehaltebestuursmaatreëls, en derhalwe betwis die howe selde DNS-resultate in Suid-Afrika. Hierdie afwesigheid van onafhanklike beoordeling van die DNS-resultate kan voortspruit uit die persepsie dat alles in orde is en nie onderhewig is aan meningsverskil nie. Aan die ander kant is daar verskeie redes waarom daar nie ’n onafhanklike deskundige beoordeling is nie, insluitend ’n gebrek aan onafhanklike deskundiges of bekostigbaarheid om toegang tot onafhanklike deskundiges te verkry. Gestel daar word nie van die laboratorium vereis om noodsaaklike dokumente te verskaf nie, soos onder andere valideringsverslae, toetsmetodes, toetsrekords en -notas, bondelmonsterrekords, kontrolemonsterresultate en toerustingparameters. In daardie geval word dit moeilik om die metode se integriteit te verifieer en te bepaal of dit moontlik die resultate negatief beïnvloed het. As die verdediging nie van ’n onafhanklike forensiese DNS-deskundige gebruik maak nie, kan kritieke afwykings misgekyk word, byvoorbeeld waar daar gemengde DNS-resultate is en die laboratorium nie waarskynlikheidsgenotiperingsageware gebruik om hul interpretasie te ondersteun nie.

Daarbenewens is die tegniese bestuurder van ’n forensiese wetenskaplaboratorium daarvoor verantwoordelik om die wetenskaplike integriteit van die DNS-ontledingsprosedure te verseker en te voorkom dat enige ontleding die gespesifiseerde onsekerheidsgrense oorskry wat vasgestel is tydens die valideringstudies wat uitgevoer is voor die implementering van die metode in die laboratorium. Die verdedigingskenner kan dalk oormatig gefikseerd raak op prosedurele afwykings, maar die deurslaggewende aspek miskyk om te verifieer of die DNS-tegniese leier oor die nodige agtergrondkennis beskik om die wetenskaplike integriteit van die gebruikte metodes te verseker. Verder is dit een van die artikelskrywers se waarneming by strafregtelike hofverrigtinge dat die valideringstoetsrekords van DNS-toetsing nie noukeurig ondersoek word om hul wetenskaplike betroubaarheid te assesser nie. Hierdie valideringstoetsstudies voordat toetse op misdadmonsters uitgevoer word, verskaf noodsaaklike insigte in die wetenskaplike geldigheid en toetsparameters wat die akkuraatheid van forensiese DNS-toetsmetodes beheer. Die ondersoek van die valideringstoetsstudies help die howe om die integriteit van die strafregstelsel te bewaar deur openlikheid en vertroue te bevorder in die forensiese getuienis wat gebruik word om skuld of onskuld te bepaal.

Die uitbreiding van forensiese industrie-georiënteerde riglyne en inisiatiewe om konsekwente gehaltepraktyke te bevorder, is duidelik in verskeie vorme. Dit sluit in die vestiging van beleidsgedrewe regulerende liggame soos die Britse forensiese reguleerder, uitvoerende adviesnetwerke soos die Europese Netwerk van Forensiese Wetenskapsinstitute (ENFSI) en die Australiese Nieu-Seelandse Polisiëringsadviesagentskap – Nasionale Instituut vir Forensiese Wetenskap (ANZPAA-NIFS), asook die erkenning van, en vordering in die rigting van, internasionaal erkende standaarde wat uitdruklik vir forensiese wetenskap aangepas is, soos ISO Tegniese Komitee 2 (TC2), en die bevordering van hierdie standaarde (Wilson 2018:1–9).

Aanbeveling 8 van die Nasionale Akademie vir Wetenskap (NAS)-verslag getiteld “Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward” het forensiese laboratoria aangemoedig

om gereelde gehalteversekering en gehaltebeheerprosedures te implementeer om die akkuraatheid van forensiese ontledings en die prestasie van forensiese praktisyne te bepaal. Gehalteversekering behels alle maatreëls wat getref word om die betroubaarheid en akkuraatheid van 'n laboratorium se ontledingsresultate te verseker, insluitend die implementering van standaardbedryfsprosedures, die gebruik van gesertifiseerde verwysingsmateriaal en deelname aan bedreweidstoetsingsprogramme (Nogel e.a. 2019:836; Pádár e.a. 2015:e412; Wilson-Wilde 2018:2). Doeltreffende programme vir gehalteversekering kan foute identifiseer (Mejia, Cuellar en Salyards 2020:294). Die geloofwaardigheid van die laboratorium word dus bevorder deur 'n doeltreffende gehalteprogram.

Die Akademie vir Wetenskap van Suid-Afrika (ASSAf) beklemtoon die behoefte om talle forensiese wetenskapkontekskwessies in Suid-Afrika op te los, soos bestuur, aanspreeklikheid, deursigtigheid, openbare bewustheid oor DNS-toetsing, die inkorporering van DNS-bewyse in wetskurrikulums, wetgewende opdaterings, en die implementering van boetes vir nie-nakoming (Pepper, Dandara, De Vries, Dhai, Labuschaigne, Mnyongani, Moodley, Olckers, Pope, Ramesar en Ramsay 2018:1–3). Die verbetering van die professionaliteit van forensiese wetenskapspraktyke sal help om te verseker dat praktisyne voldoen aan 'n etiese kode, nasionale regulering en 'n duidelike begrip van gedrag wat hul integriteit kan benadeel (Olckers en Hammatt 2021:296).

Akkreditasie-portuuroorsig behels die evaluering van 'n organisasie se tegniese bevoegdheid om byvoorbeeld korrekte forensiese DNS-toetse te verskaf. Portuuroorsig moet deurlopend uitgevoer word en sluit interne en eksterne evaluering in. Die eksterne portuuroorsig word ondersteun deur die akkreditasieproses om erkenning te verkry van 'n organisasie se bevoegdheid om spesifieke take uit te voer. Die portuuroorsig sluit ook die evaluering van die laboratorium se gehalteprogram in om te bepaal of dit die bevoegdheid van die laboratorium ondersteun.

Die artikelskrywers beklemtoon dat interne en eksterne portuuroorsig 'n meer proaktiewe benadering moet volg wanneer 'n laboratorium se bevoegdheid en gehaltebestuurstelsel-implementering beoordeel word. Daar moet meer klem gelê word op die evaluering van die insette en uitsette van elke fase van die laboratoriumproses en die laboratorium se doeltreffendheid om risiko's te identifiseer en te versag. Aangesien baie internasionaal geakkrediteerde laboratoria gekompromitteerde forensiese DNS-toetsresultate aangemeld het (Alick 2023:5), is dit noodsaaklik om 'n strengere en uitgebreide benadering te volg tydens die portuuroorsig. Hierdie benadering moet objektiwiteit, deursigtigheid, bestuurstoewyding en die implementering van voldoende gehaltebeheermaatreëls tesame met geskikte risikobeperkingsmaatreëls beklemtoon.

Daarbenewens is dit noodsaaklik om die laboratorium meer klientgerig te maak en maatreëls te tref om DNS-bewysstukontleding so gou moontlik af te handel. Verdragings in die verwerking van 'n bewysstuk kan nadelige uitkomst tot gevolg hê, soos die onregmatige verdraging in die vryspraak van 'n persoon of die onvermoë van 'n speurder om bykomende inligting te bekom of 'n verdagte op te spoor. So word die vinnige oplossing van kriminele sake belemmer, wat die slagoffer negatief raak.

4.1 Internasionale Standaardorganisasie

Die ISO is 'n onafhanklike internasionale nie-regeringsorganisasie wat internasionale standaarde vir verskeie bedrywe en velde ontwikkel en publiseer (Doyle 2020:1365; ISO 2017b). Op 28 Augustus 2023 het die ISO 168 lidlande gehad. Hierdie lede is nasionale standaardorganisasies (ISO 2023). Die lede werk saam om standaarde te ontwikkel en te bevorder ten einde organisasies en individue in staat te stel om meer doeltreffend, veilig en volhoubaar te werk. Die standaarde wat deur die ISO ontwikkel word omvat baie onderwerpe, insluitend gehaltebestuur, omgewingsbestuur, inligtingsbeveiliging en risikobestuur.

Die ISO skryf verskeie standaarde voor wat organisasies kan gebruik om gehaltebeheer of -versekering te implementeer. ISO-standaarde word ontwikkel deur 'n konsensus-gebaseerde proses wat bedryfskenner, regeringsdepartemente en tersaaklike organisasies betrek (Wilson-Wilde 2018:3). Die proses sluit verskeie stadia, naamlik die aanvanklike voorstel, 'n komitee-ontwerp, die ontwerp van 'n internasionale standaard, 'n finale ontwerp van die internasionale standaard en uiteindelijke publikasie in. Die nakoming van ISO-standaarde is vrywillig, maar die standaarde word alom erken en deur organisasies wêreldwyd aanvaar (ISO 2023) en is dus die wêreldstandaard. Die nakoming van ISO-standaarde kan organisasies help om hoofsaaklik hul bevoegdheid te demonstreer. Organisasies demonstreer ook ander sekondêre aspekte soos die gehalte van die produkte en dienste, veiligheid en omgewingsverantwoordelikheid (Wilson-Wilde 2018:2). Die ISO bied ook sertifiseringsdienste by wyse van derdepartysertifiseringsliggame, wat organisasies kan help om te bewys dat hulle ISO-standaarde effektief geïmplementeer het. Die standaard wat internasionaal op forensiese DNS-toetslaboratoria van toepassing is, is ISO/IEC 17025:2017 ("Algemene vereistes vir die bevoegdheid van toets- en kalibreringslaboratoria") (ISO 2017b).

4.2 ISO/IEC 17025:2017

ISO/IEC 17025:2017 spesifiseer die algemene vereistes vir laboratoria se bevoegdheid, onpartydigheid en konsekwente werking. Die akkreditasieproses sluit die assessering van 'n laboratorium se bedrewenheidstoetsing, gehaltebeheer en gehalteversekeringsprosedures, asook die evaluering van sy tegniese vermoëns en personeelkwalifikasies in (Biesecker, Brenzovich en Compton 2018:221; Kerrigan, Baron en Connolly 2017:157). Een van die primêre voordele van akkreditasie is dat dit vertroue in die akkuraatheid en betroubaarheid van 'n laboratorium se DNS-toetsresultate bevorder. Akkreditasievoldoening aan ISO/IEC 17025 toon dat 'n laboratorium 'n robuuste gehaltebestuurstelsel het en aan die standaard se vereistes voldoen (ISO/IEC 2017b). Derhalwe demonstreer akkreditasie dat 'n laboratorium 'n onafhanklike portuuroorsig ondergaan het en die minimum standaarde van gehalte en bevoegdheid in sy betrokke veld bereik het (Biedermann, Butler en Doble 2019:2; McLaughlin 2019:116; Pádár e.a. 2015:837; Wilson-Wild 2018:1).

Nakoming van die vereistes vervat in ISO/IEC 17025 verseker dat 'n laboratorium gestandaardiseerde prosedures volg, wat lei tot konsekwente werkprosesse (Wilson-Wild 2018:1). Die risiko van foute word dus verminder, en die laboratorium se effektiwiteit ten opsigte van sy werksaamhede en dienste word verbeter. ISO/IEC 17025 bevat twee hoofafdelings, naamlik bestuurs- of administratiewe vereistes en tegniese vereistes. Die bestuursvereistes fokus hoofsaaklik op die werking en doeltreffendheid van die gehaltebestuurstelsel in 'n laboratorium, en die tegniese vereistes fokus op die bevoegdheid van die laboratorium se forensiese ontleders,

die laboratorium se metodologie, die laboratorium se toets- en kalibreringstoerusting en die rapportering van forensiese DNS-toetse.

Ander belangrike standaarde wat ook op forensiese DNS-toetsing betrekking het, is soos volg (Angers, Kagkli, Oliva, Petrillo en Raffael 2019:26):

- ISO/IEC 19794-14:2013 (“Inligtingstegnologie – Uitrustingsformate vir biometriese data – Deel 14: DNA-data”)
- ISO 18385:2016 (“Minimalisering van die risiko van menslike-DNS-kontaminasie in produkte wat vir die insameling, berging en ontleding van biologiese materiaal vir forensiese doeleindes gebruik word – Vereistes”)
- ISO 21043:2018 (“Forensiese wetenskappe”) Hierdie standaard definieer addisionele kriteria vir die forensiese prosedure, met die fokus op die identifikasie, dokumentasie, versameling, vervoer en berging van potensiële forensiese bewyse. Dit sluit riglyne in vir die evaluering en inspeksie van misdadtonele en is van toepassing op forensiese fasiliteitspligte. Daarbenewens bevat hierdie dokument kriteria vir die versekering van prosesgehalte.
- ISO 17020 (“Ooreenstemmingsbeoordeling – Vereistes vir die werking van verskillende soorte liggame wat inspeksie uitvoer”).

Verskeie faktore bepaal die akkuraatheid en betroubaarheid van forensiese DNS-toetsing. Hierdie faktore sluit onder andere bydraes van enige van die volgende komponente in (ISO17025:2017):

- Personeel (bv. etiese gedrag, onpartydigheid, verantwoordelikheid, bevoegdheid en vaardigheid)
- Fasiliteite en omgewingsomstandighede van die laboratorium (bv. humiditeit en toetsing, en die skeiding van voor- en na-DNS-amplifiseringsareas)
- Metrologiese naspeurbaarheid
- Dienste en produkte wat buite die fasiliteit aangebied word
- Toetsmetodes (bv. seleksie, verifikasie, validasie van toetsmetodes en die navolging van die standaard-bedryfsprosedure)
- Hersiening van versoeke, tenders en kontrakte
- Forensiese toerusting (bv. akkurate werking, diens en kalibrering)
- Bewysstukke (bv. kettingbewaring en die voorkoming van kruiskontaminasie)
- Gehaltebeheer (bv. positiewe en negatiewe beheer, verwysingstandaarde, tendens, ontleding en die hersiening van produkte voor vrystelling)
- Gehalteversekering (bv. die bestuur van dokumente, die gehalte van toets- en kalibreringsresultate, inspeksies en oudits, bestuursoorsig en nie-nakomingsbestuur)
- Die rapportering van die resultate en bevindings van forensiese DNS-toetsing.

4.3 Suid-Afrikaanse Nasionale Akkreditasiestelsel

SANAS is die nasionale akkreditasie-organisasie van Suid-Afrika. Dié organisasie is in 1994 ingevolge die Wet op Akkreditasie vir Konformiteitsbeoordeling, Kalibrering en Goeie Laboratoriumpraktyk (Accreditation for Conformity Assessment, Calibration and Good Laboratory Practice Act) gestig. SANAS se primêre rol is om konformiteitsevalueringsinstansies (KEI's), soos toets- en kalibreringslaboratoria, sertifiseringsliggame en inspeksieinstansies, aan die hand van internasionale standaarde te akkrediteer. SANAS is dus die akkrediteringsliggaam wat akkreditasie aan forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika verleen. SANAS word deur die Internasionale Laboratoriumakkreditasiesamewerking en die Internasionale Akkreditasieforum (ILAC) erken, wat beteken dat sy geakkrediteerde KEI's internasionaal erken word. Dit stel Suid-Afrikaanse organisasies in staat om in wêreldwye markte mee te ding, en gee aan kliënte die versekering dat die produkte en dienste wat hulle ontvang aan internasionale standaarde voldoen.

Aangesien dieselfde ISO-standaarde toegepas word, kan DNS-profiële van verskillende lande vergelyk word. SANAS bied ook leiding en ondersteuning aan KEI's om hulle te help om aan die vereistes vir akkreditasie te voldoen. Hierdie ondersteuning sluit opleiding, werkswinkels, tegniese ondersteuning en prestasiemonitering in.

SANAS se Tegniese Gids (TG) 42-03 vervat vereistes vir die akkreditering van 'n forensiese DNS-toetslaboratorium (SANAS 2020). Die vereistes vervat onder andere die volgende:

- *Personeelkwalifikasies*: Die laboratorium moet gekwalifiseerde personeel hê, dit wil sê, personeel wat die nodige akademiese en tegniese kwalifikasies en ervaring in DNS-ontleding het. Boonop moet forensiese ontleders deelneem aan deurlopende onderrig- en gereelde bedreweheidstoetsprogramme.
- *Gehaltebestuurstelsel*: Die laboratorium moet 'n gehaltebestuurstelsel hê wat aan die vereistes van ISO/IEC 17025 voldoen.
- *Toerusting en fasiliteite*: Die laboratorium moet toepaslike toerusting en fasiliteite hê om DNS-ontledings uit te voer, en die toerusting moet gereeld onderhou en gekalibreer word.
- *Bewysstukhantering*: Die laboratorium moet prosedures hê vir die versameling, hantering en berging van bewysstukke om die integriteit daarvan te verseker en kontaminasie te voorkom.
- *Ontledingsprosedures*: Die laboratorium moet DNS-ontledings deur middel van gedokumenteerde ontledingsprosedures wat aan internasionale standaarde voldoen, uitvoer. Voorts moet die aanvaarbaarheid en wetenskaplikheid van die DNS-ontledings deur geldigheidstudies bevestig word.
- *Die rapportering van resultate*: Die laboratorium moet prosedures hê vir die rapportering van resultate, insluitend die interpretasie en voorlegging van data en die rapportering van onsekerhede en beperkings.
- *Vertroulikheid en veiligheid*: Die laboratorium moet prosedures hê om die vertroulikheid en veiligheid van alle inligting en materiaal wat met DNS-ontleding verband hou, te verseker.

- *Bedreweheidstoetsing*: Die laboratorium moet aan bedreweheidstoetsingsprogramme deelneem om die akkuraatheid en betroubaarheid van sy ontledingsprosedures te bevestig.
- *Rekordbestuur*: Die laboratorium moet alle aktiwiteite wat met DNS-ontleding verband hou, insluitend monsterhantering, ontledingsprosedures en resultaatverslagdoening, deeglik op rekord hou.

Ander forensiese standaarde naas ISO/IEC 17025 bied riglyne oor die geldigverklaring en verifikasie van toetsmetodes (Angers e.a. 2019:26). Die Wetenskaplike Werksgroep oor Metodes van DNS-ontleding van die VSA het byvoorbeeld riglyne ontwikkel vir die geldigverklaring van DNS-metodes. Hierdie riglyne sluit vereistes vir metode-akkuraatheid, -presisie, -sensitiwiteit en -spesifisiteit in (SWGDM 2020). Die Europese Netwerk van Forensiese Wetenskapinstitute het verskeie DNS-verwante standaarde ontwikkel, insluitend die volgende (ENFSI 2017):

- *Riglyne oor KTH-interpretasie*: Hierdie riglyne bied 'n gestandaardiseerde benadering vir die interpretasie van korttandemherhalings, wat algemeen in forensiese DNS-ontledings gebruik word.
- *Riglyne oor geldigverklaring*: Hierdie riglyne bied 'n raamwerk vir die geldigverklaring van forensiese DNS-metodes en verseker hul betroubaarheid.
- *Riglyne oor gehalteversekering*: Hierdie riglyne bied 'n stel standaarde vir gehalteversekering in forensiese DNS-toetslaboratoria.
- *Riglyne oor DNS-profielstandaarde*: Hierdie riglyne bied standaarde rakende DNS-profilering in forensiese ondersoeke.

Die Organisasie vir Wetenskaplike Areakomitees (OSAC) van die VSA het enkele standaarde vir forensiese DNS-toetsing ontwikkel, insluitend die volgende:

- *Standaarde vir forensiese DNS-toetslaboratoria*: Hierdie standaarde bied 'n stel vereistes rakende aspekte soos die kwalifikasies van personeel, gehaltebeheermaatreëls en geldigverklaringsprosedures van forensiese DNS-toetslaboratoria.
- *Standaarde vir DNS-ontleding*: Hierdie standaarde bied riglyne oor DNS-ontleding in forensiese ondersoeke, insluitend die interpretasie van DNS-profiele en statistiese metodes.
- *Standaardterminologie vir forensiese DNS-toetsing*: 'n Gestandaardiseerde woordeskat is vir forensiese DNS-toetsing daargestel om konsekwentheid in verslagdoening en kommunikasie te bevorder.

Die Nasionale Vereniging van Toetsowerhede (NATA) ontwikkel en handhaaf standaarde vir DNS-toetsing in Australië en Nieu-Seeland. NATA het 'n stel standaarde vir forensiese DNS-toetsing, insluitend vereistes vir geldigheidstoetse en die akkrediasie van laboratoria en personeel, asook gehaltebeheermaatreëls, ontwikkel (NATA 2020). Die Forensiese Wetenskap-Reguleerder (FWR) is 'n onafhanklike reguleringsinstansie wat 'n toesigrol ten opsigte van forensiese wetenskap in die Verenigde Koninkryk vervul. Die FWR het verskeie standaarde vir forensiese DNS-toetsing, insluitend vereistes vir die geldigheidstoetsing en akkrediasie van laboratoria en personeel en riglyne vir die interpretasie van DNS-profiele, ontwikkel (FWR

2015). Hierdie organisasies en hul standaarde vervul oor die algemeen 'n noodsaaklike rol om die gehalte en betroubaarheid van DNS-toetsing in forensiese ondersoeke te bevorder.

4.4 Bestuurstoewyding

ISO/IEC 17025 vereis dat die bestuur van 'n forensiese DNS-toetslaboratorium hul toewyding tot gehalte en bevoegdheid onder meer op die volgende maniere demonstreer:

- *Die vestiging van 'n gehaltebeleid en gehaltesdoelwitte:* Die bestuur van die laboratorium moet 'n gehaltebeleid vestig, dokumenteer, onderhou en kommunikeer. Die beleid moet daarop gerig wees om die laboratorium se nakoming van kliëntevereistes en toepaslike standaarde, asook die voortdurende verbetering van die laboratorium se werksaamhede, te bevorder. Spesifieke gehaltesdoelwitte wat meetbaar en in ooreenstemming met die laboratorium se algehele missie is, moet ter ondersteuning van die beleid daargestel word.
- *Dokumentbeheer:* Dit is noodsaaklik in 'n gehaltebestuurstelsel om te verseker dat alle dokumente wat verband hou met die konsekwente bestuur en kontrolering van prosesse, prosedures en standaarde opgedateer en toeganklik gemaak word. Dokumentbeheer help om konsekwentheid, naspourbaarheid en voldoening binne die organisasie te handhaaf, wat bydra tot doeltreffende gehalteversekering en risikobestuur.
- *Die voorsiening van voldoende hulpbronne:* Die bestuur moet toesien dat die laboratorium voldoende hulpbronne, insluitend personeel, toerusting, fasiliteite en befondsing, het om sy gehaltesdoelwitte te bereik. Die bestuur moet toesien dat die personeel bevoeg en opgelei is en dat hulle toegang tot toepaslike hulpbronne en toerusting het om hul werk te verrig.
- *Die implementering van 'n gehaltebestuurstelsel:* Die bestuur moet 'n gehaltebestuurstelsel wat geskik is vir die laboratorium se werksaamhede en aan die vereistes van ISO/IEC 17025 voldoen, vestig en implementeer.
- *Die monitering en meting van prestasie:* Die bestuur moet prosedures vir die monitering en meting van die laboratorium se prestasie teen sy gehaltesdoelwitte vestig en handhaaf. Die monitering en meting van prestasie behels die uitvoer van bedreweheidstoetse, die evaluering van kliënte se terugvoer en die ontleding van gehaltesdata om tendense en geleenthede vir verbetering te identifiseer.
- *Voortdurende verbetering:* Die bestuur moet onder meer toesien dat die laboratorium se gehaltebestuurstelsel voortdurend verbeter deur gehaltesdoelwitte daar te stel en te hersien, gereelde bestuursoorsigvergaderings te hou en maatreëls in te stel om areas wat verbetering nodig het, aan te pak.

Bestuurstoewyding behels, volgens die ISO-standaarde, onder andere die vestiging van 'n gehaltebeleid en gehaltesdoelwitte, die voorsiening van voldoende hulpbronne, die implementering van 'n gehaltebestuurstelsel, die monitering en meting van prestasie en die bevordering van voortdurende verbetering. Die outeurs is van mening dat alhoewel daar beduidende pogings aangewend word om die tegniese vereistes van ISO/IEC 17025 na te kom, die administratiewe en bestuursaspekte van die standaard soms afgeskeep word. Ondanks die ondersteunende uitings van die topbestuur van 'n laboratorium, is daar dikwels nie konkrete bewyse van die bestuur se betrokkenheid by pogings om 'n gehaltebestuurstelsel in ooreenstemming met ISO/IEC 17025 in werking te stel nie. 'n Gebrek aan betrokkenheid kan blyk uit

onvoldoende hulpbronne en befondsing vir laboratoriumbedrywighede, bestuursoorsig wat nie aan die vereistes van ISO/IEC 17025 voldoen nie en topbestuurslede wat eerder hul eie, eensydige belange dien.

Die artikelskrywers glo dat as deel van die bestuur se verbintenis tot die implementering van gehaltebestuur, bestuur nie net moet verseker dat die laboratorium bevoeg is om forensiese DNS-toetse uit te voer nie, maar ook moet verseker dat dit 'n gehaltdiens lewer wat kliëntdiensgerig is. Daarbenewens is 'n gebrek aan fokus op kliëntgerigte diens, tekortkoming in toewyding aan gehalte en verlengde tydsduur om gehaltekweesies op te los, dikwels 'n vroeë aanduiding van 'n bestuursprobleem. Hierdie probleem kan byvoorbeeld waargeneem word in die vorm van langer omkeertye vir die voltooiing van sake of die opeenhoping van agterstallige werk. Verder is verwaarloosing van die toepassing van prosedures wat in die laboratorium geïmplementeer is en voldoening aan minimum standaarde in die laboratorium, swak kommunikasie met personeel, 'n gebrek aan vergaderings met toesighouers en forensiese ontleders, 'n versuim om voortdurende verbetering na te streef, die goedkeuring van konstante versoeke om van die standaardbedryfsprosedures af te wyk en 'n gebrek aan 'n risikogebaseerde bestuurstelsel algemene aanduidings van 'n bestuursprobleem (Sofronoff 2022:443).

4.5 Gehalteversekering

Gehaltebestuurstelsels, wat ontwerp is om foute te identifiseer soos dit voorkom en dit reg te stel om te voorkom dat dit herhaal word, is een van die belangrikste oorwegings om deursigtigheid en kritieke kwessies in die DNS-laboratorium aan te spreek. Daarom, wanneer dit korrek geïmplementeer word, kan gehalteversekering (GV) dien as 'n kragtige instrument om foute op te spoor, risiko-versagende maatreëls in te stel en die voortdurende verbetering van die laboratorium se gehaltebestuurstelselprestasie te fasiliteer. ISO/IEC 17025 omskryf GV as die beplande en sistematiese aktiwiteite wat binne 'n gehaltebestuurstelsel uitgevoer word om die versekering te gee dat 'n laboratorium se gehaltevereistes nagekom sal word (ISO/IEC 2017b). Die primêre doel van GV is om toe te sien dat 'n laboratorium se bedrywighede konstant, betroubaar en in ooreenstemming met die vasgestelde gehaltstandaarde, -prosedures en -regulasies is.

'n Omvattende GV-program is 'n gedokumenteerde stel aktiwiteite of prosesse wat daarop gemik is om sowel die gehalte van 'n werkprodukt as laboratoriumresultate effektief en akkuraat te monitor en te verifieer. Dit behels verskeie elemente, soos personeelopleiding; sertifisering van bevoegdheid; spesifikasies en kalibrering van toerusting; spesifikasies en kalibrering van reagense; ontledingsmetodes en validering; bewysstukhanteringsprosedures; bekwaamheidstoetsing; data-interpretasie en -rapportering; interne en eksterne audits; en korrektiewe maatreëls om tekorte aan te pak en hul belangrikheid ten opsigte van laboratoriumbevoegdheid te evalueer (García-Morales, González-García, Alcaraz en López-Santos 2019:3).

'n GV-program behels gehaltdokumentontwikkeling, -beheer en -hersiening; bestuur van bedrewenheidstoetsingsprogramme; bestuur van akkreditasie- en sertifiseringsprogramme; uitvoering van gehalte-inspeksies en -audits; fasilitering van bestuursaudits; bestuur van opleidings-, bekwaamheids- en werkspesifieke profiele; en verklaring van kundigheid (Smith 2015b:3). ISO/IEC 17025, tesame met SANAS TG 42-03, bied omvattende riglyne vir die implementering van GV-maatreëls in forensiese DNS-toetslaboratoria. Die volgende is voorbeelde van GV-aktiwiteite in 'n forensiese DNS-laboratorium:

- Die ontwikkeling en implementering van gehaltebeheermaatreëls om toe te sien dat die analitiese DNS-ontledingsinstrumente, -reagense en -metodes voortdurend aan vasgestelde prestasiekriteria voldoen
- Die ontwikkeling en handhawing van standaardbedryfsprosedures vir alle laboratoriumprosesse, insluitend bewysstukbestuur, -voorbereiding, -prosesse, -ontleding en -rapportering
- Voortgesette professionele ontwikkeling
- Deelname aan bedrewenheidstoetsingsprogramme
- Die uitvoer van inspeksies en interne oudits om areas te identifiseer waar die laboratorium se gehaltebestuurstelsel verbeter kan word
- Die implementering van korrektiewe stappe om gevalle van nienakoming te ondersoek en te verhoed dat soortgelyke gevalle weer voorkom, asook stappe om risiko's aan te pak en geleenthede te identifiseer
- Die verskaffing van opleiding oor die gehaltebestuurstelsel, insluitend gehaltebeheerprosedures, standaardbedryfsprosedures en regulatoriese vereistes, aan die forensiese ontleders
- Die instandhouding van rekords rakende alle gehalteversekeringsaktiwiteite.

4.6 Personeel

Stoney en Senn (2019:137–44) bied 'n praktiese verduideliking van personeelvereistes ingevolge ISO/IEC 17025. Personeelvereistes is van die uiterste belang vir forensiese DNS-toetslaboratoria. Hierdie vereistes hou verband met die magtiging en evaluering van personeel wat DNS-ontledings uitvoer en die resultate van sodanige ontledings interpreteer en rapporteer. Die bestuur van 'n laboratorium moet toesien dat die posbeskrywing, bevoegdheids- en verantwoordelikhede van elke forensiese ontleder goed omskryf word. Verder moet die kwalifikasies, vaardighede en ervaring van 'n forensiese ontleder voldoende en toepaslik vir die spesifieke werk wees. Romanini en Carvalho (2017:e178) beveel aan dat bevoegdheidsprofiel of werkspesifieke spesifikasies opgestel word om die verskillende stappe van DNS-ontleding te bevorder. 'n Bevoegdheidsrooster wat die opleiding en vaardighede van elke forensiese ontleder uiteensit, moet opgestel word. 'n Verklaring van kundigheid moet ook vir elke forensiese ontleder opgestel en op datum gehou word. Die kundigheidsverklaring moet kwalifikasies, opleiding wat ondergaan is, konferensies en werkswinkels wat bygewoon is (en waar dit aangebied is), wetenskaplike werke wat gepubliseer is en deelname aan vaardigheidsproewe uiteensit (Smith 2015a:2).

Forensiese DNS-ontleders mag slegs in 'n laboratorium werk as hulle oor die toepaslike bevoegdheid beskik (Gill, Hicks, Butler, Connolly, Gusmão e.a. 2016:99). Indien 'n personeelid 'n mediese toestand soos 'n verkoue het wat die integriteit van bewysstukke kan beïnvloed, byvoorbeeld deur 'n konstante genies of gehoes, mag dit nodig wees om hom/haar uit DNS-toetsareas te hou. Ten spyte van die persoonlikebeskermingsklere wat die ontleder dra, bv. 'n masker wat keer dat die bakterieë of virus of persoon se eie DNS uitgenies word, is daar ook ander aspekte betrokke wat 'n goeie rede is om die ontleder uit die DNS-toetsarea te hou, soos veiligheidsredes en risiko's, byvoorbeeld om te keer dat hul medewerkers aansteek (Forensic Science Regulator 2015:21).

Klousule 5.2.2.2 van ISO/IEC 17025 bepaal dat 'n toetslaboratorium 'n tegniese bekwame persoon of persone moet aanstel wat oor die tegniese aktiwiteite toesig moet hou. Hierdie persoon of persone moet toegang hê tot voldoende ondersteuningspersoneel, hulpbronne en toerusting om die tersaaklike pligte uit te voer. Verder vereis SANAS 42-03 dat 'n toetslaboratorium 'n gekwalifiseerde en ervare tegniese bestuurder moet hê wat toesien dat wanneer die laboratorium se metodes en prosedures gevolg word, die resultate wetenskaplik en tegnies geldig is en met aanvaarde standaarde en riglyne ooreenstem. Die tegniese bestuurder van 'n forensiese DNS-toetslaboratorium moet gekwalifiseerd en ervare in forensiese DNS-ontleding wees en moet 'n omvattende begrip van die laboratorium se metodes en prosedures hê. Die tegniese bestuurder moet 'n tersiêre kwalifikasie in 'n veld soos genetika, molekulêre biologie, biochemie, of 'n verwante dissipline hê wat 'n genetikakomponent insluit. Die tegniese bestuurder moet ook reeds formele opleiding in forensiese DNS-ontleding by wyse van 'n erkende opleidingsprogram of kursus ontvang het.

'n Forensiese DNS-laboratorium wat nie 'n bekwame en ervare tegniese bestuurder in die veld van forensiese DNS-ontleding aangestel het nie, loop sekere risiko's, soos die risiko dat sy/haar metodes nie wetenskaplik korrek is nie en dat die howe sy/haar DNS-resultate sal verwerp (Smith 2023).

Klousule 4.1.1 van ISO/IEC 17025 vereis dat laboratoria onafhanklik en onpartydig moet wees. Laboratoria en forensiese ontleders mag nie betrokke raak by enige aktiwiteite wat teen hul objektiwiteit of integriteit rakende hul werksaamhede indruis nie. Dror (2018:243) voer aan dat partydigheid gewoonlik nie doelbewus is nie. Partydigheid is 'n natuurlike verskynsel wat by alle mense voorkom, dus ook onder gewone hardwerkende, toegewyde, eerlike en bekwame forensiese ontleders wat wel poog om hul werk onpartydig te doen.

Volgens die ISO/IEC-standaarde hou ontleders se optrede ernstige gevolge in ten opsigte van die doelwit dat alle werksaamhede van forensiese DNS-toetslaboratoria onpartydig uitgevoer moet word. Partydigheid beïnvloed nie net die oordeel van 'n ontleder nie; dit lei ook tot kaskade- en sneeubalbevooroordeeldheid (Dror 2018:243; Dror en Pierce 2020:800; Leeper 2018:235). Biedermann, Taroni en Bozza (2016:149) meld dat partydigheid in forensiese ondersoeke by verskeie punte kan intree, vanaf toneelverwerking en die insameling van bewysstukke tot die ontleding, interpretasie en aanbieding van bewysstukke in die hof.

Partydigheid (vooordeel) ontstaan as gevolg van die natuurlike neiging om inligting op 'n manier te interpreteer wat persoonlike oortuiging kategoriseer, kommunikeer en klassifiseer. Ongelukkig lei dit tot subjektiewe besluitneming en oorskry dit gesonde oordeel in forensiese prosesse. Foute in forensiese prosesse kom dikwels voor as gevolg van 'n gebrek aan behoorlike opleiding, gepaste ervaring, gebrekkige aandag aan detail en swak oordeel. Forensiese ontleders moet opleiding ontvang om moontlike vooroordeel in ondersoeke te voorkom. Kognitiewe vooroordeel kan nooit heeltemal verwyder word nie, maar dit kan erken en, derhalwe, bestuur word. 'n Doeltreffende gehaltebestuurstelsel sluit deurlopende risiko-evaluering in, wat daarop fokus om vooroordeel doeltreffend te konfronteer en te bestuur. Derhalwe sal laboratoria byvoorbeeld stappe neem om die interpretering en verslaggewing van DNS-resultate te verminder. Die risikobepaling en versagting moet laboratoriumprosedures insluit wat die versagting en vermindering van vooroordeel aanspreek.

Daar word aanbeveel dat die interaksie met ondersoekbeamptes en die misdaadtoneelonderzoekers tot 'n minimum beperk word. Die gebruik van 'n pro forma-dekbrief wat minimale

saakagtergrond en slegs die belangrikste saakinligting bevat, kan daartoe bydra dat ontleders nie onnodige inligting bekom wat hulle kan bevooroordeel nie. Boonop moet 'n proses-stap- verwante stelsel gebruik word waar forensiese ontleders in die bewysherwinning, DNS- prosesondersoek, interpretasie van die rou data en rapportering van die DNS-bevindinge geskei word. Die administratiewe en tegniese hersiening van die ondersoek en interpretasie van die DNS-bevindinge moet deur 'n aparte groep forensiese ontleders eweknie-evalueer word.

Een van die grootste risiko-areas in die laboratoria waar vooroordeel betrokke is, is die bestuur en interpretasie van DNS-mengselresultate. Laboratoria moet veral aandag gee aan die interpretasie van DNS-mengselresultate. Dit is nodig om onafhanklik die hoofbydraers tot die DNS-mengselprofiel in die misdadaatoneelmonster te bepaal uit die DNS-profiel van die moontlike verdagtemonsters. Eers nadat dit gedoen is, moet die vergelyking tussen die groot bydraers en die DNS-profiel van moontlike verdagtes uitgevoer word. Daarbenewens word die gebruik van waarskynlikheidsgenotiperingsagteware as 'n metode van verifikasie aanbeveel.

Kennis kan ook geneem word van die benadering van Camilleri, Abarno, Bird, Coxon, Mitchell, Redman, Sly, Wills, Silenie, Simpson en Lindsay (2019:533) se voorgestelde risikobestuurs- raamwerkproses. Hierdie risikobestuursraamwerkproses beklemtoon die kernwaarde van die ISO-standaarde wat vereis dat gehaltestelsels gebaseer moet wees op 'n risikogebaseerde benadering. Daarom is dit belangrik om die doeltreffendheid van huidige vooroordeelstrategieë te evalueer, en die verborge vlak van risiko betrokke by DNS-toetsing moet deurlopend geopenbaar word. Die integrasie van data van die ondersoek van positiewe aanwysers met die ontleding van nadelige gebeurtenisse in die gehaltebeheerstelsel, rus organisasies toe met 'n deegliker begrip van die onderliggende oorsake wat opgespoor word, wat meer effektiewe en doeltreffende korrektiewe aksies moontlik maak om risiko's te versag (Butler 2015:462–64; Dror en Kukucka 2021:10061; Heavey, Turbett, Houck en Lewis 2023:100339).

4.7 Omgewingsomstandighede

Die omgewingsomstandighede is van kritieke belang vir 'n forensiese DNS-toetslaboratorium, spesifiek wat akkreditasievereistes betref. Oor die algemeen het die akkreditasievereistes ten doel om te verseker dat laboratoriumfasiliteite en -toerusting geskik is vir die beoogde ontledingsprosedures en dat die korrekte omstandighede gehandhaaf word om die kontaminasie en kruiskontaminasie van bewysstukke te voorkom. Die volgende vereistes is tipies op 'n forensiese DNS-laboratorium van toepassing:

- *'n Doeltreffende werkstroom:* Die laboratoriumprosedures moet die gehaltebestuurstelsel ondersteun en verseker dat bewysstukke doeltreffend ontleed word (Schneider, Bender, Mayr, Parson en Rolf 2017:2).
- *Fisiese sekuriteit:* 'n Laboratorium moet geskikte fisiese sekuriteitsmaatreëls, insluitend geslotekringtelevisie-oorsig, toegangsbeheer en alarmstelsels, hê om die veiligheid van bewysstukke te verseker en ongemagtigde toegang te voorkom
- *Kontaminasie- en integriteitsbeheer van die fisiese laboratorium:* 'n DNS-toetslaboratorium moet geskikte maatreëls en uitlegte hê om kontaminasie te verhoed. Die bergings- toestand moet geskik wees om die integriteit van die bewysstukke te beskerm. Besondere aandag moet aan die fisiese skeiding van die voorpolimerasekettingreaksie-, polimerasekettingreaksie- en napolimerasekettingreaksie-area geskenk word. Die

terugbeweging van bewysstukke en materiaal vanaf die napolimerasekettingreaksie-area na die voorpolimerasekettingreaksie-area moet verhoed word. Aparte fisiese ruimtes vir die verwerking en ontleding van bekende en betwiste bewysstukke moet gewaarborg word. 'n Geskikte lugdrukregime moet geïmplementeer word om die toevallige terugvloei van kontaminerende materiaal in 'n voorpolimerasekettingreaksie-area en die uitvloei van 'n polimerasekettingreaksie-produk uit 'n napolimerasekettingreaksie-area te voorkom (Rayimoğlu en Nikolova 2022:353; ENFSI 2017:18; Schneider e.a. 2017:2).

- *Temperatuur en humiditeit:* 'n Laboratorium moet die nodige maatreëls instel om die temperatuur en humiditeit te beheer om die afbreking van bewysstukke te voorkom en die integriteit van DNS te handhaaf.
- *Ventilasie:* 'n Laboratorium moet voldoende ventilasie hê om die opbou van skadelike chemikalieë en rook te voorkom (FWR 2015:17).
- *Ligging:* 'n Laboratorium moet 'n geskikte ligging hê om te verseker dat ontleders hul pligte akkuraat en veilig kan uitvoer.
- *Werkspasies en sitplekke:* 'n Laboratorium moet geskikte werkspasies en sitplekke hê om te verseker dat ontleders veilig en doeltreffend kan werk.
- *Bergingsfasiliteite:* 'n Laboratorium moet geskikte bergingsfasiliteite hê om die integriteit van bewysstukke in stand te hou (Safina, Zhou, Wei en Chen 2020:5).
- *Toeganklikheid:* 'n DNS-toetslaboratorium moet toeganklik wees vir persone met gestremdhede en moet aan tersaaklike toeganklikheidsstandaarde voldoen (Safina e.a. 2020:5).

4.8 Forensiese DNS-metodes

Die geldigheid van 'n ontleding berus daarop dat 'n spesifieke metode geskik is vir sy beoogde doel en betroubare en akkurate resultate oplewer. Die proses van geldigheidstoetsing sluit die evaluering van 'n metode se prestasie-eienskappe, soos sy sensitiwiteit, spesifisiteit, akkuraatheid en presisie, in. Die laboratorium moet bewyse van die geldigheidstoetsing, insluitend dokumentasie rakende die metode, die geldigheidstudie en die resultate van die ondersoek, verskaf.

Die ontledingsprosedures wat deur 'n laboratorium gebruik word, moet gedokumenteer word. Die laboratorium moet standaardbedryfsprosedures (SBP's) en ander tersaaklike dokumentasie hê. Die SBP's moet duidelike en gedetailleerde instruksies oor alle aspekte van die ontledingsprosedures, insluitend bewysstukvoorbereiding en DNS-ekstrasie, -amplifikasie en -ontleding, verskaf. Die SBP's moet ook inligting oor gehaltebeheermaatreëls, soos positiewe en negatiewe kontroles om die betroubaarheid en akkuraatheid van resultate te verseker, insluit. Daarbenewens moet die ontledings aan internasionale standaarde, soos dié van die ISO en die Wetenskaplike Werkgroep oor Metodes van DNS-ontleding (SWGDM 2017:2020), voldoen. Hierdie standaarde bied riglyne vir die validering, dokumentering en gebruik van metodes van DNS-ontleding. Die nakoming van hierdie standaarde maak die laboratorium se ontledingsprosedures meer betroubaar en akkuraat.

Die vereistes vir die ontwikkeling, validering en verifikasie van toetsmetodes ooreenkomstig ISO/IEC 17025 sluit die volgende in:

- *Validering van toetsmetodes*: ISO/IEC 17025 bepaal dat laboratoria hul toetsmetodes moet valideer om aan te toon dat die metodes geskik is vir hul beoogde doel. Validering behels die bepaling van die prestasie-eienskappe se beperkings, akkuraatheid, presisie, sensitiwiteit, spesifisiteit en lineariteit van toetsmetodes. Validering moet met behulp van toepaslike statistiese tegnieke en metodes, en onder omstandighede wat verteenwoordigend is van die laboratorium se tipiese werksomgewing, gedoen word.
- *Ooreenstemming met standaardbedryfsprosedures*: ISO/IEC 17025 bepaal dat laboratoria vasgestelde prosedures en protokolle moet volg vir alle toets- en kalibreringsaktiwiteite. Toets- en kalibreringsaktiwiteite sluit SBP's in wat die metodes en spesifieke stappe wat gevolg moet word, uiteensit. SBP's moet op grond van erkende standaarde en beste praktyke ontwikkel word en daarna gereeld hersien en opdateer word.

4.9 Forensiese DNS-toerusting

Forensiese DNS-toerusting moet gevalideer word om te verseker dat dit aan die gewenste gehaltestandaarde voldoen. Geldigheidstudies verseker dat forensiese DNS-toerusting aan die vereiste gehaltestandaarde voldoen. Validering behels 'n reeks toetse en eksperimente wat die akkuraatheid, presisie en betroubaarheid van toerusting demonstreer. Validering het ten doel om te verseker dat toerusting geskik is vir die doel waarvoor dit gebruik word en akkurate en betroubare resultate lewer. 'n Verskeidenheid bewysstukke, insluitend dié wat bekend is daarvoor dat dit akkurate resultate lewer en dié wat moeilik is om te ontleed, word gebruik om toerusting te valideer. Toerusting word onder 'n verskeidenheid toestande getoets om te verseker dat dit akkuraat en betroubaar presteer. Die deurlopende instandhouding en kalibrering van forensiese DNS-toerusting is noodsaaklik om te verseker dat dit binne die vereiste standaarde bly presteer.

Instandhoudingsaktiwiteite sluit die gereelde skoonmaak en inspeksie van toerusting en die vervanging van verslete of beskadigde onderdele in. Kalibrering verseker dat toerusting akkuraat en betroubaar meet en betroubare resultate lewer. Gehaltebeheer behels die ontleding van bekende monsters (kontroles) om te verseker dat toerusting akkurate en betroubare resultate lewer. Hierdie proses moet met gereelde tussenposes uitgevoer word om te verseker dat toerusting korrek presteer. Oor die algemeen verseker geldigheidstudies, gereelde instandhouding, kalibrering en gehaltebeheer dat forensiese DNS-toerusting aan die vereiste gehaltestandaarde voldoen.

4.10 Meting-naspeurbaarheid

Een van die belangrikste vereistes van ISO 17025 is meting-naspeurbaarheid. Forensiese DNS-toetslaboratoria moet meting-naspeurbaarheid demonstreer deur hul instrumente, metodes en prosedures teen bekende standaarde te kalibreer en verifieer. Meting-naspeurbaarheid vereis die gebruik van verwysingsmateriaal wat na nasionale of internasionale meetstandaarde teruggevoer kan word. Verwysingsmateriaal word gebruik om instrumente te kalibreer, metodes te verifieer en prosedures te valideer om te verseker dat die resultate van DNS-ontleding akkuraat en betroubaar is.

Forensiese DNS-toetslaboratoria moet gedetailleerde dokumentasie van hul kalibrerings- en verifikasieprosedures byhou om meting-naspeurbaarheid te handhaaf. Hierdie dokumentasie sluit inligting oor naspeurbaarheid van verwysingsmateriaal, kalibrering van instrumente,

verifikasie van metodes en validasie van prosedures in. Die dokumentasie moet maklik toeganklik wees vir personeel in die laboratoria sowel as regslui (insluitend die verdediging) betrokke by 'n saak. Daarby moet dit gereed wees vir hersiening deur akkrediteringsliggame en reguleringsinstansies.

Forensiese DNS-toetslaboratoria moet meetbare terugvoerbaarheid demonstreer deur verwysingsmateriaal wat terugvoerbaar is na nasionale of internasionale meetstandaarde te gebruik, gedetailleerde dokumentasie rakende kalibrerings- en verifikasieprosedures by te hou en aan vaardigheidstoetsprogramme deel te neem.

4.11 Bewysstukke

ISO/IEC 17025, SANAS TG 43-01 en standarde van ander organisasies, soos die FWR, het almal soortgelyke vereistes vir die hantering, verwerking en toetsing van bewysstukke om die integriteit en betroubaarheid van die resultate te verseker. Die volgende is enkele van die vereistes:

- *Ketting van bewaring*: Ingevolge ISO/IEC 17025 moet toetslaboratoria prosedures daarstel en handhaaf om te verseker dat die ketting van bewaring van bewysstukke gedurende die toetsproses behoue bly. Die ketting van bewaring sluit prosedures vir die insameling, vervoer, berging en verwydering van bewysstukke in. SANAS TG 43-01 bepaal dat forensiese DNS-toetslaboratoria 'n stelsel vir die bewaringsketting van alle bewysstukke en verwysingsmateriaal moet daarstel en handhaaf.
- *Voorkoming van kruiskontaminasie*: Ingevolge ISO/IEC 17025 en SANAS TG 43-01 moet laboratoria prosedures daarstel en handhaaf om kruiskontaminasie van bewysstukke te voorkom. Sodanige prosedures sluit prosedures vir bewysstukhantering, -verwerking en -toetsing, asook prosedures vir die skoonmaak en dekontaminering van toerusting en werkoppervlaktes, in.
- *Dokumentasie*: Ingevolge ISO/IEC 17025 en SANAS TG 43-01 moet laboratoria prosedures daarstel en handhaaf om alle toetsaktiwiteite, insluitend die ketting van bewaring, bewysstukhantering, -verwerking en -toetsing en enige afwykings of insidente wat gedurende die toetsproses voorkom, en enige korrektiewe aksie te dokumenteer.

Die hantering van bewysstukke, insluitend die opsporing daarvan, moet noukeurig gedokumenteer word om te verseker dat daar geen risiko van monstervermenging is nie en dat monsterkontaminasie vermy is (Cox, De Leeuw, Sijen, De Knijff en Aarts 2017:602; Griffin, McKechnie, Munoz en Smith 2017:e536; Walsh, Mardis en Wilson 2013). As DNS-bewysstukke omgeruil word, kan die gevolge nadelig wees, veral as 'n verdagte valslik beskuldig word of 'n onskuldige persoon verkeerdlik veroordeel word (Li, Wu en Zhang 2015:46; Ballantyne, Edelman en Budowle 2015:1043). Die ketting van bewyse is die maklikste aspek wat in die howe geëvalueer kan word en as gevolg van 'n gebrek hieraan word die DNS-resultate dikwels nie aanvaar nie.

4.12 Gehaltebeheer

Gehaltebeheer is 'n kritieke komponent van forensiese DNS-toetsing. ISO 17025 en SANAS TG 43-01 bied riglyne wat laboratoria moet volg om die akkuraatheid en betroubaarheid van toetsresultate te verseker. Gehaltebeheer in DNS-toetsing is nie beperk tot die gehalte van die

toetslaboratorium nie; dit moet gedurende elke ondersoekstap in aanmerking geneem word (Badiye, Kapoor, Kathane en Shukla 2020:585). Gehaltebeheermaatreëls verminder die risiko van foute en kontaminasie in forensiese DNS-toetslaboratoria (ENFSI 2017:15; NIST 2016:23; SWGDAM 2020:10). Gehaltebeheer sluit ook aksies in waarin 'n organisasie dit nodig ag om te verseker dat spesifieke eienskappe van 'n produk of diens wat gelewer word, beheer en geverifieer word (International Electrotechnical Commission (IEC) 2021:7). Die primêre gehaltebeheer wat by ondersoek betrokke is, is om te bevestig dat die gehalte van die vervaardigde produkte of gelewerde dienste aan die voorgeskrewe standaard voldoen. Die gehaltebeheerspan van 'n laboratorium moet enige tekortkominge in die produkte of dienste wat voorsien word en nie aan die organisasie se gehaltestandaarde voldoen nie, identifiseer. Indien 'n probleem opgespoor of waargeneem word, kan die gehaltebeheerspan dit oorweeg om die lewering van 'n produk of diens te staak totdat die probleem hanteer en reggestel is (Singh en Mishra 2021:143). Enige foute wat tydens hofverrigtinge ontdek word, kan daartoe lei dat 'n skuldige party straf ontduik of 'n onskuldige persoon sy/haar vryheid verloor.

DNS-toetslaboratoria kan verskeie gehaltebeheermaatreëls gebruik om akkurate en betroubare uitkomst tydens die DNS-ontledingsproses te waarborg. Positiewe en negatiewe kontroles is noodsaaklik om die akkuraatheid en betroubaarheid van DNS-toetsresultate te verseker (Salazar-García, Álvarez-Lao, Bardera, Frantz, Llorente e.a. 2022:11). Hierdie kontroles word saam met bewysstukke verwerk en help om kontaminasie of ander foute wat die resultate mag beïnvloed, op te spoor. Enkele voorbeelde van gehaltebeheermaatreëls en kontroles wat tydens elke stap van die DNS-ontledingsproses gebruik word volg hier onder (Smith 2015a:4):

- *Bewysstukverwerking*: Die eerste stap behels die insameling van bewysstukke vanaf misdadaatonele. Die volgende aspekte is van kardinale belang: behoorlike dokumentering van die insameling, vervoer en berging van bewysstukke; behoorlike monsternemings- tegnieke om die kontaminasie van bewysstukke te voorkom; chemiese beheer om die akkurate funksionering van voorlopige of bevestigende liggaamsvloeistofreagense te bevestig; streng beheer oor die omgewing waarin bewysstukke ingesamel en geberg word om degradering van die bewysstukke te voorkom; identifisering van enige tendense in die aantal positiewe vlakke wat vir stroomafwaartse DNS-ontleding ingedien is; en die monitering van die aantal onaanvaarbare bewysstukke wat deur ontleders ontvang is.
- *DNS-isolasie*: Die volgende stap is om die DNS van die biologiese monster te isoleer. Ekstraksiebeheerbewysstukke wat 'n bekende hoeveelheid DNS en DNS van 'n bekende gehalte bevat word saam met die bewysstuk verwerk om ekstraksiedoel-treffendheid te monitor; negatiewe kontroles word saam met die bewysstuk verwerk om te bepaal of kontaminasie plaasgevind het. Verder moet enige tendense in die afwykings van die standaard en prosedures gemonitor word. Die kernorsaak van hierdie afwykings in die prosedures in die DNS-isolasieproses moet bepaal word.
- *DNS-kwantifisering*: Die derde stap behels die kwantifisering van die hoeveelheid DNS in die monster, onder andere om akkurate kwantifikasie te verseker; en die byvoeging van bekende hoeveelhede DNS by die monster om die akkuraatheid van die kwantifikasie te verseker. Enige tendense wat voorkom, byvoorbeeld die aantal kwantifiserings onder die drempelvlak vir elke tipe van die bewysstukke, moet geïdentifiseer word, waarna toepaslike regstellende stappe gedoen moet word.
- *Amplifikasie (polimerasekettingreaksie – PCR)*: PCR word gebruik om die geïsoleerde DNS vir ontleding te vermeerder. Daar moet positiewe en negatiewe kontroles verteen-

woordig wees saam met die ontledings van die bewysstukke om die akkuraatheid van die vermeerdering te kontroleer; en die gebruik van 'n alleliese leer met DNS-fragmente van bekende groottes om te bevestig dat die PKR-produkte van die verwagte grootte is.

- *Elektroforese*: Elektroforese skei die PKR-produkte op grond van die grootte van die geamplifiseerde produkte. Dus moet daar saam met die ontledings van die bewysstukke 'n DNS-fragment van bekende grootte as 'n merker om die grootte van die PKR-produkte te bevestig, verteenwoordig wees. Voortdurende ontledings moet uitgevoer word om enige tendense wat oor 'n tydperk in die toetse voorkom, te identifiseer.
- *Alleelaanwysing*: Sageware word gebruik om allele aan die PKR-produkte toe te ken. Derhalwe moet die ontledings van die bewysstukke ook positiewe en negatiewe kontroles saam met bekende allele insluit vir akkurate alleelaanwysing; en die bewysstukke moet geëtiketteer word met behulp van kodes om te verseker dat forensiese ontleders nie deur kennis van die saak beïnvloed word nie (blinde toetsing).

Enige tendense wat voorkom, byvoorbeeld kontaminasie of monsteromruilings, die aantal bewysstukke wat geen resultate oplewer nie, mengsels wat forensiese ontleders se konsensusinterpretasie vereis, afwykings van die valideringstoetsparameters, sub-optimale resultate, moet geïdentifiseer word, waarna toepaslike regstellende stappe gedoen moet word.

Ansell (2013:279) benadruk dat gehaltebeheer daarop gemik is om bewysstukintegriteit en DNS-bewysstukintegriteit te handhaaf en korrekte resultate en interpretasies te verkry deur te verifieer dat die metodes wat vir data-oordragte en interpretasies gebruik word, korrek is en aan gepaste toestande onderhewig is.

Die kompleksiteit van forensiese biologie en DNS-profielpraktyke word verhoog deur die uiteenlopende aard van biologiese bewysstukke en DNS-bewysstukke wat van tonele herwin word. Voldoende interne gehaltebeheer, dikwels deur middel van empiriese eerder as ontledingsbenaderings, is noodsaaklik vir die handhawing van hoë prestasie in die daaglikse praktyk. Interne gehaltebeheer moet nietemin tot 'n realistiese vlak beperk word. Gehaltebeheer in hierdie veld behels die verifikasie van ontledingsprosesse, chemikalieë en reagentie as deel van roetinepraktyk. Dit behels ook die beheer van gerekenariseerde laboratoriumbestuur en kundige stelsels, die monitering van die DNS-laboratoriumomgewing en die gebruik van DNS-databasisse vir insluiting asook eliminerings (Ansell 2013:279; Buckleton, Triggs, en Walsh 2022:102568; Phillips 2021:102447).

4.13 Verslagdoening oor forensiese DNS-resultate en -bevindinge

ISO/IEC 17025 en SANAS TG 42-03 stipuleer die volgende belangrike aspekte wat by 'n verslag oor forensiese DNS-resultate en -bevindinge ingesluit moet word (ISO/IEC 17025:2017b):

- *Verslaginhoud*: Die verslag moet alle tersaaklike inligting oor die ontleding en die resultate bevat, onder andere gevalideerde prosedures, kontroles, chemikalieë en toerusting wat gebruik is, insluitend enige beperkings. Dit moet die volgende inligting insluit: naam en adres van die laboratorium; datum waarop die ontleding uitgevoer is; unieke identifikasienommer vir die saak; besonderhede van die getoetste bewysstuk; DNS-profiel wat verkry is; statistiese berekeninge wat gebruik is; en gevolgtrekkings wat op grond van die resultate gemaak is.

- *Formaat*: Die verslag moet in 'n gestandaardiseerde formaat wees, en die formaat moet duidelik aangedui word. Die verslagformaat moet geskik wees vir die beoogde gehoor, insluitend wethandhawingsagentskappe, regsdeskundiges en die howe.
- *Duidelikheid*: Die verslag moet duidelik en maklik verstaanbaar wees. Tegnieiese terme moet omskryf word. Die verslag moet in eenvoudige taal geskryf word om te verseker dat die ontvanger die resultate en bevindinge kan verstaan.
- *Akkuraatheid*: Die verslag moet die ontledingsresultate akkuraat en volledig weerspieël om te verseker dat die leser van die DNS-bevindinge die ontledingsproses duidelik kan verstaan. Die resultate moet op 'n manier aangebied word wat die risiko van verkeerde interpretasie verminder. Enige beperkings of voorbehoud ten opsigte van die resultate moet duidelik gestel word.
- *Identifikasie van die bewysstuk*: Die getoetste bewysstuk moet in die verslag geïdentifiseer word. Die bron van die monster en ander tersaaklike besonderhede, soos die datum waarop die monster versamel is en die plek waar dit versamel is, moet ook aangedui word.
- *Naspeurbaarheid*: Resultate moet terugvoerbaar wees na die oorspronklike data en dokumentasie. Naspeurbaarheid beteken dat die spesifieke metodes en prosedures waardeur die resultate verkry is, insluitend die toerusting wat gebruik is, die kalibrering van daardie toerusting en die kwalifikasies van die ontleder of ontleders wat die toetsing uitgevoer het, in die verslag aangedui word.
- *Resultate van DNS-ontleding*: Die verslag moet die resultate van die DNS-ontleding, insluitend die DNS-profiel of -profiel wat uit die monster verkry is, insluit. Alle DNS-allele en -loki wat op 'n gegewe tydstip deur 'n laboratorium gebruik word, moet by die profiel ingesluit wees om die risiko van verkeerde interpretasie te verminder.
- *Interpretasie van resultate*: Die verslag moet 'n interpretasie van die resultate, insluitend enige statistiese ontleding wat gedoen is om die betekenis van die resultate te bepaal, insluit. Enige beperkings of voorbehoud ten opsigte van die resultate moet duidelik gestel word.
- *Gehaltebeheermaatreëls*: Die toetslaboratorium moet verseker dat die verslag inligting oor die gehaltebeheermaatreëls wat tydens die DNS-ontleding toegepas is, waaronder enige standarde of kontroles wat gebruik is, insluit.
- *Vertroulikheid*: Die verslag moet as vertroulik beskou en hanteer word, ooreenkomstig die laboratorium se databestuurbeleid. Die verslag moet slegs met gemagtigde persone gedeel word, en die laboratorium moet prosedures in plek hê om te verseker dat die verslag veilig geberg en herwin kan word indien nodig.
- *Ketting van bewaring*: Die verslag moet inligting oor die ketting van bewaring van die bewysstuk, insluitend wie die bewysstuk versamel het, wie dit gedurende vervoer en ontleding hanteer het en enige ander tersaaklike besonderhede, insluit.
- *Hersiening*: Die verslag moet deur 'n bevoegde gesag binne die laboratorium hersien en goedgekeur word voordat dit aan die ontvanger vrygestel word. Die hersieningsproses moet 'n kontrole van die berekeninge, interpretasie en gevolgtrekkings in die verslag insluit. Enige gevolgtrekkings wat op grond van die resultate en die interpretasie daarvan gemaak is, insluitend enige beperkings van die ontleding of die gevolgtrekkings, moet by die verslag ingesluit word.

Dit is belangrik om 'n hoë mate van deursigtigheid rakende nienakoming van ISO/IEC 17025 en SANAS TG 42-03 te handhaaf vir doeleindes van interne verbeterings, en sodoende die vertrouwe van die strafregstelsel en die publiek te behou. Gehaltebeheer is noodsaaklik om sowel die integriteit van bewysstuktoetsing as die verkryging van wetenskaplik geldige resultate en akkurate interpretasies te bevorder. Gehaltebeheer help ook om te verifieer dat metodes, data-oordrag en interpretasies korrek is en aan die toepaslike vereistes voldoen. Laboratoria moet uit foute leer en voortdurend verbeterings aanbring.

Dit is van kritieke belang dat forensiese DNS-laboratoria aanpas by die oorgang van tradisionele “nakoming”-benaderings na gehaltestelsels wat 'n toepaslike en gebalanseerde reaksie op risiko fasiliteer. Hierdie aanpasbaarheid stel hulle in staat om voortdurende verbetering te implementeer en toekomstige veranderinge in navorsing en ontwikkeling te akkommodeer terwyl hulle forensiese intelligensiemodelle bevorder. Die nadeel van 'n gehaltebestuurstelsel wat gegrond is op interne gehalte-oudits en onafhanklike portuuroorsig uitsluit, is dat afwykings gereeld ontdek word. Wanneer afwykings aangemeld word, moet 'n kernoorzaak-analise uitgevoer word om herhaling te voorkom, en 'n aksieplan moet opgestel word om die kernoorzaak aan te spreek.

Daarbenewens moet 'n risiko-evaluering uitgevoer word om die risiko vas te stel. Laboratoria voltooi gereeld hierdie stadia van kernoorzaak-analise en risikobepaling sonder om die onderliggende kwessie aan te spreek. Die probleme is geneig om te herhaal en word tydens daaropvolgende interne oudits ontdek. Daarenteen, as 'n laboratorium geakkrediteer is en onderhewig is aan eksterne eweknie-evaluering, word herhaalde nie-nakominge beklemtoon en voldoende oplossing vereis; anders kan die laboratorium se akkreditasie herroep word.

4.14 Die Nasionale Forensiese Oorsig- en Etiese Raad (NFOER)

Die Nasionale Forensiese Oorsig- en Etiese Raad (NFOER) is daarvoor verantwoordelik om die nakoming van die Wysigingswet op die Strafbreg (Forensiese Prosedures) (No. 37 van 2013) en die ondersteunende regulasies te verseker. Die NFOER rapporteer toesigverantwoordelikhede en sy bevindings oor die nakoming van die wetgewing aan die Minister van Polisie en die Polisieportefeuljekomitee. Volgens artikel 15Z van die Wysigingswet op die Strafbreg (Forensiese Prosedures) (No. 37 van 2013) fokus die Raad hoofsaaklik op, onder andere, monitering van die versameling van speekselmonsters van gearresterde en veroordeelde individue, opleiding van gemagtigde personeel in monsterinsameling, beoordeling van die laboratorium se prestasie in DNS-gevalle-ontleding, bestuur van die laai en verwydering van profiele in die Nasionale Forensiese DNS-databasis, opvolging van die aantal forensiese ondersoekende leidrade wat deur databasisvergelykings gegenereer word, en hantering van klagtes oor die misbruik van DNS-toetse en die databasis (NFOER 2022:127).

Alhoewel die NFOER sedert die instelling van die wet 'n paar openbare klagtes oor DNS-ontleding ontvang en hanteer het, het hierdie klagtes geen sanksies tot gevolg gehad nie. Boonop het die negatiewe prestasies van die verantwoordelike rolspelers in die toepassing van die wetgewing en die regulasies tot dusver geen negatiewe gevolge gehad nie, ten spyte van byvoorbeeld die DNS-agterstand wat onlangs in forensiese laboratoria ondervind is en hul versuim om forensiese DNS-profile van mondholte- en liggaamlike monsters binne dertig dae te ontleed soos deur die wet vereis (NFOER 2022:17; Suid-Afrikaanse Regering 2021:s.bl.). Die outeurs is van mening dat die regulatoriese en toepassingsgesag van die NFOER beperk is en deur wysigingswetgewing aangespreek moet word. Daarbenewens bestaan die huidige

samestelling van die NFOER grotendeels uit verteenwoordigers van regeringsdepartemente, met slegs twee lede met DNS-ervaring en kennis. Daarom word daar aanbeveel dat meer lede met DNS-agtergrond en -kennis bygevoeg word. Lede van die Raad kan ondersteuning benodig om die implikasies van afwykings van ISO-gebaseerde gehaltebestuurstelsels te verstaan. Om die doeltreffendheid van die NFOER te verhoog, moet die ledetal uitgebrei word om meer forensiese wetenskapkundiges in te sluit. Verder moet die wetgewing vereis dat die Raad van onafhanklike portuuroorsig gebruik maak om die nakoming van die wetgewing en die gehaltebestuurstelsel te evalueer. Dit sal die NFOER minder afhanklik maak van inligting wat ontvang word van die bestuur van forensiese wetenskapslaboratoria.

Daarbenewens moet die NFOER bemagtig word om minimum gehaltevereistes buite ISO-standaarde, waaraan forensiese wetenskapslaboratoria en praktisyns moet voldoen, daar te stel en af te dwing. Die NFOER moet ook hofgetuienis en afwykings van die standaard aktief monitor. Ten einde die beweerde ondoeltreffendheid van NFOER aan te spreek, word voorgestel dat 'n wetswysiging nagestreef word om die Raad die gesag te gee om presiese standaarde te stel en die nakoming van akkrediasievereistes af te dwing.

5. Opsomming en gevolgtrekkings

Die NFOER moet boonop bemagtig word met regulatoriese en standaardbepalingsmag. Verder moet die bevoegdheids- en ervaringvereistes uiteengesit in SANAS TG 42-03-riglyne vir die tegniese leier van die DNS-toetslaboratorium verbeter word ter wille van groter vertroue in die akkuraatheid en betroubaarheid van die resultate wat verkry is deur die validasies en tegnologieë wat in die laboratorium gebruik word.

Die artikelskrywers stem saam dat akkrediasie 'n vereiste moet wees vir forensiese laboratoria in Suid-Afrika (Bernitz e.a. 2014:254). Derhalwe, aangesien 'n gehaltebestuurstelsel vir langer as twee dekades in die forensiese wetenskapslaboratorium van die Suid-Afrikaanse Polisiediens toegepas word, word daar aanbeveel dat wetgewers dit sterk oorweeg om die Wysigingswet op die Strafreë (Forensiese Prosedures), Wet 37 van 2013, te hersien sodat dit verpligtend is vir alle forensiese DNS-toetslaboratoria in Suid-Afrika om akkrediasie te verkry.

Die Internasionale Standaardorganisasie (ISO) stel standaarde en riglyne waaraan laboratoria moet voldoen om geakkrediteer te word. Geakkrediteerde DNS-toetslaboratoria moet prosedures volg wat verseker dat die resultate van DNS-toetsing betroubaar en konsekwent is, ongeag waar die toetsing plaasvind (Nogel e.a. 2019:836). Sodanige konsekwentheid verhoog die aanvaarbaarheid van DNS-toetsresultate in regsgedinge. Geakkrediteerde laboratoria moet dus die hoogste vlakke van gehalte en akkuraatheid handhaaf om betroubare resultate te rapporteer (Olckers en Hammat 2019:297). Verder het akkrediasie van forensiese wetenskapslaboratoria die internasionale norm geword (Heavey e.a. 2023:100339; Ross en Neuteboom 2020:359). Blote aansprake van 'n DNS- toetslaboratorium dat hulle “voldoen aan die gehaltebeheerstelsel” of dat “die afwykings nie die akkuraatheid van die resultate beïnvloed het nie” is onvoldoende sonder eksterne portuuroorsig wat uitgevoer is om hierdie voldoening te staaf. Onafhanklike portuuroorsig oor die akkrediasieproses vir DNS-toetslaboratoria versterk vertroue in die akkuraatheid en betroubaarheid van DNS-toetsresultate (Wilson-Wilde 2018:3). Die afwesigheid van akkrediasie en regulatoriese organisasies wat die gehalte van forensiese wetenskaps-

dienste monitor, hou 'n risiko vir die regspleging in (Amankwaa, Amoako, Bonsu en Banyeh 2019:158).

Bibliografie

Alick, A. 2023. What are the causes and remedies of wrongful convictions? *The Mid-Southern Journal of Criminal Justice*, 22(1):5.

Amankwaa, A.O., E.N. Amoako, D.O.M. Bonsu en M. Banyeh. 2019. Forensic science in Ghana: a review. *Forensic Science International: Synergy*, 1:151–60.

Amoako, E.N. en C. McCartney. 2021. The UK forensic science regulator: fit for purpose? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Science*, 3(6):e1415.

Angers, A., D.M. Kagkli, L. Oliva, M. Petrillo en B. Raffael. 2019. *Study on DNA profiling technology for its implementation in Central Schengen Information System*. EUR 29766, Luxembourg: Publications. Office of the European Union, 2019, ISBN 978-92-76-07983-5, doi:10.2760/13343, PUBSY No. JRC11674.

Ansell, R. 2013. Internal quality control in forensic DNA analysis. 2013. *Accreditation Quality Assurance*, 18:279–89.

Badiye, A., N. Kapoor, P. Kathane en R.K. Shukla. 2020. Quality control in forensic DNA typing. In Shrivastava e.a. (reds.) 2020.

Ballantyne, J., E. Edelman en B. Budowle. 2015. Forensic DNA testing: current and future perspectives. *Journal of Forensic Sciences*, 60(s1):S238–44.

Bernitz, H., M. Kenyhercz, B. Kloppers, E. Nöelle L'Abbé, G. Nicholas Labuschagne, A. Olckers, J. Myburgh, G. Saayman, M. Steyn en K. Stull. 2014. The history and current status of forensic science in South Africa. *The global practice of forensic science*, 241–59.

Biedermann, A., J.M. Butler en N. Doble. 2019. Accreditation of forensic DNA testing laboratories: past, present, and future. *Forensic Science International: Genetics*, 39:1–7.

Biedermann, A., F. Taroni en S. Bozza. 2016. *Forensic statistics: international forensic science and investigation*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Biesecker, K.R., J. Brenzovich en J.A. Compton. 2018. Quality management systems in forensic science: an introduction to quality issues within the forensic science community. *Forensic Science International*, 290:218–22.

Braun, V. en V. Clarke. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2):77–101.

Buckleton, J., C. Triggs en S. Walsh. 2022. Quality control in forensic DNA profiling. *Forensic Science International: Genetics*, 54:102568.

Budowle, B., M.C. Bottrell, S.G. Bunch, R. Fram, D. Harrison, S. Meagher, C.T. Oien, P.E. Peterson, D.P. Seiger, M.B. Smith en M.A. Smrz. 2009. A perspective on errors, bias, and interpretation in the forensic sciences and direction for continuing advancement. *Journal of Forensic Sciences*, 54(4), 798–809.

Butler J. 2015. *Advanced topics in DNA typing: interpretation*. Oxford (UK): Elsevier. 462–4.

Camilleri, A., D. Abarno, C. Bird, A. Coxon, N. Mitchell, K. Redman, N. Sly, S. Wills, E. Silenieks, E. Simpson en H. Lindsay. 2019. A risk-based approach to cognitive bias in forensic science. *Science & Justice*, 59(5):533–43.

Cox, M.J.C., R.H. de Leeuw, T. Sijen, P. de Knijff en H. Aarts. 2017. Potential risks associated with the use of forensic DNA phenotyping in criminal investigations. *Forensic Science International: Genetics*, 31:1–8.

Dash, H.R., P. Shrivastava en J.A. Lorente. 2022. *Handbook of DNA profiling*. Singapoer: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4318-7_57.

Decorte, R. 2013. Accreditation in forensic DNA analysis. *Encyclopedia of Forensic Sciences*. 2de uitgawe. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-382165-2.00041-6>.

Doyle, S. 2020. A review of the current quality standards framework supporting forensic science: risks and opportunities. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Science*, 2(3):e1365.

Dror, I.E. 2018. Biases in forensic experts. *Science*, 360(6386):243.

Dror, I.E. en J. Kukucka. 2021. Linear sequential unmasking-expanded (LSU-E): a general approach for improving decision making as well as minimizing noise and bias. *Forensic Science International Synergy*, 3:100161.

Dror, I.E. en M.L. Pierce. 2020. ISO standards addressing issues of bias and impartiality in forensic work. *Journal of Forensic Sciences*, 65(3):800–8.

European Network of Forensic Science Institutes. ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science. Wiesbaden: ENFSI-FBC.

Flick, U. 2011. *Introducing research methodology: a beginner's guide to doing a research project*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Forensic Science Regulator (FWR). 2015. Codes of practice and conduct for forensic science providers and practitioners in the criminal justice system. *Forensic Science Regulator Guidance*, 63–5. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1141863/FINAL_Code_of_Practice.pdf.

García-Morales, E., M.B. González-García, M.J. Alcaraz en M.C. López-Santos. 2019. Quality assurance programs in the clinical laboratory. *Biochemia Medica*, 29(1):010502.

- Gill, P., T. Hicks, J.M. Butler, E. Connolly, L. Gusmão, B. Kokshoorn, M.D. Coble, M. Sahir, B. Budowle, A. Salas en A. Carracedo. 2016. Quality management in forensic DNA analysis. *Forensic Science International: Genetics*, 24:97–107.
- Graw, S. en E. Hanson. 2019. The importance of quality assurance in forensic DNA testing. *Human Genetics*, 138(11/12):1255–64.
- Griffin, R., M.L. McKechnie, D.P. Munoz en H. Smith. 2017. Challenges in forensic DNA analysis of sexually assaulted women. *Journal of Forensic Sciences*, 62(1):136–42.
- Guo, H. en H. Junlei. 2018. Review of the accreditation of digital forensics in China. *Forensic Sciences Research*, 3:194–201.
- Heavey, A.L., G.R. Turbett, M.M. Houck en S.W. Lewis, 2023. Management and disclosure of quality issues in forensic science: a survey of current practice in Australia and New Zealand. *Forensic Science International: Synergy*, 100339.
- Heyns, M., A. Olckers en G. Saayman. 2019. SAAFS: The establishment of a representative body for forensic science in South Africa. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 51(1):S285–8.
- International Electrotechnical Commission (IEC). 2021. IEC 60050-191:2021 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 191: dependability and quality of service. Genève: IEC.
- International Organization for Standardization (ISO). 2017a. The facts about certification, 2017. <https://www.iso.org/certification.html> (7 Desember 2023 geraadpleeg).
- . 2017b. ISO/IEC 17025:2017, Third edition, 2017-11. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. <https://www.iso.org/standard/66912.html> (7 Desember 2023 geraadpleeg).
- . 2023. About us. <https://www.iso.org/about-us.html> (7 Desember 2023 geraadpleeg).
- Islek, D.S. en E.H. Yukselolu. 2018. Accreditation of forensic science laboratories in Turkey in the scope of TS EN ISO/IEC 17025: 2017 standard. *Medicine Science*, 7(4):962–6.
- Kerrigan, S., C. Baron en E. Connolly. 2017. A comprehensive evaluation of the UK's forensic science service. *Science and Justice*, 57(2):156–63.
- Lander, E.S. en PCAST Working Group. 2016. Forensic science in criminal courts: ensuring scientific validity of feature-comparison methods. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/pcast_forensic_science_report_final.pdf.
- Leeper, T.J. 2018. The state of the science in forensic science. Annual review. *Statistics and its Application*, 5:231–52.

- Li, Q., L. Wu en S. Zhang. 2015. Recommendations for minimizing DNA contamination in low-template DNA analysis using polymerase chain reaction-based systems. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 1(1):43–50.
- Malkoc, E. en W. Neuteboom. 2007. The current status of forensic science laboratory accreditation in Europe. *Forensic Science International*, 167(2–3):121–6.
- Marshall, C. en G.B. Rossman. 2011. *Designing qualitative research*. 5de uitgawe. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Maxfield, M.G. en E.R. Babbie. 2017. *Research methods for criminal justice and criminology*. Boston: Cengage Learning.
- McCartney, C. en E.N. Amoako. 2017. The UK forensic science regulator: a model for forensic science regulation symposium – from the crime scene to the courtroom: the future of forensic science reform. *Georgia State University Law Review*, 34(4):945–82.
- . 2019. Accreditation of forensic science service providers. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 65:143–5. doi:10.1016/j.jflm.2019.04.004.
- McLaughlin, R. 2019. Accreditation of forensic laboratories. *Forensic Science Review*, 31(2):115–28.
- Mejia, R., M. Cuellar en J. Salyards, 2020. Implementing blind proficiency testing in forensic laboratories: motivation, obstacles, and recommendations. *Forensic Science International: Synergy*, 2:293–8.
- Nasionale Forensiese Oorsig- en Etiese Raad (NFOER). 2022. National Forensic Oversight and Ethics Board (DNA Board) Annual Report (2021/2022). Pretoria: Staatskoerant. https://static.pmg.org.za/ANNUAL_REPORT_2021_2022.pdf.
- National Academy of Sciences (NAS). 2009. *Strengthening forensic science in the United States*. Washington, DC: The National Academic Press.
- National Association of Testing Authorities (NATA). 2020. ISO/IEC 17025 Application document legal (including forensic science) – Append. <https://NATA.com.au/files/2021/05/Forensic-Science-ISO-IEC-17025-Appendix-effective-feb-2020.pdf>.
- National Research Council. 2009. *Strengthening forensic science in the United States: a path forward*. Washington: National Academic Press.
- . 2019. *Forensic science assessments: a quality and gap analysis*. Washington: National Academic Press.
- NIST. 2016. Handbook NVLAP forensic science testing program: accreditation requirements and application procedures. <https://doi.org/10.6028/NIST.HB.150-2016>.

- Nogel, M., A. Czebe, G. Kovács en Z. Pádár. 2019. A work in progress – accreditation of forensic DNA laboratories as a part of the “European Forensic Science Area 2020” (EFSA 2020) concept. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1):836–7.
- Olaborede, A. en L. Meintjes-Van der Walt, 2020. Cognitive bias affecting decision-making in the legal process. *Obiter*, 41(4):806–30.
- Oldoni, F., S. Turrina, F. de Angelis, R.M. Gaudio en U. Ricci. 2021. A comprehensive evaluation of forensic DNA mixture interpretation methods using next-generation sequencing data. *Forensic Science International: Genetics*, 51:108–19.
- Olckers, A., R. Blumenthal en A. Greyling. 2013. Forensic science in South Africa: status of the profession. *Forensic Science International: Genetic Supplement Series*, 4:e146–7.
- Olckers A., P.G. Erasmus en A. van der Merwe. 2019. Unaccredited and unregulated — when science does not serve justice. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 51:S275–9.
- Olckers, A. en Z. Hammatt. 2021. Science serving justice: opportunities for enhancing integrity in forensic science in Africa. *Forensic Sciences Research*, 6(4):295–302.
- Organization for Scientific Area Committees for Forensic Science (OSAC). 2022. Best practice recommendations for evaluative forensic DNA testimony. <https://www.nist.gov/system/files/documents/2022/01/04/OSAC%202022-S-0024%20BPR%20for%20Evaluative%20Forensic%20DNA%20Testimony.OPEN%20COMMENT%20VERSION.pdf>.
- Pádár, Z., M. Nogel en G. Kovács. 2015. Accreditation of forensic laboratories as a part of the “European Forensic Science 2020” concept in countries of the Visegrad Group. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 5:e412–3.
- Pepper, M.S., C. Dandara, J. De Vries, A. Dhali, M. Labuschaigne, F. Mnyongani, K. Moodley, A. Olckers, A. Pope, R. Ramesar en M. Ramsay. 2018. ASSAf consensus study on the ethical, legal and social implications of genetics and genomics in South Africa. *South African Journal of Science*, 114(11–12):1–3.
- Phillips, C. 2021. Quality control in forensic genetics: a review of current practices and future directions. *Forensic Science International: Genetics*, 50:102447.
- Pomey, M.P., P. Francois, A.P. Contandriopoulos, A. Tosh en D. Bertrand. 2005. Paradoxes of French accreditation. *BMJ Quality & Safety*, 14(1):51–5.
- Pugh, J.K., J.G. Shewale, S. Subedi, L. Palombo, N. Peiffer-Smadja, L.E. Alfonse, I. Behncke, D. Corach, C.M. Di Nunzio, C. Haas, E. Hanson, Y. Hou, H.Y. Kang, S.Y. Kwon, J. Lee, S.D. Lee, A.J. Pakstis, A. Park, M. Park, G. Penacino, H. Rajeevan, T.R. Rebbeck, Y. Seo, K.J. Shin, S. Sinha, W.C. Speed, S. Yi en K.K. Kidd. 2019. Forensic DNA testing: past, present, and future. *Journal of Forensic Sciences*, 64(1):144–9.
- Punch, K.F. 2013. *Introduction to social research: quantitative and qualitative approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.

- Rayimoğlu, G. en Y. Nikolova. 2022. Designing a forensic molecular genetic laboratory in Institute of Forensic Sciences and Legal Medicine, as a prototype. *Machines. Technologies. Materials.*, 16(10):350–3.
- Romanini, C.E. en E.F. Carvalho. 2017. ISO/IEC 17025 accreditation in Brazil: challenges and opportunities for forensic DNA laboratories. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 6:e178–9.
- Ross, A. en W. Neuteboom. 2021. Implementation of quality management from a historical perspective: the forensic science odyssey. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 53(3):359–71.
- . 2022. ISO-accreditation – is that all there is for forensic science? *Australian Journal of Forensic Sciences*, 54(1):2–14.
- Rudin, N., K. Inman en J. Thompson (reds.). 2019. *Principles and practice of forensic science: the profession of forensic science* (Vol. 1). Boca Raton: CRC Press.
- Safina, G., H. Zhou, Y. Wei en J. Chen. 2020. Proper environmental conditions are essential for optimal preservation of DNA samples in forensic DNA laboratories. *Forensic Science International: Genetics*, 44:102173.
- Sahoo, S., J.F. Lester, K.S.J. Elenitoba-Johnson en M.S. Lim. 2018. Challenges in accreditation of laboratories performing next-generation sequencing-based testing for somatic cancer. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 20(6):699–770.
- Salazar-García, D.C., D.J. Álvarez-Lao, R. Bardera, L.A.F. Frantz, M.G. Llorente, R. Ontañón, A. Palafox-García, A. Pérez-Romero, C. Tejedor-Rodríguez en M. Ubilla. 2022. DNA analysis of ancient dogs. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 41:103199.
- SANAS TG 01–03. 2023. SANAS technical guide for the accreditation of forensic science laboratories. <https://www.sanas.co.za/Publications%20and%20Manuals%20Files/TG%2001-03.pdf>.
- SANAS TG 42–03. 2020. SANAS technical guide for the forensic DNA testing laboratories. <https://www.sanas.co.za/Publications%20and%20Manuals%20Files/TG%2042-03.pdf>.
- Schneider, P.M., K. Bender, W.R. Mayr, W. Parson en B. Rolf. 2017. *Forensic DNA analysis: current practices and emerging technologies*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Scientific working group for DNA analysis and methods (SWGDM). 2020. Interpretation guidelines for autosomal STR typing by forensic DNA testing laboratories. https://www.swgdam.org/_files/ugd/4344b0_3f94c9a6286048c3924c58e2c230e74e.pdf.
- Shrivastava, P., H.R. Dash, J.A. Lorente, J. Imam (reds.). 2020. *Forensic DNA typing: principles, applications and advancements*. Singapoer: Springer.

Singh, V.P. en N. Mishra. 2021. An evaluation of quality management practices and their effect on organizational performance: evidence from Indian manufacturing firms. *Production and Manufacturing Research*, 9(1):142–63.

Smith, J.H. 2015a. Serological evidence and DNA analysis. In Zinn en Dintwe (reds.) 2015.

—. 2015b. Quality management requirement in forensic DNA testing. Pretoria: Ongepubliseer.

—. 2022. Forensic DNA Investigation. In Dash, Shrivastava en Lorente (reds.) 2022.

—. 2023. An exploration of the identification and processing of forensic investigative leads in the investigation of crime in the South African Police Service. Doktorale proefskrif, Unisa.

Sofronoff, W. 2022. Final report: commission of inquiry into forensic DNA testing in Queensland. Commission of Inquiry into Forensic DNA testing in Queensland. https://www.health.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0036/1196685/final-report-coi-dna-testing-qld-dec-2022.pdf.

Stoney, D.A. en J.W. Senn. 2019. *Understanding and implementing ISO/IEC 17025: a practical approach*. Boca Raton: CRC Press.

Suid-Afrikaanse Nasionale Akkreditasiesisteem (SANAS). <https://www.sanas.co.za/Pages/index.aspx> (7 Desember 2023 geraadpleeg).

Suid-Afrikaanse Ontwikkelingsgemeenskap se Akkreditasiediens (SADCAS). <https://www.sadcas.org> (7 Desember 2023 geraadpleeg).

Suid-Afrikaanse Regering. 2021. MEC Albert Fritz on DNA backlog at forensic science laboratory. Mediaverklaring. <https://www.gov.za/speeches/mec-albert-fritz-raises-dna-backlog-forensic-science-laboratory-minmec-12-feb-2021-0000> (7 Desember 2023 geraadpleeg).

Ubelaker, D.H. 2012. *The global practice of forensic science*. New York: John Wiley & Sons.

Van der Merwe, A., A. Greyling en A. Olckers. Training of legal professionals in DNA evidence. *Forensic Science International Genetics*, 4:e85–6.

Walsh, S.E., E.R. Mardis en R.K. Wilson. 2013. Mitigating the risk of DNA contamination in forensic laboratories. *Annals of Laboratory Medicine*, 33(40):237–43.

Wickenheiser, R.A. 2019. A crosswalk from medical bioethics to forensic bioethics. *Forensic Science International: Synergy*, 1:35–44.

Wilson-Wilde, L. 2018. The international development of forensic science standards – a review. *Forensic Science International*, 288:1–9.

Zinn, R.J. en S. Dintwe (reds.). 2015. *Forensic investigation: legislative principles and investigative practice*. Kaapstad: Juta.

**

Bokolo v S 2014(1) SACR 44 (SCA)

Mugwedi v S (694/13) [2014] ZASCA 23

S v Maqhina 2001 1SACR 241 (T)

S v Mlanga 2013 TT

S v Orrie 2004(1) SACR 162 (C)

S v Parker [1912] VR 152

S v SB 2014(1) SACR 66 (SCA)

Tom v S (CA 01/2021) [2022] ZAECMKHC (98)