



De reeks waarschijnlijkheidstermen van het NFI en het Bayesiaanse model voor interpretatie van bewijs

Inhoudsopgave

1. De vakbijlage algemeen
2. Inleiding
3. Hoe wordt de reeks gebruikt?
4. Een medisch voorbeeld: de HIV-test
5. De regel van Bayes
6. Een getallenvoorbeeld: de DNA-match
7. Het Bayesiaanse model voor interpretatie van forensisch bewijs
8. Hypothesen
9. De reeks verbale waarschijnlijkheidstermen
10. Een voorbeeld met verbale termen: gezichts-vergelijkend onderzoek
11. Denkfouten
12. Zekerheid/geen oordeel
13. Lijst van gebruikte termen
14. Literatuur

1. De vakbijlage algemeen

Het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) kent een groot aantal typen onderzoeken. Normaal gesproken gaat elk onderzoeksrapport van het NFI vergezeld van een vakbijlage. Deze dient als toelichting op het onderzoek en heeft een zuiver informatief karakter. Achterin de vakbijlage zijn een verklarende woordenlijst en een overzicht van bron- en literatuurverwijzingen opgenomen.

2. Inleiding

In veel gevallen kan de forensisch onderzoeker de vraag die de opdrachtgever hem stelt niet met een volmondig ja of nee beantwoorden. Er is dan een bepaalde mate van onzekerheid over de conclusie. Bij voorkeur wordt deze onzekerheid getalsmatig uitgedrukt, bijvoorbeeld in de vorm van een kans of een interval. Maar in sommige onderzoeken kan de onderzoeker zijn conclusie slechts formuleren in verbale termen van waarschijnlijkheid. Hierbij gebruiken NFI-onzoekers, waar van toepassing, een standaardreeks van termen om hun conclusie te formuleren. Deze standaardreeks is gebaseerd op inzichten die volgen uit het zogeheten 'Bayesiaanse model' voor de interpretatie van bewijs. In deze vakbijlage wordt dit model besproken aan de

hand van voorbeelden. Ook zullen twee belangrijke denkfouten aan de orde komen die bekend staan als de prosecutor's en defence fallacy.

In het verleden hanteerden de onderzoekers van het NFI een reeks die vooral betrekking heeft op de waarschijnlijkheid van één hypothese. Bijvoorbeeld:

Het handschrift is...

- met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid...
- hoogstwaarschijnlijk...
- waarschijnlijk...
- waarschijnlijk niet...
- hoogstwaarschijnlijk niet...
- met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid niet...
- ...geschreven door meneer X.

Bij toepassing van het Bayesiaanse model beperkt de onderzoeker zich tot een uitspraak over de waarschijnlijkheid van de resultaten, in het licht van twee hypothesen. Het NFI gebruikt dan de volgende reeks van uitspraken:

De resultaten van het onderzoek zijn...

- ongeveer even waarschijnlijk...[als]
- iets waarschijnlijker...
- waarschijnlijker...
- veel waarschijnlijker...
- zeer veel waarschijnlijker...
- extreem veel waarschijnlijker...
- ...wanneer hypothese 1 waar is, dan wanneer hypothese 2 waar is.

3. Hoe wordt de reeks gebruikt?

Een voorbeeld kan verduidelijken hoe de reeks in de praktijk wordt gebruikt. Stel dat een onderzoeker een schoenspoor vergelijkt met de schoen van een verdachte.

De onderzoeker beschouwt dan minimaal twee hypothesen, bijvoorbeeld:

- Hypothese 1: de schoen van de verdachte veroorzaakte het spoor
- Hypothese 2: een andere schoen met een soortgelijk profiel en afmeting veroorzaakte het spoor

De waargenomen overeenkomsten en verschillen tussen de schoen van de verdachte en een gevonden schoenspoor vormen de resultaten van het onderzoek. Als de resultaten beter passen bij hypothese 1 dan bij hypothese 2, dan vormen zij bewijsmateriaal ten gunste van hypothese 1. Een treffende overeenkomst, zoals een lange snee in de schoenzool waarvan de vorm en positie overeenkomt met een 'lijn' in het schoenspoor, past beter bij hypothese 1 dan bij hypothese 2. Hoe beter de resultaten passen bij hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2, hoe sterker de bewijswaarde van deze resultaten zal zijn.

Het Bayesiaanse model formaliseert deze redentatie. Hierbij wordt het begrip 'waarschijnlijkheid' gebruikt als criterium voor de mate waarin de resultaten 'passen' of 'treffend' zijn. Bij het interpreteren van de resultaten gaat de onderzoeker dus na hoe waarschijnlijk het is om deze resultaten te verkrijgen onder elk van de hypothesen.

Hij kan dan bijvoorbeeld concluderen:

"De resultaten van het onderzoek zijn veel waarschijnlijker wanneer de schoen van de verdachte het spoor veroorzaakte, dan wanneer een andere schoen met een soortgelijk profiel en afmeting het spoor veroorzaakte."

Het kan ook zijn dat de resultaten waarschijnlijker zijn onder de tweede hypothese, bijvoorbeeld als de schoen vlak na het delict is veiliggesteld maar de lange snee in de schoenzool niet 'terug te zien' is in het schoenspoor. In dat geval wordt dezelfde reeks gebruikt met de posities van hypothese 1 en 2 verwisseld. Bijvoorbeeld:

"De resultaten van het onderzoek zijn veel waarschijnlijker wanneer een andere schoen met een soortgelijk profiel en afmeting het spoor veroorzaakte, dan wanneer de schoen van de verdachte het spoor veroorzaakte."

4. Een medisch voorbeeld: de HIV-test

Ter illustratie van de Bayesiaanse denkwijze op een ander vakgebied volgt hieronder een voorbeeld uit de medische wereld. Stel, een HIV-test levert voor iemand die HIV-besmet is altijd een positief resultaat op. Maar bij een klein aantal testpersonen die niet besmet zijn, zal foutief eveneens positief resultaat optreden. Stel dat John een positief testresultaat krijgt. Wat is dan de kans dat hij HIV-besmet is? Het testresultaat 'HIV-positief' is precies wat hij kan verwachten als John daadwerkelijk besmet is. Maar het resultaat kán ook een toevallige uitzondering zijn als John

niet besmet is. Het resultaat is daarom veel waarschijnlijker als John besmet is, dan als hij niet besmet is. Maar de diagnose van de arts over de besmetting hangt niet alleen af van het testresultaat. John kan immers tot een HIV-risicogroep behoren, bijvoorbeeld drugsgebruikers die vuile naalden gebruiken. John kan ook uit een land afkomstig zijn waar HIV veel voorkomt. In dat geval is al vóór de test de kans op een besmetting groter dan bij een persoon die niet tot een risicogroep behoort. Deze a-priori kans wordt naar boven bijgesteld door de bevinding dat de test positief is.

Om de vraag te beantwoorden wat de kans is dat John HIV-besmet is spelen dus twee factoren een rol: de a-priori kans en het testresultaat. Omdat de a-priori kans verschilt tussen personen, kan hetzelfde testresultaat voor verschillende personen tot verschillende diagnoses leiden. Het bijstellen van a-priori kansen op grond van nieuwe resultaten kan wiskundig worden beschreven met de zogenaamde regel van Bayes. Het resultaat wordt de a-posteriori kans genoemd, de kans ná de test.

5. De regel van Bayes

Het Bayesiaanse model is genoemd naar de Engelse dominee Thomas Bayes, die in de 18e eeuw een eenvoudige wiskundige formule over waarschijnlijkheid beschreef. Toegepast op forensisch onderzoek beschouwt deze 'regel van Bayes' de verhouding tussen de waarschijnlijkheid van twee hypothesen. Is deze verhouding tien tegen één, dan is de ene hypothese tien keer zo waarschijnlijk als de andere. De verhouding van de waarschijnlijkheden is te beschouwen voordat bepaalde onderzoeksresultaten bekend zijn (a-priori), of erna (a-posteriori).

De regel van Bayes geeft daarbij aan hoe de verhouding van waarschijnlijkheden verandert door de resultaten.

De regel van Bayes in formule:
a-priori kansverhouding \times aannemelijkheidsquotiënt
= a-posteriori kansverhouding

In internationale literatuur worden de Engelse termen gebruikt:
prior odds \times Likelihood Ratio = posterior odds

De Likelihood Ratio wordt vaak afgekort tot LR. Deze term is de verhouding van de waarschijnlijkheid van de resultaten onder de twee hypothesen. In formule:

$$LR = \frac{\text{kans om de resultaten te verkrijgen als hypothese 1 waar is}}{\text{kans om de resultaten te verkrijgen als hypothese 2 waar is}}$$

In het Bayesiaanse model voor interpretatie van bewijs drukt de LR de bewijskracht van de resultaten voor hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2 uit. De standaardreks van waarschijnlijkheidstermen die het NFI hanteert, betreft de verbale uitwerking van de LR. De taak van de onderzoeker beperkt zich in dit kader tot het rapporteren van de LR.

Het volgende getallenvoorbeeld illustreert hoe het Bayesiaanse model in de forensische context wordt toegepast.

6. Een getallenvoorbeeld: de DNA-match

Op de plaats van een delict wordt celmateriaal aangetroffen dat van de dader kan zijn. We gaan er in dit voorbeeld van uit dat het materiaal van zeer slechte kwaliteit is, waardoor in het DNA-profiel slechts een paar DNA-kenmerken zichtbaar zijn. Daaruit blijkt onder meer dat het om een man gaat. De verdachte 'matcht' met deze DNA-kenmerken. De kans dat een willekeurig gekozen man, geen verwant van de verdachte, dit DNA-profiel heeft is 1 op 1000. Deze kans heet de matchkans. Hoe waarschijnlijk is het nu dat het celmateriaal daadwerkelijk van de verdachte afkomstig is?

De onderzoeker zal deze vraag vertalen in twee hypothesen. Bijvoorbeeld:

Hypothese 1: de donor van het celmateriaal is de verdachte

Hypothese 2: de donor van het celmateriaal is een onbekende man die niet verwant is aan de verdachte

Het resultaat van het DNA-onderzoek is de DNA-match. De onderzoeker redeneert (onder de aanname dat er geen fout is gemaakt in de onderzoeksketen) als volgt:

- Wanneer de verdachte de donor is van het celmateriaal, dan zal dit materiaal met zekerheid hetzelfde DNA-profiel hebben als de verdachte. De kans op het resultaat van het DNA-onderzoek is dus 100% als hypothese 1 waar is.
- Wanneer een onbekende man de donor is van het celmateriaal, dan is het vrij toevallig dat dit materiaal hetzelfde DNA-profiel heeft als de verdachte. De kans hierop (de matchkans) is 1 op 1000. De kans op het resultaat van het DNA-onderzoek is dus 0,1% als hypothese 2 waar is.

De verhouding van de waarschijnlijkheid van de resultaten onder de twee hypothesen (LR) is dus 100% : 0,1% = 1000. Dit betekent dat de resultaten 1000 keer zo waarschijnlijk zijn wanneer hypothese 1 waar is, dan wanneer hypothese 2

Tabel 1a. Matchkans 1 op duizend

Aantal andere mannen	Prior odds	Posterior odds	Kans dat verdachte de donor is
1	1 : 1	1.000 : 1	99,9%
10	1 : 10	100 : 1	99%
1.000	1 : 1.000	1 : 1	50%
1.000.000.000	1 : 1.000.000.000	1 : 1.000.000	0,0001%

Tabel 1b. Matchkans 1 op 1 miljard

Aantal andere mannen	Prior odds	Posterior odds	Kans dat verdachte de donor is
1	1 : 1	1.000.000.000 : 1	99,999999%
10	1 : 10	100.000.000 : 1	99,999999%
1.000	1 : 1.000	1.000.000 : 1	99,9999%
1.000.000.000	1 : 1.000.000.000	1 : 1	50%

Toelichting bij Tabel 1a en 1b:

In deze tabellen worden twee hypothesen beschouwd. Hypothese 1: 'het spoor is afkomstig van de verdachte, en hypothese 2: het spoor is afkomstig van één van de andere mannen op de boot. De tabel illustreert het effect van de DNA-match op de kansverhouding van deze hypothesen volgens de regel van Bayes. We beschouwen vier verschillende aantallen mannen. De laatste kolom wordt berekend uit de posterior odds. De matchkans van het DNA profiel van het spoor is (a) 1 op 1000 (b) 1 op 1 miljard. De LR is dus (a) 1000 (b) 1 miljard.

waar is. Merk op dat in dit voorbeeld de LR gelijk is aan 1 gedeeld door de matchkans.

Hoe waarschijnlijk is het nu dat de verdachte de donor is? Net als in het HIV-voorbeeld hangt het antwoord op deze vraag niet alleen af van het resultaat van het DNA-onderzoek, maar ook van de a-priori kansverhouding van de hypothesen. Ofwel, in termen van de regel van Bayes, van de LR en van de prior odds. De LR hangt af van de zeldzaamheid van het DNA-profiel, uitgedrukt in de matchkans. De prior odds worden bepaald door de overige informatie in de zaak.

Stel bijvoorbeeld dat de overige informatie is dat het delict plaatsvond op een containerschip op zee, en dat er behalve de verdachte nog tien mannen de donor kunnen zijn. En stel bovendien dat al deze mannen evenzeer in aanmerking komen als spoordonor, maar dat alleen van de verdachte een DNA-profiel beschikbaar is. Dan is, voordat het DNA-onderzoek in beschouwing wordt genomen, de kans één tegen tien dat de verdachte de donor is en niet één van de andere tien mannen. De prior odds van hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2 is dan 1:10, ofwel 0,1.

De regel van Bayes (prior odds x LR = posterior odds) stelt dan dat de posterior odds gelijk zijn aan $0,1 \times 1000 = 100$, ofwel 100:1. Dat wil zeggen dat nadat het DNA-onderzoek in beschouwing is genomen, de kans honderd tegen één (ongeveer 99%) is dat de verdachte de donor is van het

sporenmateriaal en niet één van de andere zeelieden. Uit tabel 1 wordt duidelijk hoe de kans dat het celmateriaal van de verdachte is afhangt van de zeldzaamheid van het DNA-profiel en van het aantal mannen op het schip, ofwel, van de LR en de prior odds. In tabel 1a staan de getallen uit dit voorbeeld en in tabel 1b is het DNA-profiel veel zeldzamer. We zien: hoe zeldzamer het DNA-profiel, hoe sterker het DNA-bewijs, en hoe groter de LR.

In het HIV-voorbeeld kan de arts een uitspraak doen over de a-posteriori kans op HIV besmetting, omdat hij specialistische kennis heeft van zowel de a-priori kans als de LR. De DNA-onderzoeker heeft echter alleen specialistische kennis van de matchkans van het DNA-profiel, dit wil zeggen, van de LR.

Van de overige informatie in de zaak, die de prior odds bepaalt, heeft hij over het algemeen geen specialistische kennis en ook geen volledig overzicht. Hierover kan hij geen uitspraak doen. Dit betekent, in tegenstelling tot wat men soms verwacht, dat de DNA-onderzoeker niet berekent hoe groot de kans is dat het celmateriaal afkomstig is van de verdachte (of van iemand anders dan de verdachte). Deze a-posteriori kans hangt immers af van de a-priori kans.

De DNA-onderzoeker beperkt zich tot een uitspraak over de LR. Omdat de LR in dit geval gelijk is aan 1/matchkans, rapporteert hij in de praktijk alleen deze matchkans.

7. Het Bayesiaanse model voor interpretatie van forensisch bewijs

Het Bayesiaanse model is niet alleen te gebruiken voor DNA-onderzoek. In veel forensisch onderzoek met onzekerheden bij de interpretatie van onderzoeksresultaten is het bruikbaar. De algemene toepassing gaat volledig analoog aan die van het HIV- en het DNA-voorbeeld. De onderzoeker beschouwt ten minste twee elkaar uitsluitende hypothesen. Voor aanvang van het onderzoek hebben deze hypothesen al een bepaalde waarschijnlijkheid. De verhouding van deze a-priori kansen (de prior odds) is mede gebaseerd op het bewijsmateriaal dat naast het forensisch onderzoek is verzameld en valt dus buiten het expertisegebied van de onderzoeker. Deze factor is aan de jurist. Op grond van zijn expertise kan de onderzoeker wel aangeven hoe groot de kans is om de onderzoeksresultaten te verkrijgen als een bepaalde hypothese waar is. Deze kansen bepalen de LR. Het is daarom aan de onderzoeker om deze factor te bepalen. De jurist kan zijn schatting van de prior odds hiermee bijstellen volgens de regel van Bayes. De rol van de onderzoeker beperkt zich tot het rapporteren van de LR.

Behalve deze visie over de rolverdeling tussen jurist en onderzoeker volgt uit het Bayesiaanse model ook dat de LR gebruikt kan worden als maat voor bewijskracht. Is de LR groter dan 1, dan is de teller van dit quotiënt groter dan de noemer. De resultaten zijn dan waarschijnlijker onder hypothese 1, dan onder hypothese 2. Het gaat dus om bewijsmateriaal ten gunste van hypothese 1, dat de waarschijnlijkheid van hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2 vergroot. De regel van Bayes laat zien dat dit gaat via vermenigvuldiging met de LR. Naarmate de LR groter wordt, wordt ook de vergroting sterker, en moet het dus gaan om sterker bewijsmateriaal.

De Likelihood Ratio (LR) meet hoe sterk het bewijs is voor hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2: hoe groter de LR, hoe sterker het bewijs.

Als de resultaten even waarschijnlijk zijn onder beide hypothesen, dan is de LR gelijk aan 1. De resultaten veranderen de kansverhouding van de hypothesen niet: het betreft 'neutraal' bewijsmateriaal dat niets toevoegt aan of afdoet van de bestaande hoeveelheid relevante informatie

in de zaak. Een LR van 1 vormt het omslagpunt voor welke hypothese wordt ondersteund door de resultaten.

Bevindingen met een LR kleiner dan 1 vormen bewijsmateriaal ten gunste van hypothese 2: hoe kleiner de LR, hoe sterker het bewijs voor hypothese 2 ten opzichte van hypothese 1.

8. Hypothesen

Een belangrijke stap in de rapportage is het kiezen van de hypothesen. De onderzoeker zal, vaak in overleg, alleen hypothesen beschouwen die hij in het licht van de vraagstelling en de beschikbare informatie over de zaak relevant acht. Er kunnen dus verklaringen zijn die de onderzoeker niet beschouwt. Dat wil daarmee niet zeggen dat de onderzoeker dergelijke verklaringen onmogelijk of onwaarschijnlijk acht.

De manier waarop een hypothese precies wordt verwoord is ook een keuze. Bijvoorbeeld "het glas is afkomstig van een andere ruit" en "het glas is afkomstig van een andere glasbron" zijn niet gelijkwaardig; immers alleen de laatste laat de mogelijkheid open dat het om glas van een jampotje gaat.

De waarden van de LR en de prior odds hangen af van de precieze formulering van de hypothesen, en moeten dus in samenhang hiermee beoordeeld worden. Vanwege het bovenstaande kan het van belang zijn dat de precieze formulering van de hypothesen plaatsvindt in overleg met de opdrachtgever van het onderzoek.

9. De reeks verbale waarschijnlijkheidstermen

In veel forensische expertisegebieden kan de onderzoeker geen harde getalsmatige uitspraak doen over de LR. Relevante gegevens uit representatieve steekproeven of experimenten zijn daarvoor vaak niet voorhanden. De onderzoeker kan de kansen in de teller en de noemer van de LR dan niet precies uitdrukken in een percentage, maar kan wel aangeven of de teller veel groter of juist kleiner is dan de noemer. De onderzoeker geeft in zo'n geval een orde-grootte voor de LR, en drukt die uit door middel van een verbale kwalificatie. De LR krijgt dan geen getal, maar één van de kwalificaties uit de standaardreeks waarschijnlijkheidstermen.

De gebruikte verbale term is onder meer gebaseerd op vakkenis, ervaring en de beschikbare empirische data. Om de transparantie voor de lezer en de uniformiteit tussen verschillende deskundigen te bevorderen heeft het NFI de verbale termen numeriek gedefinieerd. Deze definities worden uitgedrukt in ordegrootten die in de rechter kolom staan in onderstaande tabel.

Tabel 2. Numerieke definitie van waarschijnlijkheidstermen NFI

Verbale term	Ordegrootte bewijskracht (LR)
ongeveer even waarschijnlijk	1 – 2
iets waarschijnlijker	2 – 10
waarschijnlijker	10 – 100
veel waarschijnlijker	100 – 10.000
zeer veel waarschijnlijker	10.000 – 1.000.000
extreem veel waarschijnlijker	> 1.000.000

Bijvoorbeeld: met de term ‘iets waarschijnlijker’ wordt bedoeld dat de kans op het waarnemen van de onderzoeksresultaten twee tot tien keer groter wordt geacht wanneer de ene hypothese waar is, dan wanneer de andere hypothese waar is.

Voor de jurist is het meestal erg moeilijk om een goed onderbouwd getal te geven voor de inschatting van de prior odds. Toch is het Bayesiaanse model ook nuttig in deze situaties. Het is dan meer een denkwijze dan een rekenmodel.

Het volgende voorbeeld waarin verbale termen worden gebruikt, laat zien hoe het Bayesiaanse model in de praktijk als denkwijze kan worden toegepast.

10. Een voorbeeld met verbale termen: gezichtsvergelijkend onderzoek

Stel, er is een pinpas gestolen. Tien minuten later wordt met deze pas geld opgenomen bij een pinautomaat. De persoon die dit doet staat op de beelden van de camera van de automaat, die van goede kwaliteit zijn. De politie vindt dat Jan J. wel wat op de pinnende persoon lijkt. Zij verhoren Jan en maken een goede pasfoto van hem. Vervolgens vragen zij een gezichtsvergelijkend onderzoek aan waarbij de onderzoeker de pasfoto vergelijkt met de camerabeelden.

De te beschouwen hypothesen zijn hierbij:

- Hypothese 1: Jan is dezelfde persoon als de persoon op de camerabeelden
- Hypothese 2: Jan is niet dezelfde persoon als de persoon op de camerabeelden (en is ook geen directe verwante van deze persoon).

De forensisch onderzoeker vergelijkt de pasfoto met de beelden en constateert een treffende overeenkomst: zowel Jan als de pinnende persoon hebben op dezelfde plekken een litteken en een moedervlek. Verschillen worden niet waargenomen. De onderzoeker heeft slechts beperkte gegevens over de frequentie van voorkomen van littekens en moedervlekken van een bepaalde vorm op een bepaalde locatie. Hij kan daarom geen precies getal geven, maar kan wel een ordegrootte inschatten. Als hij inschat dat de LR tussen de honderd en tienduizend ligt, dan luidt zijn conclusie dat de resultaten van het onderzoek veel waarschijnlijker zijn wanneer Jan dezelfde persoon is als de persoon op de camerabeelden, dan wanneer dit niet zo is.

We vergelijken nu twee situaties. In situatie A bekent Jan tijdens het verhoor en geeft hij tevens blijk van kennis die alleen de dader kan hebben. In situatie B heeft Jan een alibi. In beide situaties is er verder geen informatie.

Een rechter die het Bayesiaanse model wil toepassen zou op basis van de informatie in situatie A kunnen besluiten dat op basis van de bekentenis en de daderkennis de kans al vrij groot is dat Jan de gezochte persoon is. Deze kans stelt hij nog verder naar boven bij door de conclusie van de onderzoeker. Hij concludeert dat Jan zeer waarschijnlijk op de camerabeelden staat. In Bayesiaanse termen komt dit neer op grote prior odds voor hypothese 1 ten opzichte van hypothese 2, die vermenigvuldigd met een grote LR (tussen honderd en tienduizend) leiden tot zeer grote posterior odds.

In situatie B zou de rechter kunnen besluiten dat vanwege het alibi de kans juist vrij klein is dat Jan op de beelden staat. Deze kleine a-priori kans stelt hij echter flink naar boven bij door de conclusie van de onderzoeker. Hij moet het alibi dus wegen met het deskundigenoordeel. In Bayesiaanse termen komt deze weging neer op de vermenigvuldiging van kleine prior odds met een grote LR (tussen honderd en tienduizend). Het resultaat van deze weging zal bepalen in hoeverre de rechter hypothese 1 of hypothese 2 waarschijnlijker acht.

In situatie A is het uiteindelijk veel waarschijnlijker dat Jan op de beelden staat dan in situatie B. De conclusie van de forensisch onderzoeker is echter in beide situaties hetzelfde.

Het is ook instructief om te kijken wat er gebeurt als de resultaten van het forensisch onderzoek sterk ontlastend zijn voor de verdachte. Stel bijvoorbeeld dat Jan een vaste oorlel heeft terwijl de pinnende persoon vrij duidelijk een losse oorlel heeft. De onderzoeker moet nu de kans inschatten dat een vaste oorlel foutief als losse oorlel wordt waargenomen. Hij moet ook de zeldzaamheid van losse oorlellen onderzoeken. Als hij inschat dat de resultaten van het onderzoek tussen de honderd en tienduizend keer waarschijnlijker zijn, wanneer Jan niet dezelfde persoon is als de persoon op de camerabeelden dan wanneer dit wel zo is, dan kiest hij voor de term “veel waarschijnlijker”. Merk op dat Hypothese 1 en 2 hierbij in de conclusie van plaats verwisseld zijn. De rechter moet nu zijn prior odds naar beneden bijstellen. In situatie A (grote prior odds) kan de uitkomst weer variëren van kleine tot grote posterior odds. In situatie B (kleine prior odds) zal de rechter concluderen dat Jan waarschijnlijk niet de gezochte persoon is.

Ook voor ontlastend bewijs zien we dus dat sterk bewijs nog niet betekent dat de hypothese met grote kans waar is: het sterke bewijs moet gewogen worden met de overige informatie.

11. Denkfouten

Uit de literatuur en de praktijk is bekend dat er een aantal menselijke denkfouten zijn die regelmatig gemaakt worden bij het interpreteren van waarschijnlijkheidsuitspraken. Omdat dit belangrijke gevolgen kan hebben bespreken we hier de bekendste twee.

Prosecutor's fallacy

De onderzoeker baseert zijn redenering op de waarschijnlijkheid om de resultaten te verkrijgen als een bepaalde hypothese waar is. Mensen zijn geneigd deze formulering om te draaien. Het wordt dan: de waarschijnlijkheid dat een bepaalde hypothese waar is als de resultaten zijn verkregen. Deze omkering is onjuist en berust op een denkfout. Dezelfde fout wordt gemaakt bij het omdraaien van de zin “als een dier een koe is, dan is de kans dat het vier poten heeft 100%” tot “als een dier vier poten heeft, dan is de kans dat het een koe is 100%”. In de rechtspraak heet deze denkfout ‘prosecutor's fallacy’.

Een forensisch voorbeeld. Een handschriftonderzoeker onderzoekt een in het Nederlands gestelde dreigbrief en beschouwt als hypothesen:

Hypothese 1: Piet schreef de brief

Hypothese 2: Iemand anders schreef de brief

Zijn bevinding na het onderzoek is, dat het handschrift van Piet sterke gelijkenis vertoont met het handschrift in de brief. Hij rapporteert:

a. [conclusie onderzoeker]: een zo hoge mate van gelijkenis is veel waarschijnlijker wanneer Piet de brief schreef, dan wanneer iemand anders de brief schreef.

In de prosecutor's fallacy wordt de conclusie verdraaid tot:

b. [verdraaiing]: gezien de hoge mate van gelijkenis is het veel waarschijnlijker dat Piet de brief schreef, dan dat iemand anders dat deed.

In dit voorbeeld staat in (a) dat het resultaat veel waarschijnlijker is wanneer hypothese 1 waar is, dan wanneer hypothese 2 waar is. Dit is een uitspraak over de LR.

In (b) staat echter de verdraaiing dat hypothese 1 veel waarschijnlijker is dan hypothese 2, gegeven het resultaat. Dit is een uitspraak over de posterior odds.

Stel, op grond van tactische informatie in de zaak is het vooraf onwaarschijnlijk dat Piet de brief schreef. Dan verandert de conclusie (a) van de onderzoeker over de LR niet, maar de posterior odds (b) veranderen wel.

Om de prosecutor's fallacy te voorkomen is het van belang om te begrijpen dat de conclusie van de onderzoeker:
“De onderzoeksresultaten zijn ... waarschijnlijker wanneer hypothese 1 waar is dan wanneer hypothese 2 waar is”
niet hetzelfde betekent als
“hypothese 1 is ... waarschijnlijker dan hypothese 2”.

Defence fallacy

De advocaat in dezelfde handschriftzaak kan eveneens een denkfout maken: de ‘defence fallacy’. Hierin doet hij aannamen die de onderzoeker niet doet. Bijvoorbeeld:

1. [redenering onderzoeker] Wanneer iemand anders de brief schreef is het heel onwaarschijnlijk dat een zo hoge mate van gelijkenis valt waar te nemen.
2. [impliciete aanname 1] Er zijn dus in Nederland maar een paar mensen die een handschrift hebben dat evenveel op het handschrift in de dreigbrief lijkt als het handschrift van Piet. Stel dat er behalve Piet nog twee of drie van zulke mensen zijn, dan is Piet dus slechts één van de drie of vier mogelijke briefschrijvers.
3. [impliciete aanname 2] De kans dat Piet de brief schreef is dus ongeveer één op drie of één op vier.
4. Waarschijnlijk schreef iemand anders de brief.

Ten eerste neemt de advocaat hierbij aan dat de dader per se een Nederlander moet zijn, terwijl in principe iedereen die Nederlands kan schrijven de dader kan zijn. Vervolgens neemt hij aan dat elk van deze personen een even grote kans heeft om de dader te zijn. Alle personen worden dus evenzeer meegeteld, ongeacht bijvoorbeeld hun relatie tot de geadresseerde. Deze redenering kan juist zijn – maar uitsluitend in zaken die er aanleiding toe geven elke Nederlander evenzeer als dader te zien. In de meeste zaken is dat niet zo.

Om de defence fallacy te voorkomen is het van belang alert te zijn op impliciete aannamen, bijvoorbeeld over de groep mogelijke daders.

12. Zekerheid/geen oordeel

Zekerheid

In sommige gevallen speelt onzekerheid geen rol. De resultaten zijn bijvoorbeeld onmogelijk onder één van de hypothesen. De onderzoeker is er dan volledig van overtuigd dat deze hypothese is uitgesloten. Als er geheel geen onzekerheid in het spel is, kan een formulering gebruikt worden als:

“De resultaten van het onderzoek sluiten hypothese 1 uit.”

Geen oordeel

Ook kan het zijn dat de onderzoeker geen waarschijnlijkheid kan inschatten. In deze gevallen is de conclusie bijvoorbeeld:

“Omdat... kan ik geen oordeel geven over de waarschijnlijkheid van de resultaten in het licht van de hypothesen.”

13. Lijst van gebruikte termen

A-priori kansverhouding

Kansverhouding vóór het beschouwen van de resultaten van het onderzoek

A-posteriori kansverhouding

Kansverhouding ná het beschouwen van de resultaten van het onderzoek

Kansverhouding (Odds)

Odds is het Engelse woord voor ‘kansverhouding’. Strikt genomen is dit woord alleen gedefinieerd voor de verhouding van de kans (p) dat een gebeurtenis optreedt en de kans (1-p) dat deze gebeurtenis niet optreedt. In veel teksten, zo ook in deze tekst, is het begrip ruimer gedefinieerd als de verhouding van de kans (p) op een gebeurtenis en de kans (q) op een andere gebeurtenis. Hierbij sluiten de twee gebeurtenissen elkaar uit maar hoeven niet uitputtend alle mogelijkheden te beschrijven.

Likelihood Ratio (LR)

In de literatuur ook wel aannemelijkheidsquotiënt of diagnostische waarde genoemd:

$$LR = \frac{\text{kans om de resultaten te verkrijgen als hypothese 1 waar is}}{\text{kans om de resultaten te verkrijgen als hypothese 2 waar is}}$$

Regel van Bayes

$$\text{a-priori kansverhouding} \times \text{aannemelijkheidsquotiënt} \\ = \text{a-posteriori kansverhouding}$$

Waarschijnlijkheidsterm

Een kwalificatie uit de standaardreeks van termen die gebruikt wordt om de conclusie t.a.v. de waarschijnlijkheid van de resultaten in het licht van de hypothesen te verwoorden.

14. Literatuur

Aitken, C.C.G. and Taroni F., *Statistics and the Evaluation of evidence for Forensic Scientists*, ed. 2, John Wiley and Sons, Chichester, UK, 2004.

Berger C.E.H., Het juiste gewicht in de schaal, *Ars Aequi* 2010, p 499, AA20100499

Berger, C.E.H. en Aben, D., Bewijs en overtuiging: Rationeel redeneren sinds Aristoteles. *Expertise en Recht* 2010, 2, 52-56.. 3: 86-90, 5/6: 159-165

Lindley, D.V., A problem in Forensic Science. *Biometrika*, 64, 207-213, (1977).

Robertson, B. and Vignaux G.A., *Interpreting evidence - evaluating forensic science in the courtroom*, Chichester UK, (1995).

Royal Statistical Society's Working Group on Statistics and the Law : Practitioner Guides - Communicating and Interpreting Statistical Evidence in the Administration of

Criminal Justice, www.rss.org.uk/site/cms/contentviewarticle.asp?article=1132

Sjerps M.J., Bewijskracht 10: volle vaart recht vooruit, (2012), www.oratiereeks.nl/upload/pdf/PDF-4785oratie_Sjerps.pdf

Sjerps M.J. en Coster van Voorhout J.A. (red.), *Het Onzekere Bewijs. Gebruik van statistiek en kansrekening in het strafrecht*, Deventer, (2005).

Thompson W.C. and Schuman E.L., Interpretation of statistical evidence in criminal trials –the prosecutor’s fallacy and the defense attorney’s fallacy, *Law and Human Behavior* 11(3), 167-187, (1987).



Voor algemene vragen kunt u contact opnemen met de Frontdesk, telefoon (070) 888 68 88. Voor inhoudelijke vragen kunt u contact opnemen met het Team Statistiek, Interdisciplinair onderzoek en Deskundigheidsbevordering, telefoon (070) 888 68 21.

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

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

mei 2017