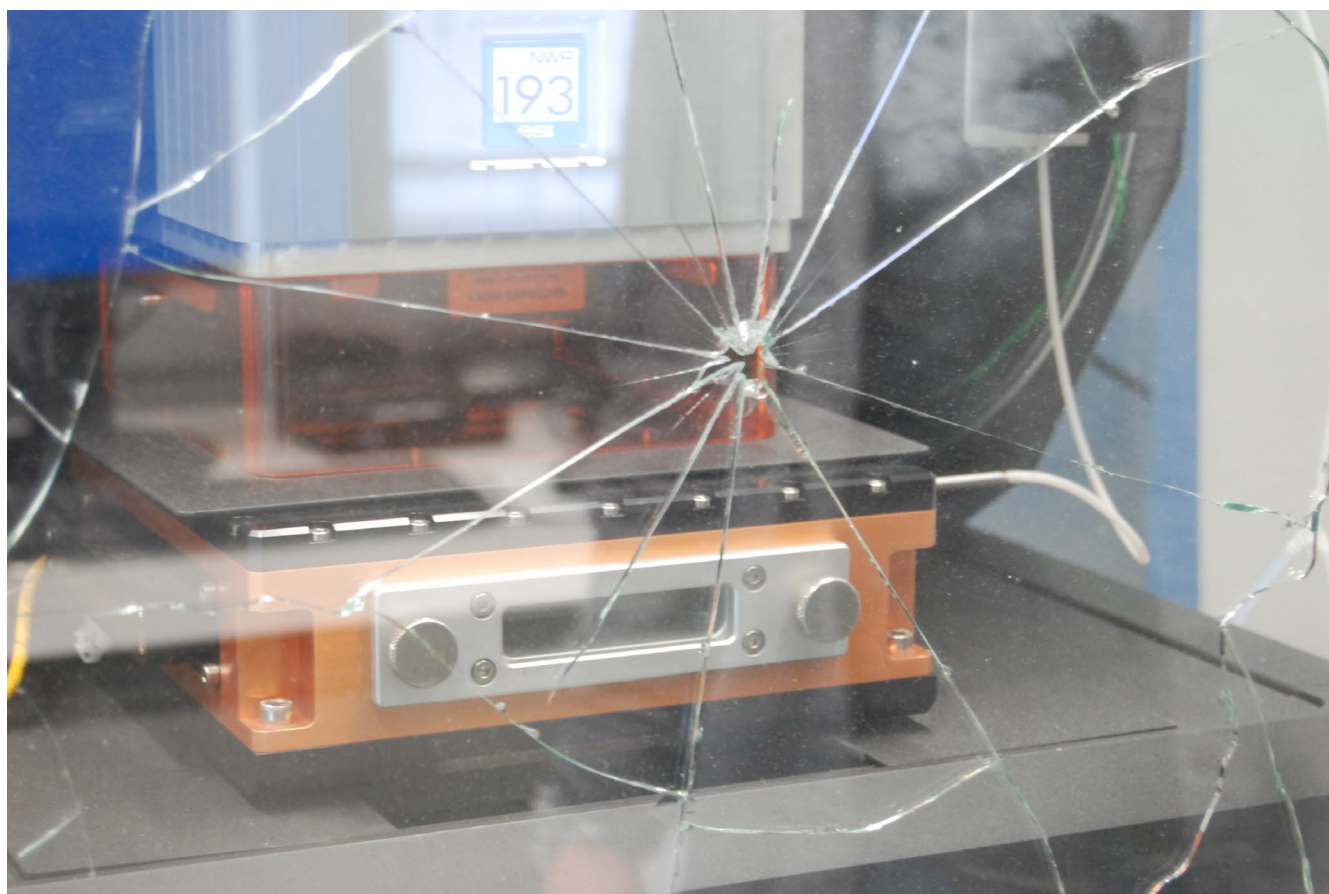




Rapportagebijlage

Forensisch Glasonderzoek

Versie 4



De bijlage algemeen

Het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) kent een groot aantal typen onderzoeken. Normaal gesproken gaat elk onderzoeksrapport van het NFI vergezeld van een vak- of rapportagebijlage. Deze dient als toelichting op het onderzoek en heeft een zuiver informatief karakter. De informatie die van toepassing is op een specifieke zaak staat altijd in het onderzoeksrapport vermeld. De vak- of rapportagebijlage geeft weer, volgens welke methoden en met welke technieken en hulpmiddelen een dergelijk onderzoek over het algemeen plaatsvindt. In dit document zijn op meerdere plaatsen hyperlinks opgenomen die verwijzen externe bronnen. Dit kunnen multimedia weergaven zijn zoals YouTube-animaties ter illustratie van de tekst. De vak- of rapportagebijlage is een op zichzelf staand document en de aangehaalde links zijn bedoeld als verrijking. In de literatuurlijst staan een overzicht en directe verwijzingen naar de bron van aangehaalde referenties.

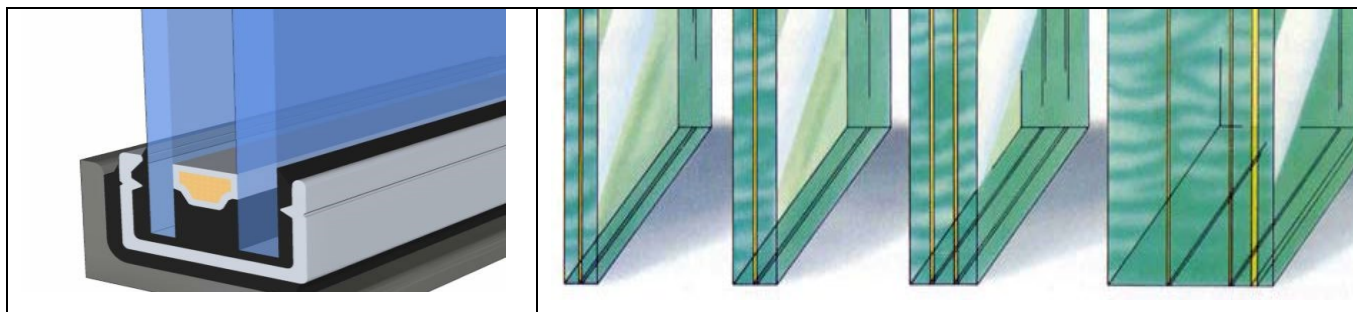
1 Inleiding

Glas is het product van samensmelting van zand met andere stoffen, zoals kalk en soda. Glas is hard en stevig, maar tegelijk elastisch en breekbaar. De toepassing bepaalt aan welke eigenschappen het glas moet voldoen: welke lichtdoorlaatbaarheid, hittebestendigheid, sterkte en kleur het onder andere moet hebben. De grondstoffen bepalen voor een belangrijk deel de eigenschappen.

1.1 Soorten glas

Het meest voorkomende glas in forensisch zaakonderzoek is **vlakglas**¹. Dit is het soort glas dat in ruiten van deuren en ramen wordt gebruikt. Het wordt daarom ook wel vensterglas genoemd. Autoruiten zijn ook gemaakt van vlakglas. De productie van vlakglas vindt al tientallen jaren volgens het zogeheten [floatproces](#) plaats. In dit proces wordt een gesmolten glasmassa vanuit een oven met een temperatuur van 1.500 °C uitgevloeid op het oppervlak van een bad met vloeibaar tin. Op deze wijze is het mogelijk om volkomen vlak glas te produceren. Het uitvloeien van glas is een volcontinu proces waarbij een onafgebroken lint van heet glas wordt gemaakt. Dit glas ondergaat daarna een proces van zeer langzame, gecontroleerde afkoeling. Door de gecontroleerde afkoeling worden ongewenste spanningen in het eindproduct voorkomen. Aan het eind van het proces wordt het afgekoelde lint tot grote platen glas versneden (6 x 3 m). Vanuit deze platen wordt het glas op maat gesneden om bijvoorbeeld in een sponning te kunnen worden geplaatst. In de meeste (moderne) woningen is tegenwoordig **isolatieglas** geplaatst. Dit wordt in de volksmond ook wel 'dubbel glas' of HR++ glas genoemd). Isolatieglas is glas waarbij twee (of meer) ruiten vlakglas in hetzelfde frame zijn geplaatst (zie [Figuur 1](#)).

¹ De term vlakglas is een Nederlandse vertaling van de het Engelse "floatglass". Vlakglas is glas dat is geproduceerd volgens het floatproces. Het betekent niet dat het eindproduct met dit glas per definitie vlak is, het kan ook gebogen of gekromd zijn in een vervolgstap.



Figuur 1 Isolatieglas (links) en diverse soorten gelaagd glas (rechts)

Gelaagd glas bestaat uit twee of meerdere platen vlakglas die met een doorzichtige kunststof tussenlaag op elkaar worden geperst (zie Figuur 1, rechts). Eventueel wordt dit geheel na verwarming in de gewenste vorm gebracht. Gelaagd glas wordt o.a. gebruikt in de voorruit van auto's en als inbraakwerend glas. Het heeft als voordeel dat bij breuk het glas grotendeels door de folie bij elkaar wordt gehouden.

Verpakkings- en tafelglas zijn niet vlakke glasproducten en wordt op een andere wijze produceert vanuit de gesmolten glasfase. Flessen, potten, lampen en drinkglazen worden gemaakt door de gesmolten glasmasa te blazen (al of niet in een vorm) of in een matrijs te persen. Dit type glas is meestal niet gehard. Een bekende uitzondering hierop zijn de populaire Duralex® glazen.

Gehard glas is vlakglas waarbij het glas een bewerking heeft ondergaan waardoor er interne spanningen in het glas aanwezig zijn. Deze inwendige spanningen zorgen ervoor dat bij breuk het glas in vele kleine stukjes uiteen breekt. Zijruiten van auto's worden vaak van gehard glas gemaakt, maar ook de ruiten in ovens en magnetrons zijn vaak van gehard glas. Door het breken in vele kleine stukjes is het veiliger voor de gebruiker of omstander. De bewerking die het glas heeft ondergaan kan zowel op basis van temperatuur als een lokale verandering van chemische samenstelling zijn.

1.2 Forensisch Glasonderzoek

Ruiten en andere glazen voorwerpen spelen regelmatig een rol in forensisch onderzoek. Veelvoorkomende delicten zijn inbraken, ram- en plofkraken, maar ook aanrijdingen of liquidaties. Het forensisch glasonderzoek kan zich, al naar gelang de vraag, richten op verschillende aspecten van het glas. In de meeste gevallen zal het vergelijkend glasonderzoek zijn. Op basis van de elementsamenstelling van glas is het ook mogelijk om een herkomstbepaling uit te voeren: is een scherp glas afkomstig van een raam (vlakglas) of van een glazen verpakking [1, 2].

2 Vergelijkend glasonderzoek

Wanneer glas breekt, ontstaan er grotere en kleinere scherven. Bij de kleinste scherven gaat het om minuscule glasdeeltjes (glassporen), die niet zichtbaar zijn met het blote oog. Een deel van deze kleine stukjes glas springt door de elasticiteit of spanning in het glas terug in de richting van de persoon die het glas breekt. [Zie bijvoorbeeld deze slow-motion video.](#)

Glassporen kunnen op of in de kleding van een persoon achterblijven. De tijd waarop deze op of in de kleding achterblijven varieert: kleding gemaakt van een grove stof, zal glassporen beter en langer vasthouden dan gladde kleding. Omslagen, naden en zakken zijn plekken waar glassporen langere tijd kunnen blijven zitten. Bij regulier gebruik zullen na verloop van tijd de glassporen uit de kleding zijn verdwenen. De tijd tussen het breken van het glas en de aanhouding van een betrokken persoon zal mede bepalen of er nog glassporen op de kleding aanwezig zijn.

Glassporen kunnen niet alleen op/in kleding of schoenen worden aangetroffen. Ook automatten, gereedschappen en hoofdhaar kunnen glassporen bevatten. In principe kunnen in/op alle voorwerpen/objecten die in de buurt zijn geweest bij de breuk van glas, glassporen worden aangetroffen. Vergelijkend glasonderzoek heeft als doel aanwijzingen te vinden of glassporen op de kleding van een verdachte, al dan niet afkomstig kunnen zijn van een bekend glazen voorwerp, het referentieglass. Dit kan een ruit, fles, autolamp of iets anders zijn.

Het vergelijkend glasonderzoek is geaccrediteerd door de Raad van Accreditatie ([RvA registratienummer L 146](#)) en als verrichting onder het kopje CFS- Microtraces & Materials op de verrichtingenlijst, zie www.rva.nl.

2.1 Veiligstellen glassporen

Kleding en schoenen (de sporendragers) die op het NFI worden aangeboden voor glasonderzoek, worden eerst visueel onderzocht. Aangetroffen glassporen worden overgebracht op zwarte gelatine folie (dactyfolie). Daarna klopt de onderzoeker de sporendrager (zie [Figuur 2](#)) uit boven een gladde, schone tafel om de kleine glassporen veilig te stellen. Het daarbij verkregen 'stofmonster' wordt vervolgens voor onderzocht met behulp van microscopie. De onderzoeker stelt per sporendrager de aangetroffen glassporen veilig en het telt totaal aantal op glas gelijkende deeltjes.



Figuur 2 Een kledingstuk wordt met behulp van een stok uitgeklopt om glassporen veilig te stellen (links). Zodoende wordt een stofmonster verkregen dat met behulp van microscopie wordt onderzocht op de aanwezigheid van glas gelijkende deeltjes (rechts).

2.2 Selectie van glassporen

Standaard worden (indien aanwezig) twintig glassporen per verdachte in onderzoek genomen. Hierbij worden glassporen gekozen waarvan wordt verwacht dat ze groot genoeg zijn om de elementsamenstelling ervan te bepalen. Dit betekent dat de glassporen groter moeten zijn dan ongeveer 0,2 mm. Soms kunnen glassporen die groot genoeg lijken in de praktijk toch ongeschikt zijn voor analyse omdat ze te dun zijn. In specifieke gevallen worden meer dan twintig glassporen onderzocht, bv. wanneer er meerdere referenties zijn aangeboden om mee te vergelijken.

2.3 Het principe

In vergelijkend glasonderzoek worden het glasspoor en het referentieglassporen achtereenvolgens onderzocht op kleur, type glas, dikte, uiterlijke bijzonderheden en elementsamenstelling. Het vermogen om glas van elkaar te onderscheiden is voor de kenmerken kleur en dikte zeer veel kleiner dan voor het kenmerk elementsamenstelling. Vergelijking van kleur en dikte is echter wel geschikt om, bij verschil, een gemeenschappelijke herkomst van het vergeleken glas uit te sluiten. Hiervoor moet de originele dikte van het glas nog te wel bepalen zijn. Als de dikte van stukken vlakglas meer dan 0,25 mm verschilt, dan wordt uitgesloten dat ze van dezelfde ruit afkomstig zijn.

Ook wordt onder ultraviolet (UV) licht nagegaan of op het glas een zogeheten floatzijde aanwezig is. Dat is de zijde die tijdens het productieproces in contact is geweest met vloeibaar tin; deze zijde fluoresceert onder UV-licht. Het referentieglassporen is meestal groot genoeg om deze kenmerken vast te leggen. De glassporen bestaan daarentegen meestal uit dermate kleine deeltjes— een fractie van een millimeter – dat de kleur, oorspronkelijke dikte en UV-fluorescentie niet zijn te bepalen. Van glassporen wordt daarom meestal alleen de elementsamenstelling bepaald. Uit de elementsamenstelling blijkt ook hoeveel glasbronnen er aanwezig zijn in de onderzochte glassporen.

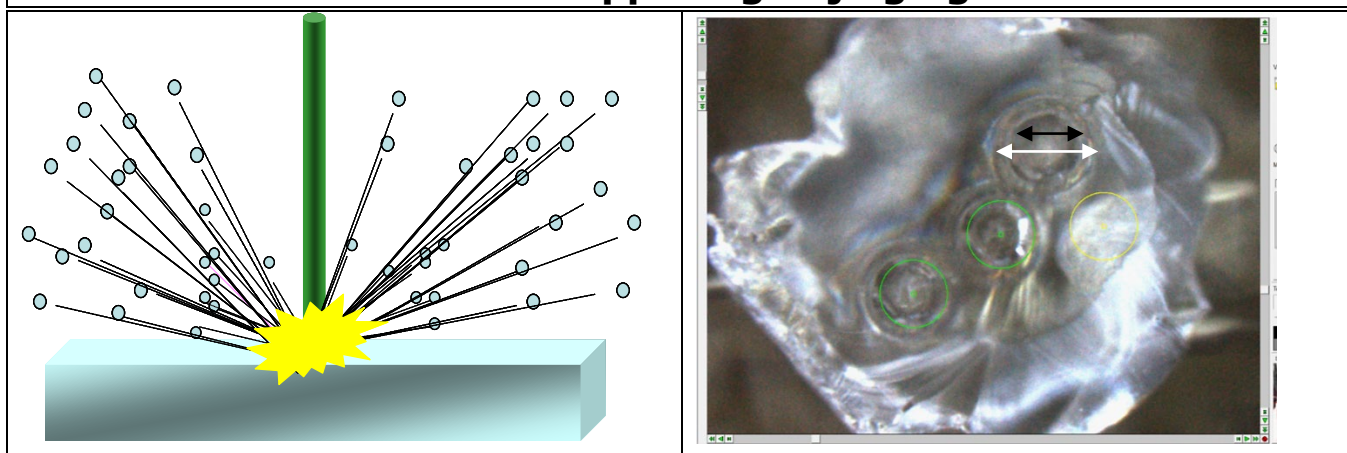
2.4 In detail: de elementsamenstelling

De elementsamenstelling is de basis voor de vergelijking tussen het referentieglassporen en het glasspoor. Zoals in de inleiding is genoemd, wordt glas gemaakt van meerdere grondstoffen waaronder zand. In deze grondstoffen zitten bepaalde elementen, zoals ijzer, nikkel, zink, enz. Afhankelijk van de gebruikte grondstoffen zal de elementsamenstelling bij de glasproductie variëren.

Onderzoek naar de elementsamenstelling kan plaatsvinden aan glassporen die minimaal ongeveer 0,2 mm groot zijn. Dit onderzoek vindt plaats met behulp van een techniek genaamd laserablatie inductief gekoppelde plasma massaspectrometrie (LA-ICP-MS). LA-ICP-MS is een techniek om de concentratie te meten van chemische elementen in allerlei (forensisch relevante) materialen zoals glas, tape, papier, verf, vezels, metalen, e.d. Het bijzondere van deze techniek is dat zeer lage concentraties van de elementen in deze materialen kunnen worden gemeten. Dergelijk lage concentraties zijn (meestal) niet van invloed op de bulk specificaties van het product. De fabrikant is zich daarom niet bewust dat ze in zijn producten aanwezig zijn.

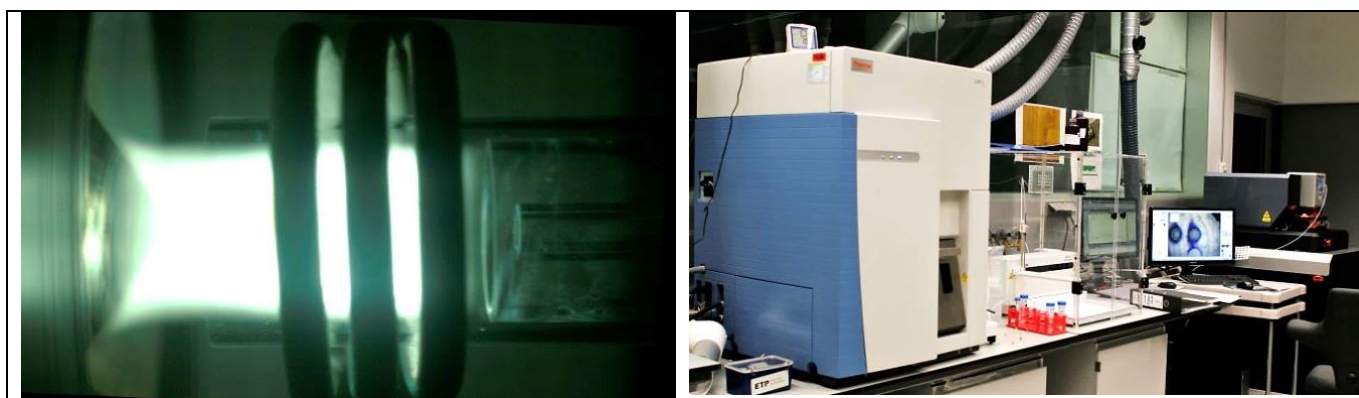
Bij LA-ICP-MS wordt het te meten glasspoor met een laser beschoten: een laserbundel wordt als een kleine spot gefocusseerd op het te onderzoeken materiaal.

Rapportagebijlage glas



Figuur 3 Schematische weergave van het proces van laser ablatie op een oppervlak (links). Glasspoor met drie laser-ablatiespots (gaatjes) van 0,06 mm (zwarte pijl). De grotere cirkels rondom de gaatjes zijn eerder uitgevoerde korte ablaties om het oppervlak schoon te maken. Deze worden ook wel pre-ablaties genoemd (witte pijl).

Door de laserbundel wordt het materiaal plaatselijk verwijderd (in [Figuur 3](#) is een schematische weergave van het ablatieproces opgenomen). De laser-ablatie wordt bij glasonderzoek een punt (spot-ablatie). Er vormt zich dan een kleine krater met een diameter van 0.04 mm tot 0.10 mm. Het materiaal dat van het oppervlak is verwijderd, vormt een wolk van deeltjes. Deze wolk van deeltjes wordt vervolgens door een gasstroom getransporteerd naar een plasma. Dit is een soort vlam, maar dan met een veel hogere temperatuur (ca. 8000 °C). Alle deeltjes in de wolk vallen volledig uiteen tot chemische elementen en worden geïoniseerd. De ionen worden vervolgens een massaspectrometer in geleid. In de massaspectrometer worden de elementen gescheiden op gewicht en geteld. Om de elementsamenstelling betrouwbaar te kunnen bepalen, worden er drie metingen op elk glasspoor uitgevoerd. In [Figuur 3](#) is een foto weergegeven van een glasspoor met daarop drie spot-ablaties.



Figuur 4 Het plasma van ca. 8000°C. Hier valt het materiaal uiteen in chemische elementen. Rechts de massaspectrometer en de overige delen van de meetopstelling.

De elementen met bijbehorende concentraties vormen uiteindelijk een chemisch profiel van dit specifieke stukje glas. In de door het NFI gebruikte methode worden de concentraties van achttien elementen in het glasspoor en in het referentieglasspoor met elkaar vergeleken [3]. Deze achttien elementen zijn zodanig gekozen dat ze maximaal onderscheid geven tussen diverse glasbronnen. De NFI-methode voor het meten van de elementsamenstelling is afgeleid van de internationaal forensische norm ASTM E2927 [4]. Strikt genomen is de LA-ICP-MS methode destructief voor het onderzoeksmateriaal: een klein beetje materiaal wordt verbruikt tijdens de analyse. Dit is echter zo weinig dat het slechts in uitzonderlijke gevallen niet meer mogelijk is om

een herhaalde meting uit te voeren. De methode wordt daarom vaak quasi non-destructief genoemd. Het veiliggestelde referentieglass is altijd groot genoeg voor meerdere metingen.

3 Interpretatie en bewijskracht

De resultaten van vergelijkend glasonderzoek kunnen worden geïnterpreteerd op twee verschillende niveaus. Op het eerste niveau, het zogeheten 'bronniveau', wordt een uitspraak gedaan over de herkomst (bron) van de aangetroffen glassporen. Op het tweede niveau wordt een uitspraak gedaan waarin niet alleen de bron van herkomst wordt beschouwd, maar ook een (of meerdere) activiteit(en) die mogelijk hebben plaatsgevonden.

3.1 Interpretatie op bronniveau

Bij het onderzoek op bronniveau worden de onderzoeksresultaten geëvalueerd onder hypothesen die betrekking hebben op de bron van het glasspoor. Standaard worden daarbij de volgende hypothesen gehanteerd:

Hypothese 1: Eén of meer van de onderzochte vlakglassporen zijn afkomstig van de gebroken ruit(en).

Hypothese 2: Alle onderzochte vlakglassporen zijn afkomstig van (een) willekeurig andere ruit(en).

De hypothesen kunnen worden opgesteld voor individuele sporendragers, of voor meerdere kledingstukken afkomstig van één verdachte.

3.1.1 Motivering van hypothesen

Hypothese 1 vloeit direct voort uit de vraag van de opdrachtgever. Hypothese 2 betreft de populatie 'willekeurig andere ruiten' en is in veel gevallen ook de meest representatieve populatie. Glassporen van een andere herkomst, bijvoorbeeld verpakings- en tafelglas, worden dus niet meegenomen bij de interpretatie van de resultaten. Hoewel er visueel geen verschil is tussen glassporen afkomstig van ruiten (vlakglas) en van verpakkingsglas, is er tussen deze beide glassoorten wel onderscheid te maken op basis van de elementsamenstelling. Het NFI gebruikt voor het vaststellen van de bewijskracht een glasdatabase van referentieglass bestaande uit glas van voertuigen en woningen/bedrijven. Voor het vaststellen van de bewijskracht worden andere glassporen dan vlakglassporen buiten beschouwing gelaten.

In de uiteindelijke conclusie wordt dan een uitspraak gedaan over hoeveel waarschijnlijker de resultaten van het onderzoek zijn onder de ene hypothese, dan onder de andere hypothese. Bij verbale uitspraken worden daarbij de waarschijnlijkheidstermen uit de desbetreffende NFI vakbijlage gebruikt. Bijvoorbeeld: De resultaten zijn 'veel waarschijnlijker' wanneer hypothese 1 waar is, dan wanneer hypothese 2 waar is.

De resultaten van het onderzoek geven meer of minder steun aan de verschillende hypothesen. Welke steun er in totaal is, dus ook in combinatie met de andere informatie in de zaak, weet alleen de rechter. Die heeft toegang tot al het bewijs en informatie, en bepaalt tot welk oordeel het verzamelde bewijs moet leiden.

3.1.2 Overlapcriterium

Als eerste stap worden de analyseresultaten van het glasspoor en het referentieglass met elkaar vergeleken. Afgeleid van de geldende ASTM-norm wordt het referentieglass in zesvoud en het glasspoor in drievoud gemeten. Het criterium dat wordt gehanteerd bij het vergelijken van de elementsamenstelling is gebaseerd op de gemiddelde concentratie van het gemeten element plusminus viermaal de standaarddeviatie van de zesvoudige meting aan het referentieglass. Op deze wijze ontstaat een bereik rondom gemiddelde concentratie. Dit bereik heet het betrouwbaarheidsinterval². Bij de vergelijking tussen glasspoor en referentieglass wordt per element gekeken of de concentratie van het betreffende element in het glasspoor valt binnen het betrouwbaarheidsinterval van datzelfde element in het referentieglass. Als dat zo is, dan voldoet dat element aan het (overlap)criterium. Valt de elementsamenstelling voor minstens 17 van de 18 gemeten elementen binnen dit criterium, dan wordt geconcludeerd dat het glasspoor niet is te onderscheiden van het referentieglass. Hierbij moet worden opgemerkt dat, mocht één van de 18 elementen in concentratie afwijken, deze afwijking verklaard moet kunnen worden. Deze methode is beschreven in [4].

3.1.3 Berekening likelihood ratio (LR)

Als vervolgstap wordt aan de hand van de gemeten elementconcentraties de likelihood-ratio (LR) berekend. Dit getal geeft de verhouding weer tussen de kans op de verkregen onderzoeksresultaten wanneer hypothese 1 waar is en de kans op de verkregen onderzoeksresultaten wanneer hypothese 2 waar is.

Als hypothese 1 waar is (zie 3.1 voor de standaardhypothesen), zal de kans op de onderzoeksresultaten onder hypothese 1 worden bepaald door de overeenkomst in samenstelling. Wanneer 17-18 elementen overeenkomen, dan zal deze kans vrijwel 1 bedragen. De door het NFI gehanteerde methode staat beschreven in referenties [5, 6].

Als hypothese 2 waar is, zal de kans op de onderzoeksresultaten onder hypothese 2 worden bepaald door zeldzaamheid van de elementsamenstelling. Hypothese 2 gaat ervan uit dat de overeenkomst tussen het glasspoor (op bijv. kleding, schoenen of werktuig van de verdachte) en het referentieglass op toeval is gebaseerd. Om deze kans op toeval in te kunnen schatten zou de achtergrond van glassporen op kleding en schoenen van verdachten bepaald moeten worden. Het LR-model van het NFI gebruikt voor dit doel een glasdatabase van referentieglass uit zaken. Dit glas bestaat uit vlakglas: glas van voertuigen en woningen/bedrijven. In specifieke gevallen waar de achtergrond van de verdachte of het delict daartoe aanleiding geeft, kan ook een aangepaste database worden gebruikt om de kans op een toevallige overeenkomst nader in te schatten.

De praktijk leert dat als aan het overlapcriterium wordt voldaan de berekende LR meestal tussen de 10.000 en 30.000 ligt. Als niet aan het overlapcriterium wordt voldaan, is de berekende LR over het algemeen veel kleiner dan 1. In de rapportage wordt een verbale waarschijnlijkheidsterm gebruikt die gekoppeld is aan een range van likelihood-ratio's. De in het glasonderzoek berekende LR vormt een ondersteuning en onderbouwing voor de keuze van deze waarschijnlijkheidsterm. LR-modellen van andere onderzoeksgroepen resulteren in LR-waarden die anders zijn, maar wel in dezelfde orde van grootte liggen [7, 8] als die worden verkregen met de NFI-methode.

² Een betrouwbaarheidsinterval met 4 maal de standaarddeviatie over het gemiddelde, bevat meer dan 99,99% van de gemeten waarden. Met andere woorden: ongeveer elke tienduizend (herhaalde) metingen is er minder dan één meting die buiten dit interval ligt.

3.1.4 Effecten op de bewijskracht

De in de vorige paragraaf beschreven LR wordt vervolgens gecorrigeerd voor het aantal aanwezige glasbronnen en, indien van toepassing, voor overeenkomsten met meerdere soorten referentieglass.

Elke aanwezige vlakglasbron draagt bij aan het vinden van een toevallige overeenkomst. Hoe groter het aantal aangetroffen glasbronnen, hoe groter dus de kans op het vinden van een toevallige overeenkomst. De berekende LR wordt daarom gedeeld door het aantal aangetroffen glasbronnen. Dit betekent een verlaging van de bewijskracht van gevonden overeenkomsten.

De bewijskracht van overeenkomsten met meerdere soorten referentieglass wordt berekend door het combineren van de afzonderlijke bewijskrachten. Referentieglass afkomstig van bijvoorbeeld een inklimraam en een toegangsdeur of referentieglass afkomstig van verschillende plaatsen delict beschouwen we als onafhankelijk van elkaar. De afzonderlijke bewijskrachten kunnen dan worden vermenigvuldigd. Voor gelaagd- of dubbelglas bestaat echter een bepaalde afhankelijkheid tussen de verschillende ruiten en de sponning. Een simpele vermenigvuldiging van de afzonderlijke bewijskrachten is dan niet mogelijk. De vermenigvuldigingsfactor die gebruikt kan worden is zeer complex om te bepalen en wordt daarom conservatief ingeschat met een factor 10. Dit leidt tot een conservatieve inschatting van de gecombineerde bewijskracht.

3.2 Interpretatie op activiteitsniveau

Het tweede niveau betreft het zogeheten 'activiteitsniveau'. Op dit niveau wordt getoetst onder hypothesen die betrekking hebben op de activiteit waarbij de glassporen zijn ontstaan. Bijvoorbeeld: heeft de verdachte de ruit ingeslagen (hypothese 1) of heeft de verdachte enkel het glas opgeruimd (hypothese 2). Op dit moment is rapportage op activiteitsniveau voor glasonderzoek nog in ontwikkeling.

Om uitspraken op activiteitsniveau te doen is meer informatie nodig dan op bronniveau. Onderzoek op het NFI aan de sporen(dragers) kan een van deel van de benodigde informatie opleveren zoals:

- Het aantal aangetroffen glassporen in het materiaal van de verdachte;
- Het aantal glassporen dat overeenkomt met een referentieglass;
- Het aantal andere glasbronnen dat wordt aangetroffen binnen de onderzochte glassporen, en hoeveel er per bron worden aangetroffen.
- De plaats van aantreffen en de grootte van de glassporen in bijvoorbeeld kleding en schoenzolen;
- De mate waarin de kleding van de verdachte glassporen kan vasthouden;

Het is echter ook nodig om andere informatie met betrekking tot het delict te ontvangen, zoals:

- Relevante informatie over de toedracht (bijv. deze wijze waarop de ruit is gebroken)
- De situatie op de plaats delict;
- Een eventuele specifieke achtergrond van de verdachte (bv. beroepsmatig in contact met glas);
- De tijd die is verstreken tussen het delict en het veiligstellen van de sporendragers;
- De met de sporendragers uitgevoerde handelingen sinds het moment van het delict.

Rapportagebijlage glas

Het belangrijkste is dat er twee (of meer) gedetailleerde scenario's zijn die elkaar uitsluiten. Wordt een aanvraag op activiteitsniveau overwogen, dan wordt sterk aangeraden om eerst contact op te nemen met de glaskundigen, eventueel via de Frontdesk van het NFI.

4 Referentieglasdatabase

Het NFI beschikt over een referentieglasdatabase waarin tot op heden enkele duizenden referentieglasmonsters op het gebied van overvallen (bijvoorbeeld op juweliers), ram- en plofkraan zijn opgenomen. Deze referentieglasmonsters zijn voor het merendeel afkomstig uit Nederland en Duitsland. Enkele monsters zijn afkomstig uit België. De referentieglasdatabase wordt voortdurend aangevuld met nieuw ingestuurd referentieglas.

Als een verdachte van een dergelijk misdrijf in beeld komt, kunnen glassporen afkomstig van de kleding en schoenen worden onderzocht. Hiervoor wordt de elementsamenstelling van de glassporen bepaald en vergeleken met die van referentieglas in de database. Op deze manier kan er een relatie worden gelegd tussen de verdachte en een bepaald delict. Naast kleding van een verdachte kunnen ook glassporen die zijn aangetroffen op gereedschap (bv. mokers, hamers) of afkomstig zijn uit auto's (bijvoorbeeld zuigfilters of automatten) onderzocht en vergeleken worden met de referentieglasdatabase.

Dit onderzoek is primair bedoeld voor de opsporing. In een later stadium, wanneer er concrete verdenkingen bestaan voor een bepaald delict, kan ook een bewijskracht voor de resultaten van het glasonderzoek worden bepaald. Dit onderzoek is nader toegelicht in politievakblad blauw [10], Forensic Science International [11] en Expertise en Recht [12].

5 Glasbreuken

Er kan ook onderzoek worden gedaan naar het breken van een ruit. Dit onderzoek kan, als er voldoende glas van de ruit aanwezig is, een uitspraak opleveren over de oorzaak van de breuk. Dit kan zowel een mechanische als thermische breuk zijn. In het geval van een mechanische breuk kan soms worden aangegeven of de ruit van buiten naar binnen is gebroken of juist andersom.

Dergelijk onderzoek kan worden gedaan wanneer er twijfels zijn of een inbraak 'echt' is of in scène is gezet. Vaak zal het dan gaan om een vraag naar de wijze waarop een ruit is vernield of van welke zijde. Of deze vraag kan worden beantwoord, hangt sterk af van het soort glas en de condities waarin de ruit is aangetroffen. Hierbij is het meestal nodig om de ruit te reconstrueren met behulp van de aangetroffen scherven.

Mechanische breuken kunnen ontstaan door:

- Plaatselijk mechanisch geweld, zoals het inslaan van een ruit.
Als eerste ontstaan radiale breuklijnen, die als een stervorm in alle richtingen vanuit de breukoorsprong naar de randen van de ruiten lopen. Daarna ontstaan er concentrische breuklijnen die als cirkels rondom de breukoorsprong heen lopen;

- Stress.

In dit geval komt er op bepaalde plaatsen in de sponning zoveel stress/spanning op de ruit dat deze

Rapportagebijlage glas

vanuit hier breekt. Dit soort breuken kan bijvoorbeeld ontstaan als een glazen deur hard wordt dichtgegooid.

Thermische breuken kunnen ontstaan door:

- Verhitting.

In dit geval start de breuk op de plaats waar zich de meeste spanning in het glas bevindt. De breuklijn plant zich van hieruit voort naar de andere zijde van de ruit, waarbij meerdere vertakkingen van de breuklijn kunnen ontstaan.

- Snelle afkoeling.

Een voorbeeld hiervan is wanneer bluswater in aanraking komt met een hete, nog intacte ruit. Hierdoor ontstaan talloze kleine breukvlakken die veel lijken op breuken in gehard glas.

Naast de hierboven beschreven breuklijnpatronen, hebben deze breuken vaak ook verschillende microkenmerken. Dit zijn bepaalde patronen op de kopse kanten van de breukvlakken.

Gehard glas zal ongeacht het soort breuk altijd in kleine blokjes uiteenvallen. Een reconstructie is daardoor nagenoeg onuitvoerbaar, tenzij de ruit in de sponning blijft zitten en een punt van inslag kan worden vastgesteld. Breuken in draadglas zijn ook vaak moeilijk te interpreteren. Daarom zijn kansrijke breukreconstructies vaak beperkt tot breuken van niet-gehard vlakglas. Als bij dit soort breuken de ruit in voldoende mate kan worden gereconstrueerd, kan er meestal uitsluitel worden gegeven over het type breuk en de vraag vanaf welke zijde de breuk is veroorzaakt.

6 Literatuurlijst

1. [B. Caddy \(red.\), Forensic Examination of Glass and Paint, Analysis and Interpretation, 2001, Taylor & Francis Forensic Science Series, CRC Press](#)
2. [J.M. Curran, T.N. Hicks and J.S. Buckleton, Forensic Interpretation of Glass Evidence, 2000, CRC Press](#)
3. [S. Berends-Montero, W. Wiarda, P. de Joode and G. van der Peijl, Forensic analysis of float glass using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry \(LA-ICP-MS\): validation of a method, J.Anal.At.Spectrom., 2006, 21, p.1185-1193](#)
4. [ASTM E2927 - 13, Standard Test Method for Determination of Trace Elements in Soda-Lime Glass Samples Using Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry for Forensic Comparisons.](#)
5. [P. Vergeer, A. van Es, A. de Jongh, I. Alberink, R. Stoel, Numerical likelihood ratios outputted by LR systems are often based on extrapolation: When to stop extrapolating?, Sci. Justice. 56 \(2016\) 482-491](#)

Rapportagebijlage glas

6. [A. van Es, W. Wiarda, M. Hordijk, I. Alberink, P. Vergeer, Implementation and assessment of a likelihood ratio approach for the evaluation of LA-ICPMS evidence in forensic glass analysis, Sci. Justice. 57\(2017\):181-192.](#)
7. [R. Corzo, T. Hoffman, P. Weis, J. Franco-Pedroso, D. Ramos, J. Almirall, The use of LA-ICP-MS databases to calculate likelihood ratios for the forensic analysis of glass evidence, Talanta, 186\(2018\):655-661](#)
8. [T. Hoffman, R. Corzo, P. Weis, E. Pollock, A. van Es, W. Wiarda, A. Stryjnik, H. Dorn, A. Heydon, E. Hoise, S. Le Franc, X. Huifang, B. Pena, T. Scholz, J. Gonzalez J. Almiral, An inter-laboratory evaluation of LA-ICP-MS analysis of glass and the use of a database for the interpretation of glass evidence, Forensic Chemistry 11\(2018\):65-76](#)
9. [R. Corzo, T. Hoffman, T. Ernst, T. Trejos, T. Berman, S. Coulson, P. Weis, A. Stryjnik, H. Dorn, E. Pollock, M. Workman, P. Jones, B. Nytes, T. Scholz, H. Xie, K. Igowsky, R. Nelson, K. Gates, J. Gonzalez, L. Voss, J. Almirall, An interlaboratory study evaluating the interpretation of forensic glass evidence using refractive index measurements and elemental composition, Forensic Chemistry 22\(2021\):100307](#)
10. [J. Kurpershoek, Splintertjes bewijs, glasdatabank ram- en plofkraken, Politieblad Blauw 28 mei 2016 – nr. 5 I](#)
11. [P.D. Zoon, ME Janssen, Crystal clear connections - database matching unknown glass fragments to reference glass from ATM explosions –, Forensic Science International, 2024, 112049,](#)
12. [P.D. Zoon, M.H.E. Janssen, Glasheldere verbanden , E&R 2024, nr. 4, p. 145](#)