



Vakbijlage

Schotrestenonderzoek

Inhoud

De vakbijlage algemeen	2
1. Inleiding	2
1.1. Wat zijn schotresten?	2
1.2. Het vrijkomen en de verdere overdracht van schotresten	3
2. Onderzoeksmogelijkheden	3
2.1. Onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten	3
2.2. Vergelijken van schotresten	4
2.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek	4
2.4. Scenariotoetsing	4
3. Onderzoeksmethoden	4
3.1. Bemonstering	4
3.2. SEM/EDX analyse van deeltjes	5
3.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek	5
4. Interpretatie	6
4.1. Bayesiaans rapporteren	6
4.2. Onderzoek aanwezigheid schotresten	6
4.3. Vergelijkend schotrestenonderzoek	9
4.3.1. Hypothesen	9
4.3.2. Factoren bij interpretatie	9
4.3.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek	11
5. Kwaliteit	12
6. Verklarende woordenlijst	13

De vakbijlage algemeen

Het Nederlands Forensisch Instituut (NFI) verricht een groot aantal typen onderzoeken. Een verzonden onderzoeksrapport van het NFI kan vergezeld gaan van een vakbijlage. Deze dient als (extra) toelichting op of als achtergrondinformatie bij uitgevoerd zaakonderzoek en heeft een informatief karakter. Cursief weergegeven woorden zijn opgenomen in de verklarende woordenlijst in hoofdstuk 6.

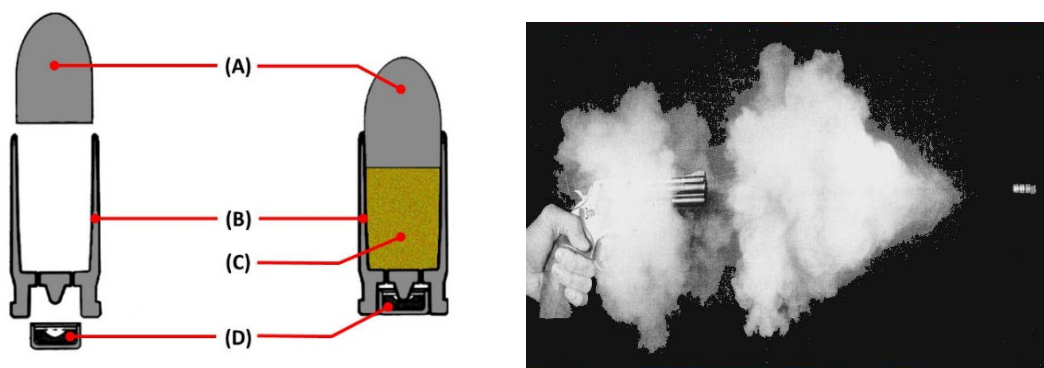
1. Inleiding

Het onderzoeksgebied schotresten¹ van het NFI doet onderzoek naar aanleiding van schietincidenten. Deze onderzoeken richten zich op de aanwezigheid en het vergelijken van schotresten die niet met het blote oog zichtbaar zijn en het onderzoek aan schotbeschadigingen in kleding en andere objecten. Deze onderzoeken worden gebruikt om een bijdrage te leveren aan de reconstructie van schietincidenten.

1.1. Wat zijn schotresten?

Bij het verschieten van een patroon met een vuurwapen komen verschillende materialen vrij in de vorm van residuen en deeltjes. In Figuur 1 is een patroon schematisch weergegeven. Wanneer de trekker van een vuurwapen² wordt overgehaald, slaat de slagpin van het vuurwapen tegen het slaghoedje van de patroon. Door deze tik op het slaghoedje ontbrandt de *slagsas*, dat vervolgens zorgt voor de ontbranding van het kruit. Gedurende dit proces worden bij hoge druk en temperatuur anorganische deeltjes gevormd. Materiaal afkomstig van de *slagsas* zal het meeste bijdragen aan de gevormde deeltjes. Ook materiaal van de huls, het projectiel en de loop kunnen bijdragen. Deze anorganische deeltjes en kruitresten (organische deeltjes) verlaten het vuurwapen via de loop en andere openingen.

De anorganische deeltjes worden gekenmerkt door een combinatie van 1) elementsamenstellingen die passen bij materialen gebruikt in *slagsas* en 2) een uiterlijke verschijning (morfologie) die past bij de wijze waarop schotresten gevormd worden³. Deze kenmerken worden gebruikt om de deeltjes te onderscheiden van deeltjes die niet afkomstig zijn van *schietprocessen*. Het NFI gebruikt vaste criteria gebaseerd op de internationaal erkende ASTM-norm⁴ voor het categoriseren van deeltjes. Het classificatieschema is terug te vinden in Tabel 2 in hoofdstuk Interpretatie.



Figuur 1 - De belangrijkste onderdelen (figuur links) van een patroon die bijdragen aan de vorming van schotresten: (A) de kogel, (B) de huls, (C) het kruit en (D) het slaghoedje met de *slagsas*. Foto rechts: het vrijkomen van schotresten bij het afvuren van een patroon met een vuurwapen (revolver).

- ¹ Het onderzoeksgebied schotresten is onderdeel van het team microsporen en materialen in de divisie chemische en fysische sporen.
- ² Hetzelfde proces kan ook uitgevoerd worden met een (omgebouwd) gasalarmpistool. Als hiermee een patroon met *slagsas* wordt verschoten zullen hierbij schotresten gevormd worden.
- ³ De snelle afkoeling van de gassen en vloeistoffen die vrijkomen bij een schot zorgt ervoor dat het zeer onwaarschijnlijk is dat er zichtbaar kristallijne structuren gevormd worden. Kristallijne structuren kenmerken zich normaal gesproken door regelmatige, veelhoekige, symmetrische vormen en gladde vlakken.
- ⁴ ASTM E1588: Standard Practice for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectrometry.

1.2. Het vrijkomen en de verdere overdracht van schotresten

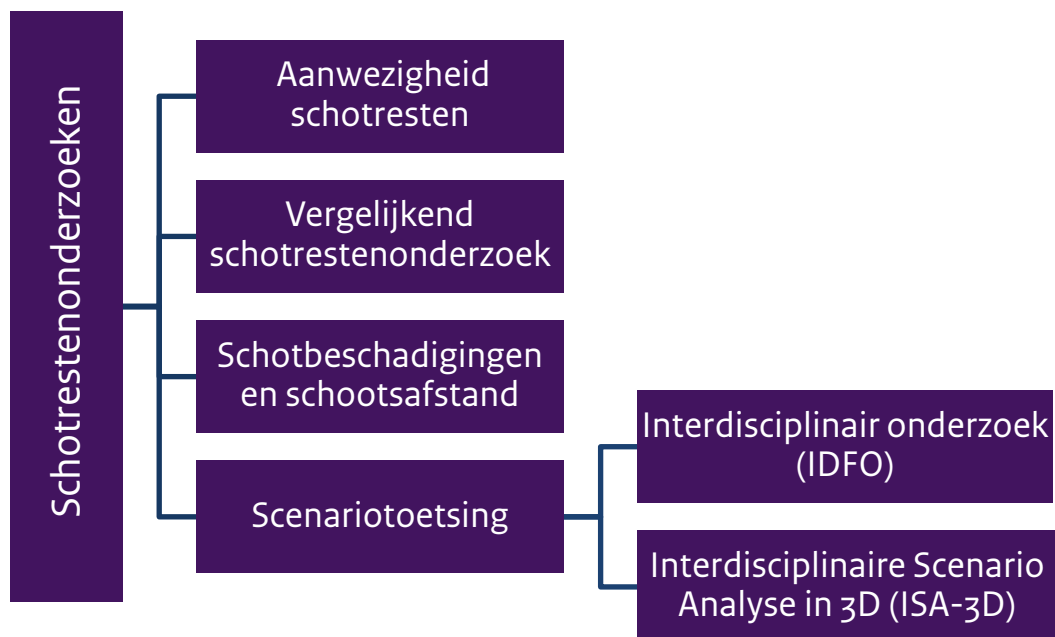
Bij het *schietproces* worden schotresten via alle openingen in het vuurwapen naar buiten geblazen. Een groot deel hiervan verlaat het wapen via de loop, maar dit gebeurt ook via andere openingen zoals de hulsuitwerper. De deeltjes kunnen vervolgens in de directe omgeving terechtkomen op lichaamsdelen, kledingstukken en andere voorwerpen. In dat geval is er sprake van *primaire overdracht*.

Bij fysiek contact met een persoon of voorwerp waar schotresten op aanwezig zijn, kunnen deeltjes overgedragen worden. In dit geval wordt er gesproken van *secundaire overdracht*. Dit betekent dat het aantreffen van schotrestdeeltjes op een bemonstering het gevolg kan zijn van verschillende processen. Dit varieert van het verschieten van een patroon of het schudden van de hand van een schutter tot aanhouding door de politie.

Deeltjes op handen van personen gaan vrij snel verloren omdat handen gedurende een dag veel gebruikt worden. Na zes uur is de kans dat deeltjes worden aangetroffen op handen van betrokken dusdanig afgenomen dat onderzoek wordt afgeraden. In deze gevallen wordt aangeraden om kleding of andere objecten te laten onderzoeken.

2. Onderzoeksmogelijkheden

Het NFI heeft verschillende mogelijkheden voor schotrestenonderzoeken, van onderzoeken die met weinig tot geen achtergrondinformatie uitgevoerd kunnen worden tot het toetsen van scenario's, zie Figuur 2 en de website [MijnNFI](#).



Figuur 2 – Onderzoeksmogelijkheden

2.1. Onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten

Het onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten wordt ingezet als startpunt voor het koppelen van personen of objecten aan schietincidenten. Het is een onderzoek op bronniveau. Zie hoofdstuk 4 voor meer informatie over de voorbeelden van hoe schotresten op bemonsteringen terecht kunnen komen. Bemonsteringen voor dit type onderzoek worden uitgevoerd met *stubs* uit een onderzoeksset schiethanden. Het NFI biedt een spoedvariant van het onderzoek aan bemonsteringen van handen en mouwen aan. Bij spoed wordt gebruik gemaakt van een minder gevoelige meetmethode met een aangepast classificatieschema en verkorte rapportage. Hierdoor heeft deze variant een kortere levertijd maar worden in metingen minder deeltjes gedetecteerd. De resultaten van het spoedonderzoek zijn niet geschikt voor een vergelijkend schotrestenonderzoek. Omdat het onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten op *stubs* niet destructief is, is het altijd mogelijk aanvullende onderzoeken uit te voeren zoals een vergelijkend schotrestenonderzoek.

2.2. Vergelijken van schotresten

Indien er verzamelingen deeltjes worden aangetroffen met kenmerken van schotresten én er voldoende relevante deeltjes aanwezig zijn, kunnen verschillende bemonsteringen met elkaar vergeleken worden. Zo kan bijvoorbeeld de bemonstering van de handen van een verdachte vergeleken worden met een bemonstering van een verschoten huls of een beschadiging in de kleding van het slachtoffer. Vuurwapens en verschoten hulzen zijn door de grote hoeveelheden aanwezige schotresten vrijwel altijd geschikt voor een vergelijking.

2.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek

De kleding van slachtoffers kan aangeboden worden voor onderzoek aan (schot)beschadigingen en voor schootsafstandbepalingen. Dit onderzoek wordt gebruikt om vast te stellen of beschadigingen in kleding veroorzaakt zijn door een verschoten kogel en of er sprake is van een in- of uitschotbeschadiging. De mogelijke inschotbeschadigingen kunnen verder onderzocht worden om de schootsafstand te bepalen. Behalve kleding van slachtoffers kunnen ook de huiddelen en *schotrestenfolies* afkomstig van een sectie worden ingezet voor het schootsafstandenonderzoek. Ook foliebemonsteringen die zijn afgenomen op de plaats delict, bijvoorbeeld van een schotbeschadiging in een muur of voertuig, kunnen onderzocht worden om de schootsafstand te bepalen. Bemonsteringen met *schotrestenfolies* zijn in principe niet geschikt voor onderzoeken naar de aanwezigheid van schotresten en vergelijkende schotrestenonderzoeken.

2.4. Scenariotoetsing

Het NFI biedt verschillende opties voor de reconstructie van schietincidenten, waarbij verschillende onderzoeken en onderzoeksgebieden gecombineerd kunnen worden. Voor de meeste reconstructies wordt er nauw samengewerkt met andere NFI onderzoeksgebieden zoals wapens en munitie en forensische pathologie. In samenwerking met het Expertteam Visualisatie en Reconstructie (ETVR) van de politie en forensische radiologie is het mogelijk een Interdisciplinaire Scenario Analyse in 3D (ISA-3D) uit te voeren. Bij ISA-3D onderzoeken worden (eerdere) forensische onderzoeken gecombineerd om scenario's op activiteitsniveau te beschouwen en hierover te rapporteren. Omdat de mogelijkheden voor scenariotoetsing per zaak verschillen en ook in de loop van een zaak kunnen veranderen, wordt aangeraden om contact op te nemen met het onderzoeksgebied schotresten (070-8886480 of schotresten@nfi.nl). Daarnaast is het mogelijk om een Forensisch Intake (FIT) gesprek te organiseren.

3. Onderzoeksmethoden

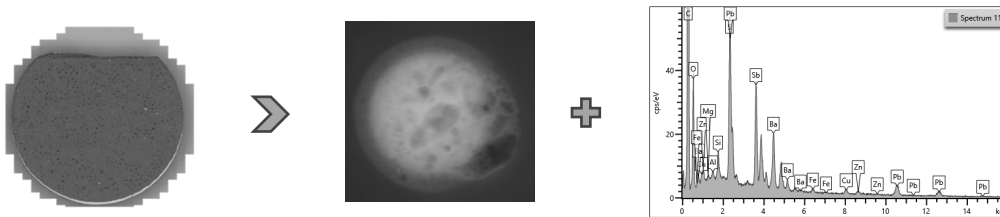
3.1. Bemonstering

Voor schotrestenonderzoek wordt gebruik gemaakt van twee bemonsteringsmethoden: *stubs* en *schotrestenfolies*. De te gebruiken bemonsteringsmethode is afhankelijk van het uit te voeren onderzoek. Voor het onderzoek naar de aanwezigheid en/of het vergelijken van schotresten wordt gebruik gemaakt van *stubs* afkomstig uit een onderzoekset schiethanden. Met een *stub* worden grote aantallen deeltjes veiliggesteld die individueel onderzocht kunnen worden met SEM/EDX (paragraaf 3.2). Met *stubbemonsteringen* is het niet mogelijk om de spreiding van de sporen te bepalen.

De spreiding van schotrestensporen kan wél onderzocht worden door een vermoedelijke schotbeschadiging met een *schotrestenfolie* te bemonsteren. Daarom worden deze folies ingezet voor onderzoeken naar de schootsafstand. Een *schotrestenfolie* is een transparante folie met aan één zijde een kleeflaag. Om te waarborgen dat de gebruikte *schotrestenfolies* geschikt zijn voor het maken van *verkleuringsbeelden* bij het schootsafstandenonderzoek, worden deze geleverd door het onderzoeksgebied schotresten. Indien een schotbeschadiging ook betrokken moet worden in een vergelijkend schotrestenonderzoek, worden beide bemonsteringsmethoden toegepast. Hierbij wordt eerst bemonsterd met een *stub*, direct rond de beschadiging, waarna de bemonstering met de *schotrestenfolie* wordt uitgevoerd. Bij twijfel op plaats delict over de juiste bemonsteringsmethode kan altijd contact opgenomen worden met het NFI.

3.2. SEM/EDX analyse van deeltjes

Voor onderzoeken naar de aanwezigheid (en het vergelijken) van schotresten worden *stubs* onderzocht door middel van scanning elektronenmicroscopie in combinatie met energie-dispersieve röntgen-spectrometrie (SEM/EDX), zie Figuur 3. Met de elektronenmicroscopie is het mogelijk om op bemonsteringen te zoeken naar kleine relevante deeltjes (microsporen) zoals schotresten. Met de techniek kan zowel de vorm (morfologie) als de elementsamenstelling van deze deeltjes bepaald worden. Hiermee kunnen schotrestendeeltjes onderscheiden worden van andere microsporen. De elektronenmicroscopie analyseert een oppervlak door hier elektronen op af te vuren. De teruggekaatste elektronen geven informatie over de afmeting, vorm en locatie van een deeltje. De hoeveelheid elektronen die terugkaatsen geven een indicatie van de elementsamenstelling van een deeltje. Op basis hiervan wordt automatisch een selectie gemaakt van deeltjes die in aanmerking voor schotresten komen. Van deze kandidaat schotrestdeeltjes wordt een spectrum opgenomen van de opgewekte röntgen-straling. Aan de hand van dit spectrum wordt de elementsamenstelling van een deeltje bepaald.



Figuur 3 - De automatische SEM/EDX analyse bestaat uit twee fasen. (1) de deeltjes op een oppervlak (*stub*) worden in kaart gebracht. (2) van kandidaat schotrestdeeltjes wordt per deeltje de elementsamenstelling bepaald aan de hand van het röntgenspectrum. Na de automatische analyse worden ook de vorm en afmetingen (steekproefsgewijs) onderzocht.

Op de meeste onderzochte bemonsteringen zijn veel deeltjes aanwezig die niet relevant zijn voor schotresten. Op sommige bemonsteringen zijn echter extreem grote aantallen deeltjes aanwezig, waarvan de meerderheid bijvoorbeeld zouten, stof, vezels en zand zijn. Binnen de vooraf gestelde tijdslimiet (10 uur per *stub*) wordt dan een beperkt deel van de gehele bemonstering onderzocht. Als het nodig is om een groter deel van de bemonstering te onderzoeken moeten de selectiecriteria van de analyse aangepast worden. Er wordt dan gebruik gemaakt van instellingen die resulteren in een lagere gevoeligheid van de automatische analyse. Ook bij een spoedonderzoek wordt gebruik gemaakt van deze automatische analyse met lagere gevoeligheid.

3.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek

Visueel onderzoek

Bij het onderzoek aan schotbeschadigingen en -verwondingen vindt onderzoek plaats aan kledingstukken van slachtoffers, schotverwondingen of *schotrestenfolies*. Ook foto's van beschadigingen en verwondingen kunnen worden betrokken in het onderzoek. Een te onderzoeken kledingstuk of object wordt na ontvangst visueel onderzocht. Hierbij worden de relevante beschadigingen in kaart gebracht om deze beschadigingen vervolgens één voor één met behulp van een operatiemicroscopie nader te onderzoeken. Bij dit beschadigingenonderzoek worden de vorm en afmetingen van de beschadiging en het omliggende sporenbeeld onderzocht. Er wordt gezocht naar sporen afkomstig van *schietprocessen* (*vuilzoom*, *beroeting*, *nitrocellulosekruitdeeltjes*) maar ook wordt de stand van vezels en de aanwezigheid van bloed en weefselresten beoordeeld. Deeltjes die visueel lijken op *nitrocellulosekruitdeeltjes* worden veiliggesteld voor onderzoek met Fourier-Transform Infrarood-spectroscopie (FT-IR) om de aanwezigheid van nitrocellulose aan te tonen. Bij alle beschadigingen worden ook microchemische testreacties uitgevoerd die de aanwezigheid van koper en lood kunnen aantonen.

Kleurmethoden

Na het visuele onderzoek worden *verkleuringsbeelden* van de (mogelijke) inschotbeschadigingen gemaakt. Voor een *schotrestenfolie* geldt dat voorafgaand aan het visuele onderzoek eerst een *verkleuringsbeeld* wordt gemaakt. Afhankelijk van het type munitie dat is gebruikt tijdens het schietincident worden één of meerdere kleurmethoden gebruikt. Het type munitie wordt bepaald aan de hand van referentiemateriaal (bijvoorbeeld hulzen) of microchemische testreacties. De drie kleurmethoden die bij het NFI worden toegepast zijn (1) de natriumrhodizonaatmethode, (2) de DTO-methode en (3) de zinconmethode, zie Tabel 1. De *verkleuringsbeelden* worden visueel en eventueel microscopisch onderzocht op de aanwezigheid van verkleuringen. De vorm, het aantal, de locaties en de afmetingen van verkleuringen worden hierbij vastgelegd.

Tabel 1 - Methoden voor het vervaardigen van verkleuringsbeelden en bijbehorende elementen.

Kleurmethode	Elementen
Natriumrhodizonaat	Lood
Dithiooxamide (DTO)	Koper
Zincon	Koper, titaan, zink

4. Interpretatie

In dit hoofdstuk wordt de wijze van rapporteren van schotrestenonderzoeken bij het NFI verder toegelicht. Vervolgens komen aspecten die van belang zijn voor de interpretatie van de onderzoeksresultaten aan bod.

4.1. Bayesiaans rapporteren

Bij forensisch onderzoek is het vaak niet mogelijk een vraag te beantwoorden met een volmondig ja of nee, omdat er een bepaalde mate van onzekerheid over de conclusie is. Bij het NFI wordt daarom waar mogelijk gebruik gemaakt van het Bayesiaans rapporteren, wat in de praktijk betekent dat resultaten worden beschouwd aan de hand van sets hypothesen. Bij de beschouwing hiervan wordt geëvalueerd in hoeverre de resultaten bij elk van de twee hypothesen passen. Vervolgens worden deze beschouwingen tegen elkaar afgezet en volgt een conclusie over de waarschijnlijkheid van de bevindingen in het licht van twee hypothesen. Ook bij het schotrestenonderzoek wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deze manier van rapporteren. Hierbij worden verbale waarschijnlijkheidstermen toegepast. Zie voor meer informatie de vakbijlage 'De reeks waarschijnlijkheidstermen van het NFI en het Bayesiaanse model voor interpretatie van bewijs'.

4.2. Onderzoek aanwezigheid schotresten

Classificatie van deeltjes

Zoals eerder vermeld worden voor het onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten *stubs* onderzocht met behulp van SEM/EDX. De aangetroffen deeltjes worden ingedeeld op basis van de elementsamenstelling, waarbij de door het NFI gehanteerde categorieën gebaseerd zijn op de ASTM norm. In tabel 2 zijn de elementsamenstellingen en door het NFI gehanteerde categorieën weergegeven.

Tabel 2 – Classificatieschema van categorie A en B deeltjes

Categorie A deeltjes ^{a)} : deeltjes die karakteristiek zijn voor schotresten	Categorie B deeltjes ^{a)} : deeltjes die in aanmerking komen voor schotresten	
PbBaSb GdZnTi ^{b)}	BaCaSi BaSb PbSb BaAl PbBa	Pb Sb Ba ZnTi Sr
<p>^{a)} Verklaring symbolen elementen: lood (Pb), barium (Ba), antimoon (Sb), gadolinium (Gd), zink (Zn), titanium (Ti), calcium (Ca), silicium (Si), aluminium (Al) en strontium (Sr). Naast de genoemde elementen kunnen deeltjes ook nog andere elementen bevatten.</p> <p>^{b)} Deze deeltjes zijn afkomstig van gemarkeerde munitie. Dit is munitie waaraan een kenmerkend element (in dit geval Gd) is toegevoegd als marker. De Nederlandse politie maakt gebruik van gemarkeerde munitie, zie ook de sectie Gemarkeerde munitie verderop in dit hoofdstuk. Bij het verschieten van dit type munitie worden geen PbBaSb deeltjes gevormd.</p>		

Categorie A. Deeltjes in deze categorie hebben een elementsamenstelling en morfologie die karakteristiek zijn voor schotresten. Deeltjes die binnen deze categorie vallen hebben een uiterlijke verschijning (morfologie) die past bij de wijze waarop schotresten gevormd worden. In combinatie met de elementsamenstelling zijn er voor deze deeltjes tot op heden geen andere bronnen van herkomst bekend dan een *schietproces*. Categorie A deeltjes worden vrijwel nooit aangetroffen bij personen die, voor zover bekend, niets met een *schietproces* te maken hebben.

Categorie B. Deeltjes in deze categorie komen op basis van hun elementsamenstelling en morfologie in aanmerking voor schotresten. Van deze deeltjes zijn echter ook andere bronnen van herkomst bekend. De hoeveelheid andere bronnen van herkomst en de frequentie hiervan varieert per type deeltje. Categorie B deeltjes worden op vrijwel alle bemonsteringen aangetroffen. Voorbeelden zijn het toevoegen van lood bij de productie van metaallegeringen om deze makkelijker te kunnen bewerken, het gebruik van bariumzouten in de chemische industrie en het produceren van pigmenten en kleurstoffen. Ook antimoon wordt in veel legeringen toegepast omdat het de eigenschappen van het eindproduct verandert (verhard) en wordt daarom teruggevonden in allerlei objecten. De bewijskracht van deze deeltjes is daarom veel lager dan die van categorie A deeltjes en varieert afhankelijk van het type categorie B deeltje. Vanwege de vele mogelijke alternatieve bronnen worden deeltjes met elementsamenstellingen Pb, Sb, Ba, ZnTi en Sr niet standaard gerapporteerd.

Voor de interpretatie worden verschillende kenmerken van de verzamelingen deeltjes meegenomen zoals de elementsamenstellingen van de deeltjes, de aantallen deeltjes en kennis van eventuele alternatieve bronnen van herkomst. Omdat categorie A deeltjes een veel grotere bewijskracht vertegenwoordigen dan categorie B deeltjes hebben deze ook een grotere invloed op de conclusie.

Interpretatie van onderzoeksresultaten

Voor het onderzoek naar de aanwezigheid van schotresten wordt gebruik gemaakt van hypothesen gebaseerd op de volgende standaardformulering:

Hypothese 1: Op de bemonsteringen zijn schotresten aanwezig.

Hypothese 2: Op de bemonsteringen zijn géén schotresten aanwezig.

De reden hiervoor is dat op basis van alleen het onderzoek aan een bemonstering nog geen uitspraak kan worden gedaan over hoe de deeltjes op een bemonstering terecht zijn gekomen. Om die vraag te kunnen beantwoorden is in het algemeen informatie nodig die meestal (nog) niet beschikbaar is in een zaak. Er zijn voor het wel of niet aantreffen van schotresten namelijk verschillende verklaringen, waarvan de meest voorkomende redenen hieronder worden aangegeven:

Op de bemonsteringen zijn schotresten aanwezig

- De persoon heeft met een vuurwapen geschoten.
- De persoon of het object is tijdens of kort na het schot in de directe nabijheid van de schutter/plek van het schot geweest.
- De persoon of het object is fysiek in contact geweest met een tweede persoon of een object waar schotresten op aanwezig waren, waarbij een deel van de schotresten is overgedragen naar eerstgenoemde (*secundaire overdracht*).

Op de bemonsteringen zijn géén schotresten aanwezig

- De persoon is op geen enkele wijze betrokken bij een schietincident.
- Op de handen en kleding van de persoon zijn geen schotresten terecht gekomen. Dit kan komen doordat er (vrijwel) geen deeltjes zijn vrijgekomen bij het schot, maar ook door andere omstandigheden zoals de weersinvloeden of het dragen van handschoenen.
- De deeltjes die zijn vrijgekomen bij het schot kunnen niet worden aangetoond met de toegepaste onderzoeksmethode of zijn niet veiliggesteld met de bemonstering.
- De schotresten zijn voordat de bemonstering plaats heeft gevonden verloren gegaan door bepaalde handelingen. Voorbeelden hiervan zijn het wassen van handen of deze ergens langs vegen, het wassen van kleding, of het schoonmaken van een object.

Om wél onderscheid tussen (combinaties van) deze mogelijke verklaringen te maken, zijn er mogelijkheden voor het toetsen van scenario's. De mogelijkheden zullen verschillen per schietincident en de betwiste handelingen. In elke fase van een zaak kan contact met het NFI worden opgenomen om de mogelijkheden te verkennen.

Politiemunitie

Zoals in Tabel 2 vermeld, wordt door de Nederlandse politie gebruik gemaakt van *gemarkeerde munitie*. Aan deze munitie is het element gadolinium toegevoegd. Bij het verschieten van deze munitie worden gemarkeerde deeltjes met de elementsamenstelling GdZnTi gevormd. Er worden geen deeltjes gevormd met elementsamenstelling PbBaSb. Deze gemarkeerde deeltjes zijn op basis van deze elementsamenstelling te onderscheiden van karakteristieke PbBaSb deeltjes die veelvuldig voorkomen in het zaakonderzoek. Gemarkeerde deeltjes worden met enige regelmaat aangetroffen bij schotrestenonderzoeken van het NFI. Indien er bij een incident geen politiemunitie verschoten is, is dit het gevolg van *secundaire overdracht*. In Situatie I en II hieronder wordt verder uitgelegd hoe wordt omgegaan met het aantreffen van gemarkeerde deeltjes in zaakonderzoeken.

Situatie I. – Er worden enkele gemarkeerde deeltjes aangetroffen

Tijdens het zaakonderzoek worden enkele gemarkeerde deeltjes aangetroffen. Dit is het geval voor het grootste gedeelte van de onderzoeken waarin gemarkeerde deeltjes worden aangetroffen. Het aantreffen van enkele deeltjes kan het gevolg van veel verschillende secundaire overdrachtsmechanismen zijn. Bijvoorbeeld overdracht vanaf de handen of kleding van de politie bij de aanhouding. Vanwege de vele verschillende mogelijkheden en de beperkte aantallen is een verdere beschouwing van hoe deze deeltjes op een bemonstering terecht zijn gekomen meestal niet mogelijk. Als het gebruik van politiemunitie niet relevant voor het schietincident is worden de gemarkeerde deeltjes

buiten beschouwing gelaten en wordt in het rapport géén nadere toelichting gegeven. Dit kan omdat de reguliere politie alleen maar gebruik maakt van gemarkeerde munitie en daarom geen bron van overige schotrestendeeltjes is.

Situatie II. – Er worden relatief veel gemarkeerde deeltjes aangetroffen

Er zijn twee terugkerende situaties in het zaakonderzoek bij het NFI waarbij *secundaire overdracht* van *gemarkeerde munitie* plaatsvindt die de aanwezigheid van meer dan enkele gemarkeerde deeltjes kan verklaren:

Situatie IIa - Verdachte(n) worden aangehouden door een arrestatieteam:

De betrokkenheid van een arrestatieteam (AT) bij de aanhouding van verdachten kan de aanwezigheid van grotere aantallen gemarkeerde deeltjes verklaren. Deeltjes die vrijkomen bij het lossen van schoten tijdens (trainings)activiteiten komen op de kleding of de wapens van de AT-leden terecht. Naast *gemarkeerde munitie* maken AT-leden ook gebruik van loodhoudende munitie bij deze (trainings)activiteiten. Deze deeltjes kunnen vervolgens door *secundaire overdracht* tijdens een aanhouding overgedragen worden op de handen of kleding van een verdachte.

Dit betekent dat als AT-leden betrokken zijn geweest bij de aanhouding van een verdachte, de kans groter is dat ook (een deel van) de niet-gemarkeerde deeltjes worden overgedragen op de handen of kleding van de verdachte. Er moet daarom rekening gehouden worden dat alle aanwezige deeltjes, waaronder de karakteristieke PbBaSb deeltjes, van de AT-leden afkomstig kunnen zijn. Betrokkenheid van arrestatieteams komt regelmatig voor in het zaakonderzoek bij het NFI. Als op basis van de onderzoeksresultaten betrokkenheid van een AT wordt vermoed en bij het NFI niet bekend is of hier sprake van is wordt dit nagevraagd bij de aanvrager of de opdrachtgever. Dit geldt ook voor situatie IIb.

Situatie IIb - Verdachte(n) worden aangehouden door agenten na hanteren van het dienstwapen, zonder betrokkenheid arrestatieteam:

Zodra een vuurwapen wordt aangeraakt kunnen schotresten overgedragen worden. Dit betekent dat direct na hanteren van een *dienstwapen* er (grote aantallen) gemarkeerde deeltjes op de handen van een agent aanwezig zijn. Deze deeltjes kunnen vervolgens verder overgedragen worden als de handen in aanraking met een persoon of object komen, bijvoorbeeld tijdens de aanhouding van een verdachte. Net als bij een aanhouding door een arrestatieteam kan dit ook de aanwezigheid van meer dan enkele gemarkeerde deeltjes verklaren. Agenten maken alleen gebruik van het *dienstwapen* en de bijbehorende *gemarkeerde munitie*. De kans op *secundaire overdracht* voor niet-gemarkeerde deeltjes is in dit geval laag, net zoals in Situatie I hierboven.

4.3. Vergelijkend schotrestenonderzoek

4.3.1. Hypothesen

Bij een vergelijkend schotrestenonderzoek worden de kenmerken van verzamelingen deeltjes die zijn aangetroffen op bemonsteringen met elkaar vergeleken. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van varianten op de volgende standaardhypothesen:

Hypothese 1: De deeltjes die zijn aangetroffen op bemonstering X zijn afkomstig uit huls Y.

Hypothese 2: De deeltjes die zijn aangetroffen op bemonstering X zijn afkomstig uit één of meerdere willekeurige andere hulzen.

Hypothese 1: De deeltjes die zijn aangetroffen op de bemonsteringen van de handen van beide verdachten zijn afkomstig van hetzelfde schietproces.

Hypothese 2: De deeltjes die zijn aangetroffen op de bemonsteringen van de handen van beide verdachten zijn afkomstig van verschillende schietprocessen.

4.3.2. Factoren bij interpretatie

Er zijn vier terugkerende factoren bij het vergelijkend onderzoek die een grote invloed op de vergelijking en de bijbehorende bewijskracht hebben: het aantal aangetroffen deeltjes, de zeldzaamheid van de aangetroffen deeltjes, de locatie van de bemonstering en het memory-effect.

Aantal aangetroffen deeltjes

De eerste factor is het totaal aantal deeltjes binnen een verzameling. Een klein aantal deeltjes op een bemonstering hoeft geen representatief beeld weer te geven van de totale verzameling schotresten die vrijgekomen is bij het lossen van een schot. Vaak leidt een kleine verzameling tot een lage bewijskracht. Indien er te lage aantallen deeltjes aanwezig zijn om een representatieve inschatting te maken van een verzameling wordt gerapporteerd dat de vergelijking niet mogelijk is.

De schotrestenonderzoeken bij verdachte personen en objecten zijn erop gericht om zo gevoelig mogelijk te bemonsteren en meten, omdat er vaak beperkte aantallen schotrestendeeltjes aanwezig zijn. Voor vergelijkende schotrestenonderzoeken worden ook bemonsteringen onderzocht waarbij zeer veel schotrestendeeltjes worden aangetroffen. De vraag of er schotresten aanwezig zijn is daarom minder of niet van belang. Dit is het geval bij bemonsteringen van hulzen en de (loop van) vuurwapens. Ook bij sommige bemonsteringen van schotbeschadigingen is hier sprake van. Dit soort bemonsteringen worden onderzocht tot er voldoende kenmerken zijn aangetroffen voor een representatief beeld. Hierbij hoeft meestal maar een klein deel van de totale bemonstering onderzocht te worden. Omdat deze bemonsteringen alleen onderzocht worden om de voor schotrestenvergelijkingen relevante kenmerken te bepalen en vervolgens te vergelijken worden in het rapport geen deeltjes aantallen vermeld.

Zeldzaamheid van de aangetroffen deeltjes

De tweede factor die van invloed is op de bewijskracht is de zeldzaamheid van de elementsamenstellingen van de aangetroffen deeltjes. In munitie worden verschillende materialen toegepast. Hierdoor kunnen bij het verschieten van munitie verzamelingen schotresten met verschillende kenmerken gevormd worden. Op basis van deze verschillen in kenmerken kan munitie worden ingedeeld in groepen. Een groep bestaat uit munitie die bij het verschieten schotresten met dezelfde kenmerken produceren. De frequentie waarmee dergelijke groepen in zaakonderzoeken worden aangetroffen is een indicatie voor de zeldzaamheid en daarmee mede bepalend voor de uiteindelijke bewijskracht. Binnen een groep is het niet mogelijk om een onderscheid tussen verschillende leden (bijvoorbeeld een set soortgelijke hulzen) te maken.

Locatie van bemonstering

De derde factor die invloed op de te verwachten kenmerken van de verzamelingen heeft is de bemonstering zelf. Hiermee wordt bedoeld dat afhankelijk van wat er bemonsterd wordt er verschillende kenmerken te verwachten zijn bij hetzelfde schot. Een voorbeeld hiervan is het verschil tussen de bemonstering van een schotbeschadiging en van een huls. In de verzameling deeltjes afkomstig van de beschadiging kunnen deeltjes afkomstig van de kogel aanwezig zijn die niet aangetroffen worden in de verzameling afkomstig van de huls. Ook het bemonsterde voorwerp of persoon kan invloed hebben op de kenmerken van de verzameling, bijvoorbeeld metallische deeltjes die vaak voorkomen bij autobemonsteringen.

Memory-effect

De vierde factor die in beschouwing wordt genomen is het memory-effect. Dit effect treedt op doordat bij een schot niet alle schotresten het vuurwapen verlaten. Bij een volgend schot kunnen deze alsnog vrijkomen. Als met een wapen voorafgaand aan een schietincident munitie is gebruikt met afwijkende kenmerken, kunnen deze alsnog vrijkomen en afwijken van bijvoorbeeld de schotresten die worden aangetroffen in de huls op een plaats delict. Dit kan resulteren in het aantreffen van deeltjes op personen of objecten die niet afkomstig van het schietincident lijken te zijn op basis van het onderzoek aan hulzen. Omdat de meeste schotresten die het vuurwapen verlaten afkomstig zijn van de munitie die wordt verschoten, zijn verschillen in kenmerken als gevolg van memory-effect te herkennen aan de relatieve bijdrage aan de totale kenmerken. Hierbij zijn de kenmerken gerelateerd aan de munitie dominant. In onderzoeken waarbij het vuurwapen beschikbaar is, kan met een bemonstering van de loop onderzocht worden of er schotresten met andere kenmerken dan de verschoten hulzen aanwezig zijn.

4.3.3. Schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek

Kenmerken van schotbeschadigingen en -verwondingen

Het onderzoek aan een beschadiging of verwonding richt zich op het bepalen van de aard van de beschadiging. Er wordt daarbij gekeken of de beschadiging of verwonding is veroorzaakt door een verschoten kogel of door iets anders. Ook wordt bepaald of het een in- of uitschot betreft. De belangrijkste kenmerken die te verwachten zijn bij in- en uitschoten zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 - Kenmerken schotbeschadigingen en verwondingen.

Kenmerken inschot	Kenmerken uitschot
een ronde of stervormige beschadiging of verwonding (vorm)	Winkelhaak- of scheurvormige beschadiging of verwonding (vorm)
beroeting rondom beschadiging of verwonding	-
vuilzoom langs rand van beschadiging of verwonding	-
ter plaatse van de beschadiging aan de buitenzijde van de stof uitgevoerde microchemische testreacties zijn voor de elementen lood en koper positief	ter plaatse van de beschadiging aan de binnenzijde van de stof uitgevoerde microchemische testreacties zijn voor de elementen lood en koper positief
aanwezigheid nitrocellulosekruitdeeltjes rondom de beschadiging of verwonding	-
afwezigheid van opperhuid rondom de verwonding	
vezelstand rondom de beschadiging is naar lichaam toe gericht	vezelstand rondom de beschadiging is van lichaam af gericht
verkleuringen op het substraat waarmee een verkleuringsbeeld van de beschadiging of verwonding is gemaakt	-
-	aanwezigheid weefsel- of botresten aan binnenzijde van de stof rondom de beschadiging

In het algemeen worden niet alle in Tabel 3 omschreven kenmerken aangetroffen bij een in- of uitschot. Verder is het mogelijk dat kenmerken van een inschot worden aangetroffen bij een uitschot en omgekeerd. Factoren die hier invloed op hebben zijn bijvoorbeeld de vuurwapen-munitie combinatie, de schootsafstand, handelingen met het SVO en de schootsbaan (bijvoorbeeld indirecte schoten).

Indien gevraagd is om over de aard van de beschadigingen te rapporteren, worden de volgende standaardhypothesen gebruikt:

Hypothese 1: De beschadiging is veroorzaakt door een kogel afgevuurd met een vuurwapen.

Hypothese 2: De beschadiging is veroorzaakt door een willekeurig ander proces.

Hypothese 3: De beschadiging is een inschot-beschadiging.

Hypothese 4: De beschadiging is een uitschot-beschadiging.

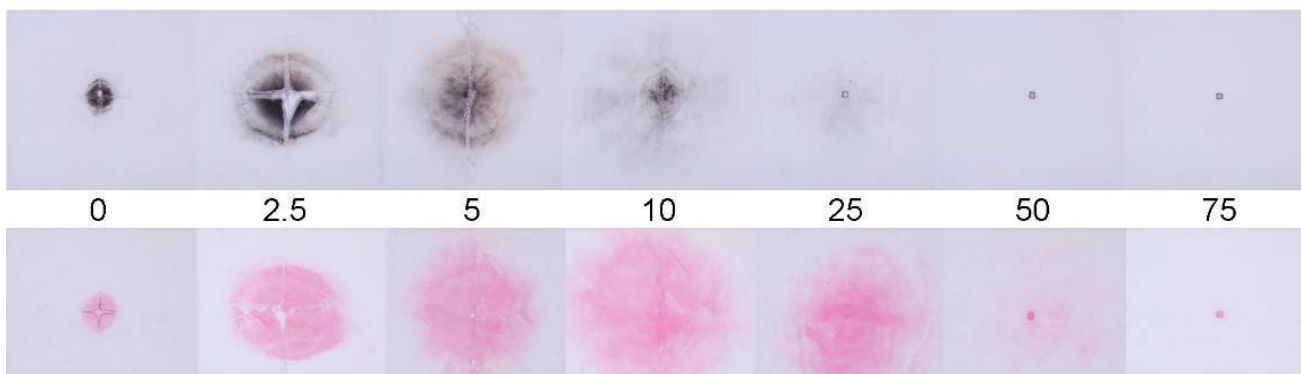
Schootsafstandbepaling

Ook bij de bepaling van de schootsafstand wordt gebruik gemaakt van hypothesen. Er zijn verschillende mogelijkheden om tot de te gebruiken hypothesen te komen. Bij voorkeur wordt in de hypothesen gebruik gemaakt van afstanden die relevant voor het schietincident zijn. De aanvrager en/of opdrachtgever kan bepalen welk afstandsbereik relevant is en levert bij voorkeur hypothesen aan die hier op gebaseerd zijn. Indien het niet mogelijk is om een bereik aan te dragen op basis van de informatie uit de zaak, interpreteert en rapporteert het NFI de schootsafstand aan de hand van hypothesen die worden opgesteld op basis van het sporenbeeld dat wordt aangetroffen tijdens het onderzoek.

In het algemeen kan gesteld worden dat voor handvuurwapens onderscheid gemaakt kan worden in schootsafstanden tot een maximale afstand van circa 1,5 meter. Bij een schootsafstand groter dan circa 1,5 meter verandert het sporen- en *verkleuringsbeeld* niet meer. Alleen van inschotbeschadigingen kan de mogelijke schootsafstand bepaald worden op basis van het sporenbeeld.

Voor het schootsafstandenonderzoek worden de resultaten van de onderzoeken vergeleken met sporen- en *verkleuringsbeelden* van proefschotenseries in de NFI-database. Hierbij wordt gekeken naar de aanwezigheid van *nitrocellulosekruitdeeltjes*, *beroeting* en de *verkleuringsbeelden*. Indien mogelijk wordt een proefschotenserie gemaakt met een specifieke vuurwapen-munitie combinatie, bij voorkeur met veiliggestelde wapens en munitie uit de zaak. Een proefschotenserie wordt vervaardigd door met één vuurwapen-munitie combinatie onder gecontroleerde omstandigheden van verschillende afstanden (van 0 tot 200 centimeter) op katoenen lapjes te schieten. Van deze katoenen lapjes worden door toepassing van één of meerdere kleurmethoden *verkleuringsbeelden* gemaakt. De katoenen lapjes en de *verkleuringsbeelden* vormen gezamenlijk een proefschotenserie (Figuur 4).

Door het sporen- en *verkleuringsbeeld* van een mogelijke inschotbeschadiging te vergelijken met de sporen- en *verkleuringsbeelden* van één of meerdere proefschotenseries kan een uitspraak gedaan worden over de waarschijnlijkheid van de bevindingen onder een bepaald schootsafstandenbereik. De combinatie van waarschijnlijkheidsgradatie en schootsafstandenbereik hangt er mede van af of vuurwapen en munitie bekend zijn.



Figuur 4 - Sporen- (boven) en verkleuringsbeelden (onder, natriumrhodizonaatmethode) van een proefschotenserie met schootsafstanden van 0 tot en met 75 centimeter.

Deze informatie wordt indien beschikbaar verkregen uit rapportages van het onderzoeksgebied wapens en munitie. In gevallen waar deze combinatie niet bekend is, kan nog steeds een schootsafstandbepaling worden uitgevoerd. De onzekerheid van de bepaling zal in dit geval groter zijn. Deze onzekerheid kan worden uitgedrukt in een breder bereik en/of in een lagere waarschijnlijkheidsgradatie.

5. Kwaliteit

Om de kwaliteit van de onderzoeken, de onderzoeksresultaten, de interpretaties en de rapportages continu te waarborgen wordt gewerkt volgens het NEN-EN-ISO/IEC 17025 kwaliteitssysteem. Op basis van deze norm is het NFI geaccrediteerd door de Raad voor Accreditatie (registratienummer L146). De activiteiten van het schotrestenonderzoek zijn genoemd in de scope onder het kopje CFS – Gunshot residues. Het merendeel van de verrichtingen die worden uitgevoerd binnen het onderzoeksgebied schotresten vallen onder deze accreditatie. Voor onderzoeken die deels of geheel buiten deze verrichtingen vallen wordt een onderzoeksplan opgesteld. Alle (deel)onderzoeken en rapportages worden geschaduwd in onafhankelijke stappen. Omdat de meeste schotrestsporen uit zeer kleine deeltjes bestaat die niet met het blote oog zichtbaar zijn, richt de contaminatiepreventie zich primair op het voorkomen van (kruis)besmetting. Dit betekent onder andere dat stukken van overtuiging (SVO) onverpakt niet in aanraking met elkaar kunnen komen, er afzonderlijke ruimtes voor lage en hoge concentratie

schotrestenonderzoeken zijn en de routing van SVO's vastgelegd in werkvoorschriften is. Blanco bemonsteringen worden ingezet om contaminatie gedurende de werkprocessen te monitoren.

6. Verklarende woordenlijst

Beroeting

Een grijze aanslag (roet) die op relatief korte schootsafstanden wordt afgezet rond inschotbeschadigingen in kledingstukken en andere objecten of rond inschotverwondingen.

Dienstwapen

De Nederlandse politie maakt standaard gebruik van de Walther P99Q-NL in combinatie met gemarkeerde munitie.

FT-IR

Fourier-Transform Infraroodspectroscopie (FT-IR) is een analysetechniek waarmee informatie over de chemische bindingen in een materiaal verkregen kan worden.

Gemarkeerde munitie

Munitie waar een chemisch element aan is toegevoegd die herkenbaar is bij het deeltjesonderzoek naar schotresten. De Nederlandse politie maakt gebruik van gemarkeerde munitie waar bij het verschieten deeltjes vrijkomen met elementsamenstelling GdZnTi. Wordt ook wel politiemunitie genoemd.

Nitrocellulosekruitdeeltjes

Organische deeltjes die zorgen voor de voortdrijving van de kogel uit de loop van het vuurwapen. Bij het verbranden van deze deeltjes ontstaat veel gas. Tijdens het schietproces zullen niet alle deeltjes (volledig) verbranden en een deel van deze deeltjes kan via de loop en de overige openingen het vuurwapen verlaten.

Primaire en secundaire overdracht

Door het verschieten van munitie met een vuurwapen komen schotresten in de omgeving van het wapen terecht, dit wordt met de *primaire* overdracht bedoeld.

Secundaire overdracht is gedefinieerd als de overdracht van schotresten door fysiek contact, bijvoorbeeld door hanteren van een wapen of contact met handschoenen waar schotresten op zitten.

Schietproces

Voor het schotrestenonderzoek bij het NFI zijn schietprocessen als volgt gedefinieerd: Het afvuren van een vuurwapen of anderszins een patroon tot ontploffing brengen middels een tik op het slaghoedje met slagsas. Tijdens dit proces worden nieuwe schotrestendeeltjes gevormd en deze komen, samen met andere deeltjes zoals schotresten van eerdere schietprocessen, via de openingen van het wapen in de omgeving terecht. Zie ook *primaire overdracht*.

Schotrestenfolie

Een schotrestenfolie is een transparante folie met aan één zijde een kleeflaag. Door met een folie te bemonsteren kan de spreiding van schotrestensporen rond een vermoedelijke schotbeschadiging onderzocht worden met behulp van verkleuringsbeelden. Schotrestenfolies worden daarom gebruikt voor het schotbeschadigingen- en schootsafstandenonderzoek.

SEM/EDX

Scanning elektronenmicroscopie (SEM) in combinatie met energie-dispersieve röntgen-spectrometrie (EDX). Ook wel elektronenmicroscopie genoemd. SEM/EDX is een techniek waarmee deeltjes op het oppervlak van een stub in kaart worden gebracht en waarvan vervolgens de elementsamenstelling wordt bepaald.

Slagsas

Een mengsel van anorganische verbindingen die na een slag van de slagpin op het slaghoedje ontbrandt. Door het ontbranden van de slagsas wordt het organische nitrocellulosekruit aangestoken.

Stub

Een stub is een ronde aluminium stempel voorzien van een koolstof kleeflaag en is geschikt om individuele deeltjes te onderzoeken met SEM/EDX. Een onderzoeksset schiethanden bestaat standaard uit vijf stubs, waarvan er vier voor bemonstering gebruikt worden en de vijfde voor procescontrole is.

Verkleuringsbeeld

In het schotrestenonderzoek is een verkleuringsbeeld een drager (bijvoorbeeld filtreerpapier) waarop sporen (zoals lood) zichtbaar zijn gemaakt met behulp van een chemische verkleuringsreactie.

Vuilzoom

De afstrijking van (o.a. schotresten op) een kogel op een kledingstuk of een object. Visueel is deze vuilzoom vaak zichtbaar als een donkergrijze of zwarte ring direct rondom het inschot. Ook op verkleuringsbeelden kan de vuilzoom zichtbaar zijn.

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met de Frontdesk, telefoon (070) 888 68 88.

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

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