

Verkennend onderzoek brandveiligheid autorecyclingketen



Nederlands Instituut Publieke Veiligheid
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2022

Auteurs	T. Hessels, R. Fikke & M. Kobes
Contactpersoon	M. Kobes
Opdrachtgever	Recycling Nederland (ARN)
Contactpersoon	R. van der Linden
Datum	30 mei 2022

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Samenvatting

ARN heeft in de zomer van 2021 het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) – het huidige NIPV – benaderd met de vraag welke maatregelen nodig zijn om de brandveiligheid in de autorecyclingketen te verhogen. Met behulp van deze inzichten kan ARN komen tot een plan van aanpak om het aantal branden in de keten van autorecycling terug te dringen.

Doel is te achterhalen wat de meest voorkomende brandoorzaken zijn. Daarnaast worden de mogelijke maatregelen verkend die kunnen worden genomen in het door ARN te ontwikkelen plan van aanpak om de brandrisico's te beperken.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt: *Welke mogelijke maatregelen verbeteren de brand(on)veiligheid in de autorecyclingketen?*

De volgende maatregelen zijn geselecteerd omdat ze 1) ingrijpen op omstandigheden bij daadwerkelijk voorgekomen grootschalige branden bij autorecyclingbedrijven in Nederland en/of 2) ingrijpen op veelvoorkomende brandoorzaken uit met Nederland vergelijkbare landen:

Maatregelen betreffende de inrichting van het bedrijfsterrein

1. Houd een quarantainegebied vrij waar een brandend object geïsoleerd kan worden.
2. Zorg dat opslagstapels, machines en containers minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn voor brandbestrijding.
3. Hanteer een maximale rijbreedte van opslagstapels.
4. Hanteer een maximale omvang van de opslagstapels.
5. Hanteer voldoende afstand (6 meter) tussen opslagstapels.
6. Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen.
7. Tref beveiligingsmaatregelen.
8. Zorg voor schaduw voor opslag van stoffen die gevoelig zijn voor zelfontbranding.

Maatregelen betreffende het bedrijfsproces

1. Het personeel moet kennis hebben van de risico's van brand en eventueel in staat zijn om een kleine brand met een brandblusser te bestrijden.
2. Zorg voor voldoende opleiding van personeel voor het veilig om gaan met batterijen.
3. Monitor en beperk de temperatuur:
 - a. bij inname van (wrakken van) auto's en verplaats het voertuig veilig naar de opslag
 - b. in opslagstapels en autowrakken
 - c. in het bijzonder bij warm en droog weer
 - d. bij voorkeur via een automatisch hittedetectiesysteem.
4. Tref maatregelen om lekkages en het morsen van brandstoffen en brandbare vloeistoffen te voorkomen:
 - a. controleer bij inname auto(wrakken) op beschadigingen
 - b. voorkom chemische reacties tussen afvalsoorten
 - c. tref in het bijzonder maatregelen bij warm en droog weer

5. Voer onderhoud uit en voorkom elektrische defecten in apparaten en installaties.
6. Voer controle uit op warme machineonderdelen en installaties.
7. Voorkom ophoping van losliggende brandbare materialen en stof.
8. Voorkom reflectie van zonlicht op het afval door (alle) reflecterende oppervlaktes af te schermen of te verplaatsen.

Inhoud

	Samenvatting	3
	Inleiding	6
1	Autorecyclingketen	9
1.1	Inleiding	9
1.2	Auto-inname	9
1.3	Autodemontage	10
1.4	Opslag van autowrakken en gedemonteerd materiaal	11
1.5	Shredten en opslag van het shredderresidu	12
1.6	Post Shredder Technology (PST)	13
2	Risico op brand	14
2.1	Inleiding	14
2.2	Brandoorzaken	18
2.3	Brandbare materialen	21
2.4	Overzicht van risico's van brand	24
3	Maatregelen	25
3.1	Doelstelling van brandveiligheidsmaatregelen	25
3.2	Brand voorkomen	26
3.3	Branduitbreiding beperken	28
3.4	Brandbestrijding	29
4	Selectie van maatregelen	30
4.1	Inleiding	30
4.2	Beperken van de kans op het ontstaan van brand	30
4.3	Beperken van de kans op branduitbreiding	32
4.4	Samenvatting	32
	Literatuurlijst	34
	Bijlage 1: Literatuur over branden in afvalverwerking	35
	Bijlage 2: Maatregelen	38

Inleiding

Aanleiding

De afgelopen jaren neemt het aantal branden bij bedrijven in de autorecyclusbranche toe. Enkele incidenten die eruit springen vanwege hun omvang zijn de branden bij autosloperijen in Den Bosch in maart 2021 en oktober 2021, de brand in maart 2021 in Heeze en de brand bij een autosloperij in Duiven in de zomer van 2020. De impact van deze branden is groot. Omwonenden hebben uren, zo niet dagen, last van rook- en stankoverlast en moeten ramen en deuren gesloten houden. Ook is er sprake van schade aan het milieu, zoals bijvoorbeeld door vervuiling van het grondwater. Tevens is de brandweer met veel eenheden lang in touw om dergelijke branden te blussen. De combinatie van een toenemend aantal branden en een grote impact zorgt voor forse problemen in de omgeving, alsmede voor de brandweer bij de bestrijding. Daarnaast is het voor de bedrijven zelf schadelijk vanwege de kosten, en voor de branche als geheel vanwege het groeiende negatieve imago. Derhalve neemt Autorecyclus Nederland BV zijn verantwoordelijkheid door mogelijkheden voor verbetering in kaart te brengen in de brandveiligheid van de autorecyclusketen.

Autorecyclus Nederland BV, kortweg ARN, is door brancheverenigingen RAI, BOVAG, FOCWA en STIBA opgericht om de 95 % recyclingdoelstelling voor autowrakken te realiseren. ARN heeft naar aanleiding van onder meer de bovengenoemde branden het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) – het huidige NIPV – benaderd met de vraag welke maatregelen nodig zijn om de brandveiligheid in de autorecyclusketen te verhogen. Met behulp van deze inzichten kan ARN komen tot een plan van aanpak om het aantal en de impact van branden in de keten van autorecyclus terug te dringen.

Doel van het onderzoek

Middels het onderzoek naar de branden in de keten van autorecyclus wordt inzicht verkregen in de (brand)risico's binnen deze keten. Doel is te achterhalen wat de meest voorkomende brandoorzaken zijn. Daarnaast worden de mogelijke maatregelen verkend die kunnen worden genomen om de brandrisico's te beperken. Het beoogde resultaat hiervan is het voorliggende rapport waarin maatregelen worden voorgesteld waarmee de branche de brandveiligheid kan bevorderen.

Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

Welke mogelijke maatregelen verbeteren de brand(on)veiligheid in de autorecyclinketen?

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden dienen de volgende deelvragen te worden beantwoord:

Deelvraag 1: Hoe is de keten van autorecycling opgebouwd?

Deelvraag 2: Welke oorzaken van branden zien we in de autorecyclinketen en welke mechanismen liggen hieraan ten grondslag?

Deelvraag 3: Welke mogelijke maatregelen in de gehele autorecyclinketen kunnen verbetering brengen in de brand(on)veiligheid van de gehele keten?

Onderzoeksaanpak en -verantwoording

Om te komen tot een beantwoording van de onderzoeksvragen is een combinatie van meerdere onderzoeksmethodes nodig. Per deelvraag is hieronder weergegeven welke methode gebruikt is.

Onderzoeksvraag	Methode
Deelvraag 1: keten	Deskresearch, interviews
Deelvraag 2: risico's	Deskresearch, literatuurstudie (wetenschappelijke artikelen/rapporten en niet-wetenschappelijke publicaties), interviews, database-onderzoek
Deelvraag 3: maatregelen	Analyse om te komen tot bouwkundige, installatietechnische, organisatorische en repressieve maatregelen (BIOR)

Databanken en zoektermen

Er is naar wetenschappelijke literatuur gezocht via Google Scholar, Wiley en ScienceDirect. Daarbij zijn de volgende (combinaties) van zoektermen gebruikt: car, fire, recycling plant, auto recycling, risks, recycling, burn, supply chain, waste facilities, lithium ion batteries. Aangezien weinig wetenschappelijke literatuur is gevonden, is ook gezocht naar niet-wetenschappelijke publicaties via Google. Daarbij zijn de volgende (combinaties) van zoektermen gebruikt: fire, scrap yard, end-of-life vehicle (ELV), automotive shredder residue (ASR), recycling.

Beoordelingscriteria en afbakening

De focus van het onderzoek ligt op de autorecyclinketen. Aangezien daarover nauwelijks publicaties gevonden zijn, is de focus voor de literatuurstudie verbreed naar de afvalrecyclinketen. Hoewel deze literatuur ook andere terreinen bestrijkt, is zij toch relevant, omdat in de basis sprake is van dezelfde soort materialen, processen en brandoorzaken en

daarmee van dezelfde soort maatregelen om branden te voorkomen of te bestrijden. De gevonden literatuur geeft aldus inzichten die bruikbaar en relevant zijn voor het interpreteren van de Nederlandse situatie met betrekking tot de autorecyclingketen.

Wetenschappelijke literatuur is alleen meegenomen als zij betrekking had op branden bij afval- en recyclingbedrijven en in het Nederlands of Engels waren geschreven. Bij niet-wetenschappelijke publicaties (rapporten, vakbladartikelen, beleid) is uitsluitend gekeken naar brandveiligheid van de autorecyclingketen.

Voor de incidentanalyse is specifiek gezocht naar branden bij autorecyclingbedrijven (in Nederland). Hierover is nauwelijks wetenschappelijke informatie aangetroffen. Wel is beperkte informatie over grootschalig brandweeroptreden bij branden in de afvalverwerkingsindustrie gevonden in een incidentendataset van het NIPV. Verder is literatuur meegenomen die betrekking heeft op afval- en recyclingbedrijven in Noordwest-Europa.

Afbakening

Het onderzoek beperkt zich in de keten van autodemontage tot en met shredder. Zodra de output van de shredder het shredderbedrijf heeft verlaten, valt deze buiten de scope van het onderzoek.

Daadwerkelijke implementatieplanning en besluitvorming over de implementatie van de voorgestelde maatregelen vallen eveneens buiten de reikwijdte van dit onderzoek.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt ingegaan op de autorecyclingketen, en daarmee op de eerste deelvraag. Hoofdstuk 2 behandelt branden in de autorecyclingketen, en daarmee de tweede deelvraag. In hoofdstuk 3 komen diverse maatregelen aan de orde, waarmee deelvraag 3 beantwoord wordt. Het afsluitende hoofdstuk 4 geeft een antwoord op de hoofdvraag.

1 Autorecyclingketen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de onderzoeksvraag: *Hoe is de keten van autorecycling opgebouwd?* De beschrijving van de autorecyclingketen is gebaseerd op de website van ARN (<https://arn.nl/autorecyclingketen/>), op een interview op 22-10-2021 met R. van der Linden en W. Nuiten (beide ARN) en op een Excelandocument dat door ARN is aangeleverd.

1.1 Inleiding

ARN geeft uitvoering aan de producentenverantwoordelijkheid van auto-importeurs conform het Bba (Besluit beheer autowrakken). Dat is een Europese verplichting om 95 % van het totaal gewicht van sloopauto's te recyclen. Er zijn 211 autodemontagebedrijven in Nederland aangesloten bij ARN. Als belangrijke voorwaarde voor aansluiting bij ARN moet een autodemontagebedrijf over een KZD-certificaat (KwaliteitsZorg Demontage) beschikken. Er zijn veertien ARN-erkende shredderbedrijven in Nederland (zoals HKS en AVI Den Bosch), Duitsland en België. Er zijn ongeveer 20 tussenhandelaren van autowrakken en 4 bedrijven die autodemontage en tussenhandel combineren. In totaal gaat het om 249 bedrijven.

De autorecyclingketen is opgebouwd uit zes schakels: 1) auto-inname en opslag van autowrakken, 2) autodemontage, 3) opslag van kale autowrakken en gedemonteerd materiaal, 4) inname van autowrakken (door een tussenhandelaar of shredderbedrijf), 5) shredderen en opslag van het shredderresidu en 6) post-shredder-technologie (ARN, z.d.). Doorgaans gaan de gedemonteerde autowrakken direct van een autodemontagebedrijf naar het shredderbedrijf. Sommige autowrakken gaan via een tussenhandelaar.

1.2 Auto-inname

Het inleveren van een auto gebeurt bij een van de bij ARN aangesloten autodemontagebedrijven. Het autodemontagebedrijf meldt het kenteken af bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) middels een ORAD (Online Registratie Auto Demontage)-melding. De klant krijgt dan een vrijwaringsbewijs en de auto wordt een 'autowrak'. Het autowrak krijgt een ARN-barcode om de auto ook zonder kenteken te kunnen identificeren. Per jaar worden zo'n 200.000 auto's voor demontage aangeboden; gemiddeld zijn deze auto's 18,3 jaar oud (ARN, z.d.). Er zit veel variatie in de leeftijd van een voor demontage aangeboden auto. Er worden ook vrije jonge autowrakken gedemonteerd, bijvoorbeeld als die total loss zijn gereden. Ook elektrische of hybride auto's, al of niet betrokken geweest bij een ongeval, worden voor demontage ingenomen. Als niet direct aan de demontage kan worden begonnen, wordt het autowrak op een daarvoor bestemde locatie opgeslagen (zie ook paragraaf 1.4).

1.3 Autodemontage

Eén van de 211 ARN autodemontagebedrijven gaat aan de slag met de demontage. Allereerst worden de nog bruikbare onderdelen gedemonteerd. Dit zijn bijvoorbeeld de startmotor, versnellingsbak, dynamo of de koplampen. Deze onderdelen worden als gebruikt onderdeel verkocht. C1-materialen (vervuilende stoffen) moeten op basis van geldende regelgeving (het Activiteitenbesluit Autodemontage) binnen tien werkdagen worden verwijderd. Denk hierbij aan vloeistoffen, het oliefilter, koudemiddelen, accu's, batterijen en een LPG-tank. De overige verplicht te demonteren materialen (zoals banden) kunnen op een later tijdstip worden gedemonteerd.

Vloeistoffen: vloeistoffen worden door demontagebedrijven verwijderd uit de auto. Dit moet volgens de wet binnen tien werkdagen plaatsvinden. De inzameling is centraal geregeld. De belangrijkste vloeistoffen zijn: olie, koelvloeistof, ruitensproeiervloeistof, remvloeistof en brandstoffen. De meest toegepaste methode bij ARN-aangesloten bedrijven is de tanks te openen met een boor. Deze is op perslucht aangedreven, geaard, conisch en speciaal ontwikkeld om overmatige warmteontwikkeling te voorkomen. Het aftappen van vloeistoffen en het demonteren van vloeistofbevattende onderdelen vindt (conform het Activiteitenbesluit) plaats op een daarvoor bestemde locatie met een vloeistofdichte vloer of verharding. Een recyclingbedrijf zoals GS-Recycling haalt de vloeistoffen op met tankwagens met verschillende compartimenten. De vloeistoffen worden gecheckt op verontreinigingen, zoals PCB of chloor (ARN, z.d.)

Banden: banden die nog goed zijn, worden doorgaans doorverkocht. Een bedrijf als Renewi haalt afgedankte banden op bij demontagebedrijven; deze banden gaan naar een partner voor verdere verwerking. Voorbeelden van bandenverwerkers zijn Granuband en Lintire. Afgedankte banden worden geschikt gemaakt voor recycling. Ze worden vermalen en verwerkt tot grondstof voor nieuwe banden, voor tegels voor speeltuinen, dakbedekking of coatings. Sommige stoffen uit de banden zijn niet geschikt voor recycling; deze worden als nuttige toepassing¹ in een energiecentrale gebruikt (ARN, z.d.)

Accu's: autofabrikanten en auto-importeurs zijn verplicht volgens het Besluit beheer batterijen (Bbb) om startaccu's en batterijen voor de aandrijving van hybride en elektrische auto's na gebruik terug te nemen. ARN heeft een landelijk dekkend netwerk van inleverpunten voor startaccu's. Ook zorgt ARN voor inzameling en verwerking van aandrijfbatterijen van deelnemende importeurs (bij dealers en garagebedrijven en bij autodemontagebedrijven). Voor lithium-ion (Li-ion) tractiebatterijen wordt een formulier voor een ophaalopdracht gebruikt door autodemontagebedrijven en deelnemende importeurs. Onderdelen van Li-ion accu's kunnen een tweede leven krijgen. Ze worden dan verwerkt tot een nieuwe stationaire toepassing (bijvoorbeeld voor energieopslag). Afgedankte Li-ion accu's gaan direct naar een accuverwerker in Duitsland, België of Frankrijk die de batterij ontmantelt en zo goed mogelijk scheidt voor hergebruik. Startaccu's worden verwerkt in België, Duitsland en Frankrijk. (ARN, z.d.) Startaccu's, ofwel loodzuuraccu's, worden in een vloeistofdichte accubox opgeslagen. Deze accuboxen kunnen zich overal op het terrein van een autodemontagebedrijf bevinden. Tractiebatterijen worden soms in speciale containers opgeslagen en kunnen in magazijnen geplaatst zijn, maar ook buiten op het terrein. Zowel voor accuzuuraccu's als

¹ Onder 'nuttige toepassing' wordt verstaan: recycling, hergebruik, terugwinning, en andere handelingen die gericht zijn op het verkrijgen van secundaire grondstoffen. (Bron: <https://www.ilent.nl/onderwerpen/afvaltransport-ewoa/bepalen-procedure/verwerken-afvalstof>)

tractiebatterijen wordt geen onderscheid gemaakt tussen beschadigde en onbeschadigde accu's. Een eventuele beschadiging van een accu is in sommige gevallen lastig vast te stellen.

Glas: het demontagebedrijf haalt de autoruiten uit de auto voor een recyclingbedrijf (zoals Maltha), dat er nieuwe glasproducten van maakt. Een andere mogelijkheid is dat het autowrak inclusief het aanwezige glas naar het shredderbedrijf wordt gebracht en vervolgens voor een laatste scheiding naar een PST-fabriek (Post Shredder Technology fabriek). Het teruggewonnen glas krijgt onder andere toepassingen in de bouw (ARN, z.d.).

Kunststoffen: autodemontagebedrijven demonteren kunststof onderdelen (met name bumpers) voor de verkoop als onderdeel. Kunststoffen die de demontagebedrijven niet uit het autowrak halen, gaan met het wrak mee naar het shredderbedrijf en belanden in het shredderafval. Dit shredderafval gaat naar de Post Shredder Technology fabriek, waar het gescheiden wordt voor andere toepassingen (ARN, z.d.).

Het restant: het kale wrak gaat verder naar het shredderbedrijf. Onder een kaal wrak wordt een wrak verstaan waarvan alle verplicht te verwijderen en bruikbare onderdelen zijn weggehaald. Kale autowrakken kunnen nog andere materialen bevatten dan het metaal van de carrosserie, zoals kunststof, schuimrubber, textiel en glas (ARN, z.d.).

1.4 Opslag van autowrakken en gedemonteerd materiaal

Het autodemontagebedrijf slaat nog bruikbare onderdelen op in het magazijn. Alle verplicht te demonteerde materialen worden door gespecialiseerde inzamelbedrijven opgehaald en afgevoerd naar verwerkingsbedrijven. Deze gespecialiseerde bedrijven verwerken de materialen tot grondstoffen voor nieuwe producten.

- > Afgetapte vloeistoffen moeten volgens het Activiteitenbesluit in ondergrondse tanks worden opgeslagen. Onder strikte voorwaarden is het toegestaan om afgetapte benzine bovengronds op te slaan in stationaire verpakkingen. Dit zijn opslagvoorzieningen met een inhoud van maximaal 270 liter, die op een vaste plek in een speciaal hiervoor bestemde ruimte zijn opgesteld. Die ruimte mag alleen door deskundig personeel worden geopend en betreden. De ruimte moet een brandwerendheid hebben van 60 minuten en de vloer moet met de wanden een lekbak vormen met een inhoud van ten minste 300 liter. Daarnaast gelden eisen voor doorvoeringen van leidingen en beveiligingscomponenten. Opslag van meer dan 50 liter brandbare vloeistoffen, niet zijnde smeerolie, motorolie en afgewerkte olie, moet voldoen aan PGS15.
- > Accu's moeten rechtop worden opgeslagen, boven een vloeistofdichte vloer of verharding of een lekbak, en moeten worden beschermd tegen inregenen.

Ook worden eisen gesteld aan de opslag van autowrakken. Het Activiteitenbesluit maakt onderscheid tussen autowrakken die nog niet zijn ontdaan van vloeistoffen en autowrakken die daar wel van zijn ontdaan. Een autowrak dat nog vloeistoffen bevat, mag niet worden gestapeld en moet opgeslagen worden op een vloeistofdichte vloer of verharding. Na inname mogen autowrakken met vloeistoffen maximaal 10 werkdagen opgeslagen worden. Jonge autowrakken worden in verband met de restwaarde doorgaans op een voor derden niet toegankelijke plaats opgeslagen. Elektrische of hybride autowrakken worden samen met conventionele voertuigen opgeslagen. Een autowrak dat is ontdaan van vloeistoffen mag

worden gestapeld; daarbij gaat het om maximaal twee autowrakken op elkaar met een gezamenlijke maximale hoogte van 4,5 meter.

Soms liggen honderden tot duizenden gedemonteerde wrakken klaar om te worden afgevoerd. Deze hoeveelheid is onder andere afhankelijk van de schrootprijs: bij een lage schrootprijs zal de opslag van autowrakken toenemen, in afwachting van een hogere schrootprijs. Jongere autowrakken blijven doorgaans langer staan dan oudere autowrakken vanwege bruikbare onderdelen die gedemonteerd kunnen worden. De wettelijke termijn voor opslag van autowrakken is twee jaar, maar hierop wordt niet gehandhaafd. Afvoeren gaat via vrachtwagens. Een vracht bestaat uit ongeveer acht tot twaalf autowrakken, met een maximum van twintig. Als de autowrakken voor transport worden geplet, kan dit aantal oplopen tot zo'n veertig à vijftig stuks.

Een autowrak gaat van een autodemontagebedrijf óf naar een ARN-erkende tussenhandelaar en daarna naar de shredderbedrijf, óf meteen van een autodemontagebedrijf naar het shredderbedrijf. De gedemonteerde autowrakken worden ingezameld met vrachtwagens. Na aankomst bij een tussenhandelaar worden de wrakken opgeslagen tot een (financieel) gunstig moment voor verkoop. Bij de tussenhandelaar worden geen bewerkingen uitgevoerd; de autowrakken worden alleen opgeslagen. Een tussenhandelaar heeft vaak ook andere schrootstromen (voornamelijk gemengd schroot afkomstig van consumenten en bedrijven). De afvoer van de wrakken gebeurt per vrachtwagen en/of per schip.

1.5 Shredten en opslag van het shredderresidu

Het kale autowrak gaat naar een ARN-erkend shredderbedrijf. Ongeveer 25 % van de te verwerken producten bij een shredderbedrijf bestaat uit autowrakken. Het wrak wordt bij inname door het shredderbedrijf gecontroleerd op volledigheid van demontage en eventueel toegevoegd vuil.

Volgens het Activiteitenbesluit Autodemontage moeten de autowrakken vóór afvoer naar een shredderinstallatie zijn ontdaan van overige stoffen, preparaten en producten zoals: banden, glas, grote kunststofonderdelen (onder andere bumpers, instrumentenborden, vloeistoftanks), metalen onderdelen die koper, aluminium of magnesium bevatten, katalysatoren en onderdelen die lood, kwik, cadmium of zeswaardig chroom bevatten. Demontage van banden, glas, grote kunststofonderdelen en metalen onderdelen die koper, aluminium of magnesium bevatten, is niet nodig als deze onderdelen in de shredderinstallatie worden gescheiden om te kunnen recycleren.

Brandstoftanks worden door sommige shredderbedrijven met een (hijs)kraan van het wrak gescheiden. De wrakken worden daarna opgestapeld (dit is mogelijk in grote hoeveelheden). Met een poliepkraan worden de wrakken op de opvoerband van de shredderinstallatie gelegd en vervolgens 'geshred' (vermalen tot kleine stukjes). Bij de shredderbedrijven wordt gewerkt met grote machines die het kale autowrak vermalen tot kleine stukjes. In dit proces wordt het grove en lichte vuil afgezogen en gaan de overige deeltjes door een trommelmagneet. Hier wordt het ijzer, dat vervolgens naar smelterijen wordt gebracht om nieuw staal te produceren, van de overige deeltjes gescheiden. De overige deeltjes zoals koper en aluminium worden later in het proces gescheiden.²

² <https://www.vangijlsautomotive.nl/blog/45/wat-doet-een-shredder-met-een-kaal-autowrak>.

Het shredderresidu wordt opgeslagen. Er wordt onderscheid gemaakt in metaalschroot en shredderafval. De metalen worden gescheiden voor de metaalverwerkende industrie (ARN, z.d.). IJzer wordt hoofdzakelijk vervoerd met chepen; andere stromen gaan per vrachtwagen. Het shredderafval gaat voor verdere verwerking naar het PST-bedrijf in Tiel.

1.6 Post Shredder Technology (PST)

Het shredderresidu komt per vrachtwagen aan. Er volgt een controle op onder andere temperatuur, geur en samenstelling. Het residu wordt per type opgeslagen in verschillende opslagbunkers. De PST-fabriek (bijvoorbeeld HKS) scheidt het overgebleven shredderafval tot nieuwe grondstoffen. Vier afvalstromen worden van elkaar gescheiden, te weten: kunststoffen, mineralen, vezels en metaalresten (ARN, z.d.). Het materiaal wordt in verschillende soorten emballage opgeslagen. Ten slotte wordt de output afgevoerd per vrachtwagen.

2 Risico op brand

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de onderzoeksvraag: *Welke oorzaken van branden zien we in de autorecyclingketen en welke mechanismen liggen hieraan ten grondslag?*

2.1 Inleiding

2.1.1 Branden in Nederland

Om inzicht te krijgen in het type branden in de autorecyclingindustrie in Nederland is gebruikgemaakt van verschillende bronnen, te weten:

- > cijfers van miljoenenbranden (Verbond van Verzekeraars en Salvage)
- > de dataset van het onderzoek naar grootschalig brandweeroptreden van het IFV
- > het 'overzicht afvalbranden' van de Inspectie Leefomgeving en Transport (IL&T)
- > een overzicht van branden verzameld door Autorecycling Nederland.

Er is tevens contact gezocht met de Teams Brandonderzoek (TBO's) van de 25 veiligheidsregio's via de vakgroep Brandonderzoek van Brandweer Nederland. Er zijn geen onderzoeksrapporten van de brandweer beschikbaar over oorzaken van branden in de autorecyclingindustrie. Wel heeft de brandweer beperkte informatie over inzetten bij brand in de autorecyclingindustrie, waaronder een onderzoek naar grootschalig brandweeroptreden.

Miljoenenbranden

Uit cijfers van miljoenenbranden die het NIVRE³ bij heeft gehouden voor het Verbond van Verzekeraars blijkt dat er in de jaren 2013, 2014 en 2015 in totaal 13 grote branden zijn geweest bij afval- en recyclingbedrijven, met ruim 173 miljoen euro schade. Het grote aantal afvalbranden is niet alleen een probleem voor de bedrijven zelf. Ook de omgeving heeft er last van, bijvoorbeeld doordat er milieuschade ontstaat. Verder is bij deze branden vaak een langdurige inzet van brandweer en hulpdiensten nodig.⁴ Sinds 2018 wordt informatie verzameld door Salvage, een stichting die eerste hulp verleent namens verzekeraars. In 2018 waren er 47 branden met een schade van ten minste een miljoen euro waarbij Salvage is ingezet. In 40 gevallen was sprake van grootschalig brandweeroptreden. In 2019, het meest recente jaar waarover gegevens bekend zijn, waren er 62 miljoenenbranden, waarvan 39 met grootschalig brandweeroptreden.⁵

Onderzoek grootschalig brandweeroptreden

Gedurende de jaren 2016 tot en met 2018 heeft het toenmalige IFV op basis van media-berichten informatie verzameld over branden met grootschalig brandweeroptreden (Instituut Fysieke Veiligheid, 2019). Bij een grootschalig brandweeroptreden worden minimaal vier en gemiddeld vijf tankautospuiten met ondersteuning en ongeveer veertig brandweermensen ingezet om het incident onder controle te brengen. In de periode 2016-2018 heeft in Nederland 1039 maal grootschalig brandweeroptreden plaatsgevonden.

³ Stichting Nederlands Instituut Van Register Experts.

⁴ <https://www.verzekeraars.nl/publicaties/actueel/verbond-aantal-branden-in-afval-en-recyclingbedrijven-buitensporig-hoog>.

⁵ <https://www.stichtingsalvage.nl/stichting-salvage/feiten-cijfers/>.

Bij 348 branden was sprake van een industriebrand, waarbij het in 45 gevallen ging om brand in een recycling- of autobedrijf. In 27 gevallen was er brand in de auto- of metaal-recyclingindustrie, waarbij in 6 gevallen specifiek sprake was van een brand binnen de keten van autodemontage tot en met shredder. De exacte oorzaak van deze branden is niet bekend, maar duidelijk is dat ze zijn ontstaan in een stapel autowrakken, een stapel isolatiemateriaal, een stapel schuimrubber, in een machine waarin metaal wordt gescheiden, en in zeecontainers (zie het kader hieronder).

Beschrijving van branden binnen de keten van autodemontage tot en met shredder (IFV, 2019)

1. “De brand brak uit in een stapel autowrakken die voor de loods opgeslagen lag. Werknemers van het bedrijf ontdekten het vuur, maar konden niet voorkomen dat de vlammen oversloegen naar een papierstapel.”
2. “De buitenbrand ontstond in stapel isolatiemateriaal bij een metaalverwerkingsbedrijf.”
3. “De brand was ontstaan bij de restanten / kunststof onderdelen van gesloopte auto's. De interne blusinstallatie heeft zijn werk goed gedaan, waardoor een uitlaande brand is voorkomen.”
4. “Een stapel van 150 ton in een loods gelegen schuimrubber broeide en rookte. De melding van de brand kwam binnen even na 22.00 uur nadat een beveiligingsmedewerker broei- en rookontwikkeling had opgemerkt.”
5. “In een machine bij een recyclingbedrijf is vrijdagavond rond 6 uur brand ontstaan. Met de machine die in brand stond, wordt metaal gescheiden.”
6. “De brand brak rond 19.45 uur uit bij een recyclingbedrijf waar onder meer schroot, autowrakken en wasmachines worden opgeslagen. De brand woedt in een blok van negen zeecontainers. In die containers bevinden zich transportbanden voor de verwerking van metalen. De brandweer is terughoudend in verband met de instabiele situatie daar.”

Autorecycling Nederland en Inspectie Leefomgeving en Transport

ARN heeft de branden bij de aangesloten en bij enkele niet-aangesloten bedrijven bijgehouden in een Exceldocument. De tijdsperiode waarover deze data zijn verzameld loopt van 1 januari 2015 tot en met 31 december 2021. Deze lijst is gebaseerd op een mediasearch gehouden door ARN. ARN heeft deze data ter beschikking gesteld aan het NIPV.

De Inspectie Leefomgeving en Transport (IL&T) houdt sinds 1 januari 2015 een database bij van alle branden bij bedrijven in de afvalbranche. Dit doet zij op basis van mediaberichten en op basis van de ‘Meldingen Ongewone Voorvallen’⁶ die de IL&T binnenkrijgt. Ook heeft de IL&T bijgehouden – waar mogelijk – wat de brandoorzaak is geweest en wat er gebrand heeft. De IL&T heeft deze data ter beschikking gesteld aan het NIPV.

Om inzicht te krijgen in de hoeveelheid branden binnen de keten van autorecycling zijn de data afkomstig uit de databestanden van de IL&T en ARN samengevoegd door het NIPV. Als eerste zijn de incidenten uit de IL&T-database vergeleken met de lijst van ketenpartners van de ARN. Hierdoor is duidelijk geworden welke de incidenten binnen de scope van dit onderzoek vallen. Deze lijst is verrijkt met data verzameld door de ARN. Incidenten die niet hebben plaatsgevonden bij ARN-ledenbedrijven maar wel in de branche, zijn niet meegenomen in deze analyse, omdat op basis van de data er onvoldoende zicht is wel bedrijven binnen scope van het onderzoek vallen maar niet zijn aangesloten bij ARN.

⁶ <https://www.ilent.nl/onderwerpen/melden-ongewone-voorvallen-risicovolle-bedrijven>.

De verrijking van de IL&T-database heeft geresulteerd in lijst met 51 branden in de periode van 1 januari 2015 tot en met 31 december 2021. 33 incidenten daarvan zijn afkomstig uit de IL&T-data. Deze zijn aangevuld met 18 incidenten uit de ARN-data die niet in de IL&T-lijst voorkwamen. Deze branden vonden plaats bij 31 bedrijven verspreid over 32 locaties. In totaal zijn circa 250 bedrijven bij ARN aangesloten. In tabel 2.1 zijn de branden per bedrijfscategorie weergegeven. Ook zijn waar mogelijk per categorie de brandoorzaak en hetgeen dat gebrand heeft aangegeven.

Tabel 2.1 Gegevens over branden in de autorecyclingbranche

	Autodemontagebedrijf	Tussenhandelaar autowrakken	Shredderbedrijf	Combinatie autodemontagebedrijf / tussenhandelaar	Totaal
Totaal aantal bedrijven	211	ca. 20	6 ⁷	4	241
Aantal branden	22	19	8	2	51
Aantal bedrijven met brand	18	9	3	1	31
Aantal bedrijfslocaties met brand	18	9	4	1	32
Wat heeft er gebrand?					
Afvalberg	1	14	3	1	19
- Schroot	(1)	(6)	(2)	(1)	(10)
- Metaal/rubber	(-)	(2)	(1)	(-)	(3)
- Hout	(-)	(2)	(-)	(-)	(2)
- Niet gespecificeerd	(-)	(4)	(-)	(-)	(4)
Auto(wrakken)	9	-	1	1	11
Gebouw	9	-	1	-	10
Container(s)	2	-	1	-	3
Heftruck	1	-	-	-	1
Afvalverwerkingsinstallatie	-	1	-	-	1
Onbekend	-	4	2	-	6
Oorzaak					
Onbekend	17	15	7	2	41
Broei / zelfontbranding	1	3	1	-	5
Werkzaamheden	3	-	-	-	3
Pletten voertuig	1	-	-	-	1
Technisch defect	-	1	-	-	1

⁷ Daarnaast zijn een Duits en zeven Belgische shredderbedrijven ketenpartner van ARN. Omdat deze niet binnen de data van de IL&T vallen, zijn ze niet in dit overzicht meegenomen. Daarom valt het totaal aantal bedrijven in de tabel ook lager uit dan het eerder genoemde totaal aantal shredderbedrijven.

In de tabel vallen enkele zaken op:

- > Bij de helft van de shredderbedrijven in Nederland (6) is brand geweest. In totaal ging het om 8 branden op 4 locaties van 3 verschillende shredderbedrijven.
- > Bij tussenhandelaren in autowrakken vonden 19 branden plaats bij 9 bedrijven op evenveel locaties; de sector 20 kent bedrijven.
- > Verhoudingsgewijs waren er de minste branden bij autodemontagebedrijven (22 branden op 211 bedrijven).
- > De meeste branden waren in hopen met schroot, metaalafval, rubber of een onbekend type afval (18 branden), gevolgd door branden in gebouwen of containers (13 branden) en in autowrakken (11 branden).
- > Bij autodemontagebedrijven vonden de meeste branden plaats in gebouwen of containers (11 branden), gevolgd door autowrakken (9 branden).
- > Bij tussenhandelaren vonden de meeste branden plaats in hopen met schroot, metaalafval, rubber of een onbekend type afval (12 branden).
- > Van 8 op de 10 branden is de brandoorzaak niet bekend. Van de te achterhalen brandoorzaken ging het in de meeste gevallen om broei of zelfontbranding.

2.1.2 Branden in het buitenland

De Environment Agency (EA)⁸ constateerde in 2018 een toename van het aantal branden bij autorecyclingbedrijven in het Verenigd Koninkrijk.⁹ In 2016 waren er 21 branden, terwijl er 24 branden in 2017 waren. Branden gerelateerd aan metaal- en schrootverwerking omvatten ongeveer 18 % van alle branden bij afval- en recyclingbedrijven in het Verenigd Koninkrijk. De branden ontstonden in opslagplaatsen met shredderresidu van auto's (ASR), in shredders en in opslagplaatsen met tin.¹⁰

In de Verenigde Staten en Canada is er sinds 2016 een stijgende trend te zien in het aantal branden bij afval- en recyclingbedrijven, namelijk van 272 in de media gemelde branden in 2016 tot 398 in 2021.¹¹ De toename van het aantal branden wordt toegeschreven aan de toenemende hitte en droogte en de toename van lithium-ion batterijen in de afvalstroom. Gemiddeld waren er in de periode 2016-2021 jaarlijks 317 branden bij afval- en recyclingbedrijven. Tot en met 2020 zijn cijfers bekend voor verschillende afvalstromen.¹² Daaruit blijkt dat 32 % van de branden in de periode 2016-2021 gerelateerd zijn aan metaal- en schrootverwerking, met gemiddeld 103 branden per jaar. Ongeveer 3 % van de branden vindt plaats in de rubberrecyclingindustrie en 2 % bij de verwerking van elektronisch afval. Opvallend is dat met name in de metaal- en schrootverwerking een sterke toename is te zien: van 72 branden in 2016 tot 108 branden in 2020, terwijl bij de overige type afvalstromen het aantal ongeveer gelijk blijft.

Ten slotte is in Oostenrijk tussen 2008 en 2015 sprake van een sterke stijging in het aantal branden bij afval- en recyclingbedrijven, maar in 2016 en 2017 is een afvlakking te zien in deze trend. In Zweden neemt niet zozeer het aantal branden bij afvalbedrijven toe, maar wel de consequenties van branden aldaar (Mikalsen et al., 2021). Dit komt bijvoorbeeld, omdat branden groter zijn of omdat er meer schadelijke stoffen vrijkomen dan vroeger.

⁸ Het EA is een zelfstandig bestuursorgaan gericht op het beschermen en verbeteren van het milieu in het Verenigd Koninkrijk.

⁹ <https://atfpro.co.uk/fire-prevention-at-elv-sites/>.

¹⁰ <https://www.waste360.com/safety/march-2021-fires-conversation-new-face-scrap-metal-brett-dr-hustle-ekart>.

¹¹ <https://www.waste360.com/landfill/fires-continue-historical-trend-dive-landfill-fires>.

¹² <https://www.waste360.com/safety/march-2021-fires-conversation-new-face-scrap-metal-brett-dr-hustle-ekart>.

Hoewel voor Nederland geen gegevens bekend zijn over het aantal branden per jaar, kan op basis van de bovengenoemde informatie uit andere landen worden verondersteld dat een toenemende trend in Nederland waarschijnlijk is. De processen van verwerking zijn namelijk vergelijkbaar, evenals de toegenomen aandacht voor recycling. Verder kan worden verondersteld dat branden bij de verwerking van metaal en schroot ook in Nederland een aanzienlijk aandeel van alle branden bij afval- en recyclingbedrijven omvatten.

Tussen 2007 en 2017 werden in Oostenrijk de meeste branden in de afvalverwerkingsketen gerapporteerd bij opslagplaatsen (53 %), transportplaatsen (23 %) en shredders (11 %). Bij ongeveer 5 % was de plaats onbekend (Nigl, Rüberhauser & Pomberger, 2019). In Zweden werden de meeste branden gerapporteerd bij opslagplaatsen buiten, gevolgd door branden in verwerkingsmachines (Mikalsen et al., 2021). In Noorwegen is dit niet specifiek gerapporteerd, maar werd wel aangegeven dat brandveiligheid gerelateerd aan opslagplaatsen binnen een groter probleem kan worden in de toekomst, omdat opslagplaatsen binnen zullen toenemen vanwege nieuwe regelgeving over het tegengaan van vervuiling van grondwater door afval (Mikalsen et al, 2021). Op basis van deze gegevens mag verondersteld worden dat opslagplaatsen, transportplaatsen en shredders ook in Nederland extra aandacht verdienen wat betreft brandveiligheid. Dit wordt ondersteund door gegevens over branden van ARN en de IL&T, zie paragraaf 2.1.1.

Net als in Nederland is ook in de buitenlandse gevallen van branden bij afval- en/of recyclingbedrijven de brandoorzaak vaak niet bekend. In Zweden was tussen 2012 en 2015 in 81 % van de afvalbranden de oorzaak onbekend. In Oostenrijk was in 75 % van de branden bij afval- en recyclingbedrijven tussen 2007 en 2017 de oorzaak onbekend; tussen 2003 en 2007 was dit 78 %. In Saksen (Duitsland) was tussen 2003 en 2007 van 26 % de brandoorzaak onbekend; tussen 2014 en 2015 was dit 45 %. In Noordrijn-Westfalen (Duitsland) was tussen 2011 en 2014 van 26 % de oorzaak onbekend (Mikalsen et al., 2021).

2.2 Brandoorzaken

In 2016 heeft de Environmental Agency (EA) een handleiding voor het maken van een brandpreventieplan voor autorecyclingbedrijven gepubliceerd (zie ook paragraaf 3.1). In de toelichting op de handleiding is een opsomming gemaakt van veel voorkomende oorzaken van branden bij autorecyclingbedrijven:¹³

- > kortsluiting in batterijen (in het autowrak)
- > onveilig verwijderen van brandbare (vloeistof)stoffen (uit het autowrak)
- > ondeugdelijke opslag van brandstoffen
- > snijden of pletten van voertuigen
- > roken
- > brandstichting
- > open vuur op het terrein (bijvoorbeeld clandestiene afvalverbranding).

Daarnaast worden nog een aantal oorzaken en omstandigheden genoemd, zoals elektrische defecten van installaties en gereedschappen, het uitvoeren van werkzaamheden met hittebronnen (lassen, slijpen), hitte (zoals veroorzaakt door industriële heaters, warme uitlaten en warm en droog weer) waardoor brandbare stoffen kunnen ontsteken, (chemische) reacties

¹³ Bron: <https://atfpro.co.uk/fire-prevention-at-elv-sites/>.

tussen materialen, lekkage en morsen van brandbare vloeistoffen, losliggend brandbaar materiaal en innemen en deponeren van warme ladingen (broei). Ook noemt het EA het vergrootglaseffect als mogelijke brandoorzaak, waarbij de weerkaatsing van zonlicht op reflectieve oppervlaktes verhitting van brandbaar materiaal met brand tot gevolg kan hebben.

Hieronder wordt verder ingegaan op 'zelfontbranding' en op 'menselijk handelen' als veel voorkomende oorzaken van brand.

2.2.1 Zelfontbranding

Zelfontbranding van brandbare materialen kan een gevolg zijn van broei. Broei ontstaat bij een productafhankelijke combinatie van hitte en vochtpercentage en leidt in eerste instantie tot opwarming met waterdampvorming. Zodra het chemische broeiproces begint, is er sprake van een vorming van rookgassen, eventueel gevolgd door vuurverschijnselen als er brand ontstaat. Vlamhoogtes zijn vaak beperkt, tenzij tijdens het openbreken van de opslag de stof verspreid wordt en extra zuurstof zorgt voor een goede ontbranding. Dit zorgt voor een extra risico voor de personen die bij de brandbestrijding betrokken zijn.¹⁴

Broei kan onder andere voorkomen in rubberafval en opgeslagen autobanden.¹⁵ Dat ook in metaal(afval) broei en dus brand kan ontstaan, is niet altijd bekend. Broei in metaal komt voor wanneer bepaalde metalen (zoals aluminium) nat worden opgeslagen, waardoor de kans bestaat dat een chemische reactie tussen water en de metalen zelfopwarming door oxidatie veroorzaakt. Deze zelfopwarming kan vervolgens resulteren in een brand, die door de brandweer moeilijk te blussen is. Brandend metaal kan namelijk zo heet worden, dat blussen met water geen optie meer is. Door de extreem hoge temperaturen verdampt het water zo snel dat er direct waterstofgas wordt gevormd, dat vervolgens kan exploderen.¹⁶ Metaalbranden, die gelukkig zelden voorkomen, ontstaan vooral in (bulk-)opslag van metaalafval in verkleinde vorm, zoals in slijpsel en metaalkrullen. Zelfontbranding is dus een risico wanneer materialen van aluminium zich nog in te shredderen autowrakken bevinden.

Ook van lithium-ion batterijen is bekend dat zij gevoelig zijn voor zelfontbranding. De metalen, zuren en katalysatoren in batterijen reageren verschillend op factoren zoals extreme hitte. Voor recyclers is het van belang te weten hoe bepaalde batterijen kunnen reageren op de omstandigheden die worden aangetroffen in schrootvoorraden. In het midden en aan de onderkant van deze schrootvoorraden kan de temperatuur een punt bereiken waarop lithium-ion batterijen oververhit kunnen raken, gaan smeulen en een grote brand veroorzaken.¹⁷ Temperaturen boven de 60 graden Celsius kunnen in een lithium-ion batterij spontane ontbranding veroorzaken.

Het grootste probleem van dergelijke batterijen is dat zij door verschillende oorzaken instabiel kunnen worden. Instabiliteit kan in het uiterste geval leiden tot kortsluiting en spontane ontbranding waarbij giftige stoffen vrijkomen. Omdat bij een batterijbrand ook zuurstof vrijkomt, houdt de brand zichzelf lange tijd in stand. Dit wordt ook wel een 'thermal runaway' genoemd, een brand die zichzelf dankzij een kettingreactie in stand houdt. Door de druk die in de batterij ontstaat, kunnen bij een explosie delen van de batterij weggeslingerd worden.

¹⁴ <https://www.ifv.nl/kennisplein/brandpreventie-fire-safety-engineering/incidenten/onderwerp-van-de-maand-metaalbroei>.

¹⁵ <https://www.bandenpro.nl/uncategorized/2014/01/28/rubber-mogelijke-oorzaak-brand-bij-afvalverwerkingsbedrijf/?qdpr=accept>.

¹⁶ <https://www.ifv.nl/kennisplein/brandpreventie-fire-safety-engineering/incidenten/onderwerp-van-de-maand-metaalbroei>.

¹⁷ <https://www.recyclingtoday.com/article/rt1015-lithium-ion-batteries-fire-hazard/>.

Bij het blussen van de brand ontstaat giftig bluswater, dat weer een gevaar vormt voor brandweermensen en omstanders bij een brand.¹⁸

Zelfontbranding kan behalve door blootstelling aan hitte ook teweeggebracht worden door contact met extern materiaal, door schade (als gevolg van incorrect ontwerp of handelen tijdens transport, gebruik en opslag) en door fysieke impact (een schok), zoals tijdens de demontage of wanneer een accu per ongeluk in de shredder belandt. Hierbij kan kortsluiting ontstaan, die kan leiden tot een explosie of brand (Herreras-Martínez et al., 2021).

In tabel 2.2 staan het percentage en aandeel branden veroorzaakt door zelfontbranding weergegeven. Het aandeel van dergelijke branden varieert tussen de 55 % in Zweden en 11 % in Oostenrijk (Mikalsen et al., 2021; Nigl et al., 2019). In werkelijkheid kan het aandeel van dergelijke branden nog groter zijn geweest. Zelfontbranding is namelijk moeilijk te identificeren, waardoor branden die gerapporteerd staan met 'onbekende oorzaak' eveneens door zelfontbranding kunnen zijn ontstaan (Mikalsen et al., 2021). Bij afvalbranden wordt zelfontbranding door 'onbekende oorzaak' het vaakst gerapporteerd.

Tabel 2.2 Aandeel oorzaak 'zelfontbranding' bij afval- en recyclingbedrijven (Mikalsen et al., 2021; Nigl et al., 2019)

Land	Periode	Percentage	Aantal branden
Zweden	2012 tot 2015	55 %	271
Duitsland: Noordrijn-Westfalen	2011 tot 2014	33 %	13
Duitsland: Saksen	2003 tot 2007	23 %	13
	2014 en 2015	36 %	12
Oostenrijk	2003 tot 2007	17 %	14
	2007 tot 2017	11 %	31

Hoewel de tabel voor Oostenrijk een afname laat zien van het aandeel branden veroorzaakt door zelfontbranding, is het aantal afvalbranden met deze brandoorzaak vanaf 2014 weer gestegen (Nigl et al., 2019).

2.2.2 Menselijk handelen

Menselijk handelen is ook een oorzaak voor het ontstaan van branden bij afval- en recyclingbedrijven (Manchester & Bardos, 2004; Mikalsen et al., 2021; Nigl et al., 2019). Brand door menselijk handelen kan intentioneel zijn (zoals brandstichting) of niet-intentioneel (zoals door reparatiewerkzaamheden of werken met open vuur). Niet-intentionele branden kunnen in de autorecycling onder andere veroorzaakt worden door het snijden in voertuigen waarbij vonken vrijkomen. Bij het pletten van voertuigen kan eveneens brand ontstaan, bijvoorbeeld doordat batterijen in de wrakken achtergebleven zijn (verloren voorwerpen). Verder kan brand ontstaan als gevolg van het onveilig verwijderen van brandbare (vloeistoffen) uit autowrakken, waarbij gemorst materiaal in combinatie met vonken (snijwerkzaamheden) of open vuur (roken) brand kan veroorzaken. In ruimten waar brandbare vloeistoffen worden

¹⁸ <https://www.leanlogistics.nu/blog/lithium-ion-de-risicos-en-preventie>.

opgeslagen en binnen 3 meter van de opslagtank of lekbak geldt conform PGS 30 een verbod op roken en brandgevaarlijke werkzaamheden. Maar gezien de hoeveelheid aanwezige snelle brandstoffen op het terrein zou het verbod op roken en open vuur ook moeten gelden nabij overige opslagplaatsen.

Ook het nalaten van bepaalde handelingen kan leiden tot brand. Zo kan een gebrek aan controle op de temperatuur in afvalbergen een belangrijke rol spelen in het veroorzaken van grootschalige branden. Met name bij het innemen en deponeren van afval zou controle veel ellende voorkomen. Ten slotte kan brand ontstaan wanneer brandbare (vloeistof)stoffen niet veilig worden opgeslagen, enerzijds omdat door bijvoorbeeld oververhitting of broei brand kan ontstaan, anderzijds doordat dergelijke stoffen door brandstichters als ontstekingsmateriaal gebruikt kunnen worden.

Brandstichting kan gedaan worden vanuit verschillende motieven. Zo kan er een pyromaan actief zijn, kan het een uiting zijn van vandalisme of kan er sprake zijn van een conflict. De middelen om brand te stichten zijn doorgaans op een autodemontagebedrijf aanwezig: benzine als brandversneller en autobanden of schuimrubber als brandbaar materiaal. Met name buiten bedrijfsuren is het belangrijk deze zaken buiten bereik van potentiële brandstichters te houden. Indien er niet afdoende maatregelen worden getroffen om de brandveiligheid te waarborgen, kan er sprake zijn van nalatigheid. Dit blijkt uit een pilot van de Nationale Politie (eenheid Rotterdam), IL&T, Brandweer Rotterdam-Rijnmond en DCMR Milieudienst Rijnmond (Anoniem, 2019), waarin onderzoek is gedaan naar de oorzaken van afvalbranden, zie ook bijlage 1.

2.3 Brandbare materialen

Branden ontstaan in brandbare materialen. In basis zijn er twee typen brandbare materialen in de autorecycling te onderscheiden: snelle brandstoffen die leiden tot een snelle branduitbreiding, en langzame brandstoffen die weliswaar niet snel in brand raken, maar áls ze eenmaal ontbrand zijn langdurig blijven branden en moeilijk te blussen zijn. Branden in langzame brandstoffen kunnen, afhankelijk van de hoeveel brandstof, dagen aanhouden. Restbenzine en schuimrubber zijn voorbeelden van snelle brandstoffen. Rubber en stukken hout, die soms in de recyclingstroom terechtkomen, zijn voorbeelden van langzame brandstoffen.

2.3.1 Snelle brandstoffen

In snelle brandstoffen kan eenvoudig brand ontstaan, of kan brand zich snel uitbreiden. In branden die worden veroorzaakt door menselijk handelen spelen dergelijke brandstoffen vaak een rol. Om brand in snelle brandstoffen te voorkomen, zal met name kritisch gekeken moeten worden naar de wijze waarop met deze stoffen wordt gewerkt.

Benzine- en dieselresidu en remvloeistof

Het EA (Verenigd Koninkrijk) geeft in zijn handleiding voor het maken van een brandpreventieplan aan dat het onveilig verwijderen van brandbare (vloeistof)stoffen uit autowrakken, evenals lekkage en morsen van brandbare vloeistoffen veelvoorkomende oorzaken zijn van brand in afvalverwerkingsbedrijven (EA, 2016).¹⁹ Bij autorecycling gaat het met name om het verwijderen van een benzineresidu en van remvloeistof, en in mindere mate om dieselresidu. In combinatie met demontage door slijpen kan eenvoudig brand

¹⁹ <https://atfpro.co.uk/fire-prevention-at-elv-sites/>.

ontstaan in benzineresidu of daarmee vervuilde stoffen. Remvloeistof zal vanwege een relatief hoge ontbrandingstemperatuur niet snel in brand raken, maar kan bij een eenmaal ontstane brand wel voor een versnelling van de branduitbreiding zorgen.

Lithium-ion batterijen

Het is al langer bekend dat lithium-ion batterijen relatief makkelijk kunnen ontbranden (Herrerias-Martínez et al., 2021). In de afgelopen jaren is het gebruik van lithium-ion batterijen gestegen, hetgeen ook terug is zien in branden bij afval- en recyclingbedrijven (Nigl et al., 2019; Mikalsen et al., 2021). Lithium-ion batterijen veroorzaken relatief vaak brand bij afvalbedrijven (Beaudet, Larouche, Amouzegar, Bouchard & Zaghbi, 2020). In Californië werd 65 % van de brandincidenten bij afvalbedrijven in 2017 veroorzaakt door lithium-ion batterijen; in het Verenigd Koninkrijk was dit 25 %. Ook worden lithium-ion batterijen vaak gerapporteerd als oorzaak van brand bij afvalstortplaatsen (Larouche et al., 2020). Uit onderzoek naar brandincidenten bij afvalbedrijven in Noorwegen werden batterijen (waaronder lithium-ion batterijen) in 22 % ($n=26$) van de gevallen als oorzaak van afvalbranden tussen 2016 en 2018 genoemd.

In Zweden werden batterijen niet afzonderlijk gerapporteerd als oorzaak, maar vielen onder de bredere categorie zelfontbranding, wat in 55 % ($n=271$) de oorzaak was tussen 1998 en 2015 (Mikalsen, Lönnermark, Glansberg, McNamee & Storesund, 2021). Het is namelijk lastig om lithium-ion batterijen als brandoorzaak te identificeren. Dit maakt dat sommige branden die door dergelijke batterijen ontstaan, worden toegeschreven aan de algemenere categorieën 'zelfontbranding' of 'oorzaak onbekend'. Aan de andere kant worden branden door lithium-ion batterijen soms ook bewust als zelfontbranding gerapporteerd, zoals in Noorwegen (Mikalsen et al., 2021). Het kan dus zijn dat er meer branden ontstaan door lithium-ion batterijen dan gerapporteerd wordt.

Kunststof en schuimrubber

Diverse auto-onderdelen bestaan uit kunststof, zoals bumpers, dashboards, spiegelkappen en deurpanelen. Deze onderdelen zijn als geheel wel brandbaar, maar niet eenvoudig te ontsteken. Geshredderd kunststof daarentegen raak eenvoudiger in brand, zeker in combinatie met metaal. Voor zover bekend, geldt er geen normering voor het brandvertragend uitvoeren van kunststoffen en textiel in auto's. Wanneer schuimrubber en kunststof-bekleding niet brandvertragend zijn uitgevoerd, zijn ze eenvoudig te ontsteken. Met name in combinatie met brandgevaarlijke werkzaamheden zoals slijpen, kan dit type brandstof eenvoudig ontbranden. Daarnaast is schuimrubber gevoelig voor broei.

2.3.2 Langzame brandstoffen

Langzame brandstoffen vormen vooral een probleem voor de brandbestrijding. Hoewel er niet snel brand in ontstaat, zijn langzame brandstoffen nauwelijks te blussen. Het is daarom vooral van belang brand in langzame brandstoffen te voorkomen en te zorgen dat de hoeveelheid brandbare stof die bij de brand betrokken kan raken beperkt is.

Lithium-ion batterijen

Bij lithium-ion batterijen bestaat de kans op zelfontbranding. De kans op zelfontbranding van een batterijpakket en een thermal runaway wordt groter naarmate de batterij meer is opgeladen en er dus sprake is van een hoger percentage voor de opgeslagen energie in de batterij ('state of charge' (SoC)). Ook komt er na ontsteking meer energie vrij naarmate de batterij meer is opgeladen (Ghiji, Edmonds & Moinuddin, 2021). Verder blijkt dat hoe hoger

de celspanning of laadtoestand is, hoe lager de temperatuur is waarbij ontsteking plaatsvindt. Bij temperaturen van 170 °C kunnen explosies ontstaan en kan de temperatuur in de batterij snel oplopen tot 700 °C –800 °C. Bij een laadtoestand (SoC) van ongeveer 30 % of minder blijkt de kans op het ontstaan van brand het kleinst (Herreras-Martinez et al., 2021).

Wanneer eenmaal sprake is van brand in een batterijpakket van een elektrisch voertuig, is de brand lastig te bestrijden. Een effectief gebleken methode is om het voertuig (of het gedemonteerde batterijpakket) gedurende lange tijd in een bak met water onder te dompelen (Cui, Liu, Han, Sun & Cong, 2022).

Gezien de kans op zelfontbranding en de kans op een langdurige, lastig te bestrijden brand, is een lithium-ion batterij zowel een snelle als een langzame brandstof.

Autobanden

Afvalbranden waarbij autobanden betrokken zijn, kunnen een grote impact hebben op de omgeving door de productie van schadelijke, toxische gassen, zwarte rook, vervuiling van gebruikt bluswater en stralingswarmte, die kan leiden tot ontbranding van omringende materialen (Manchester & Bardos, 2004). Oorzaken voor ontbranding van autobanden of rubber kunnen zijn: brandstichting, aanstraling, open vuur door werkactiviteiten en zelfontbranding. Zelfontbranding wordt vooral geassocieerd met het rubber in het shredderresidu, maar kan ook voorkomen bij langdurige opslag van hele autobanden (Manchester & Bardos, 2004).

Branden met stapels autobanden zijn heel moeilijk te blussen. Goed voorbeeld is de brand in de Heyope brandstortplaats in South Wales, die van 1989 tot ten minste 2004 heeft gebrand. Dit had te maken met de locatie en de grootte van de berg autobanden. De bandenstortplaats met naar schatting in totaal 10 miljoen banden lag in een diep beboste vallei. Er waren geen vlammen, maar uit temperatuurmetingen bleek sprake van een intense hitte in de opslagstapel. De banden waren te dicht op elkaar gepakt voor brandweerlieden om te blussen.²⁰ Door de vorm van de banden is het bovendien moeilijk om het bluswater binnen in de berg autobanden te krijgen (Manchester & Bardos, 2004).

In Zweden was rubbergranulaat in 2 % ($n=2$) gevallen het materiaal dat brandde bij afvalbranden tussen 2016 en 2018 (Mikalsen et al., 2021). In Oostenrijk waren tussen 2007 en 2017 oude autobanden (end-of-waste tires) in 0,5 % ($n=1$) van de branden het materiaal dat brandde (Nigl et al., 2019). Branden met rubber of autobanden komen dus niet vaak voor, maar de impact van een brand met autobanden (of rubber) wordt beschouwd als groot (Manchester & Bardos, 2004) of gemiddeld (Mikalsen et al., 2021).

Metaal

In Oostenrijk was in 6 % ($n=18$) van de afvalbranden tussen 2007 en 2017 metaal het materiaal dat brandde (Nigl et al., 2019). Bij branden bij afval- en recyclingbedrijven in Noorwegen en Zweden was metaal in 4 % ($n=9$) het materiaal dat brandde (Mikalsen et al., 2021). Branden met metaal komen af en toe voor en worden niet gezien als branden met een grote impact (Mikalsen et al., 2021). Een uitzondering betreffen branden in geshredderd aluminium afval. Terwijl massieve onderdelen van aluminium een dunne oxidelaag hebben die de diffusie van zuurstof belemmert en dus een chemische reactie voorkomt, hebben

²⁰ Zie [hier](#).

kleine aluminiumdeeltjes en aluminiumstof een hoge verbrandingssnelheid.²¹ In contact met water geeft aluminium warmte en waterstof af, waardoor een brand zich sneller uitbreidt. Aluminium wordt onder andere toegepast in motoronderdelen en in velgen. Motorblokken worden doorgaans in hun geheel gedemonteerd en apart afgevoerd, waardoor het risico op brand als gevolg van broei in 'geschredderd' metaal zeer gering zal zijn. Wel kan aluminium een bijdrage leveren aan de brandontwikkeling van een eenmaal ontstane brand.

2.4 Overzicht van risico's van brand

Branden in de autorecyclingindustrie blijken in Nederland vooral voor te komen bij auto-demontagebedrijven en bij tussenhandelaren. Afgezet tegen het aantal bedrijven is de kans op brand echter het grootst bij shredderbedrijven. Branden in de autorecyclingindustrie hebben de potentie om uit te breiden tot branden waarbij grootschalig optreden door de brandweer noodzakelijk is. Dergelijke branden kunnen bovendien lang aanhouden en hebben een vrij grote impact op de maatschappij.

Er is weinig statistisch betrouwbare informatie over de oorzaken van brand in de autorecyclingindustrie te vinden. Zowel uit Nederlandse gegevens als uit gegevens uit het buitenland is de brandoorzaak in de meeste gevallen niet te achterhalen. Daar waar wel een oorzaak bekend is, lijkt brand vooral te ontstaan door zelfontbranding (broei in afvalhopen en zelfontbranding van accu's) en door brandgevaarlijke werkzaamheden (slijpen, pletten, verwijderen van brandbare vloeistoffen).

Wat betreft de brandbaarheid van materialen is een onderscheid in snelle en langzame brandstoffen van belang. Snelle brandstoffen (accu's, brandbare vloeistoffen, kunststoffen en schuimrubber), kunnen eenvoudig in brand raken. Langzame brandstoffen (accu's, autobanden en metaal), kunnen niet eenvoudig ontsteken, maar als ze eenmaal ontbrand zijn, kan de brand nauwelijks geblust worden. Accu's van elektrische voertuigen zijn zowel snelle als langzame brandstoffen, omdat ze eenvoudig kunnen ontbranden en lastig te blussen zijn.

²¹ <https://www.delfinnederland.nl/nieuws/vijf-gevaarlijke-aspecten-van-aluminium-die-elke-werknemer-moet-kennen>.

3 Maatregelen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag: *Welke mogelijke maatregelen in de gehele autorecyclingketen kunnen verbetering brengen in de brand(on)veiligheid van de gehele keten?*

3.1 Doelstelling van brandveiligheidsmaatregelen

Het EA heeft een handleiding voor brandpreventieplannen (EA, 2016) opgesteld, onder andere om milieuschade te voorkomen. In de handleiding staan drie hoofddoelstellingen en enkele maatregelen om deze te bereiken. De drie doelstellingen zijn:²²

- > het beperken van de kans op brand
- > het beperken van de uitbreiding van de brand op het terrein en naar aangrenzende bedrijven
- > het streven om een brand binnen 4 uur te blussen.

In een brandpreventieplan wordt gekeken naar alle aspecten van het bedrijfsproces, inclusief de werkzaamheden en infrastructuur, de wijze waarop (afval)materialen worden opgeslagen, de afvalbeheerprocessen en de brandbeveiliging en brandveiligheidsprocedures. Het gaat onder andere om:

- > de activiteiten die worden uitgevoerd
- > de lay-out van het terrein, de afstanden tussen (afval)hopen en het quarantainegebied voor snelle brandstoffen
- > de infrastructurele maatregelen, bijvoorbeeld brandmuren
- > de totale hoeveelheid afval dat is opgeslagen op het terrein (per afvalsoort)
- > de opslaglocaties per afvalsoort
- > de maximale tijdsduur dat elk type afval op het terrein wordt opgeslagen
- > het maximale volume van elke afvalhoop
- > de methoden voor het opslaan van elk afvaltype
- > de afvalbeheertechnieken
- > de branddetectie (geautomatiseerde systemen)
- > de brandbestrijdingstechnieken (instructies en installaties)
- > watervoorzieningen
- > het beheer van bluswater
- > calamiteitenplannen voor brand.

In het brandpreventieplan worden alle brandgevaarlijke activiteiten beschreven, inclusief additionele risico's door geplande omstandigheden, zoals werkzaamheden, en redelijkerwijs te verwachten onvoorziene omstandigheden, zoals een tijdelijke sluiting van de locatie. Deze beschrijving bevat een gedetailleerde weergave van de activiteiten die worden uitgevoerd, inclusief waar, hoe, en met welk gereedschap en welke machines.

Op basis van de beschrijving van de werkproces-gerelateerde brandrisico's moeten maatregelen worden genomen om deze risico's te verkleinen. Het EA stelt dan ook dat een

²² <https://www.wiserenvironment.co.uk/resources/seven-things-you-need-to-know-about-fire-prevention-plans/>.

brandpreventieplan nodig is als onderdeel van de bedrijfsvoering. Personeel en andere personen die op de locatie werkzaam zijn, moeten het plan kennen, zodat zij weten hoe een brand kan worden voorkomen en hoe zij moeten handelen bij brand. In geval van een incident moet dit plan aan de brandweer overlegd kunnen worden. Doordat alle risico's specifiek voor de betreffende locatie in dit plan zijn beschreven, biedt het een bron van informatie voor de te kiezen tactiek voor de brandweerinzet.

In de volgende paragraaf worden maatregelen genoemd die de kans op het ontstaan van brand zoveel mogelijk kunnen verkleinen. In de paragraaf 3.3 worden maatregelen gegeven om branduitbreiding zoveel mogelijk te beperken. In de laatste paragraaf worden maatregelen voor brandbestrijding weergegeven.

3.2 Brand voorkomen

Om het ontstaan van brand te voorkomen zijn in basis enkele 'eenvoudige' maatregelen te treffen in het proces van autodemontage:²³

- > Controleer direct bij aankomst welk type voertuig binnenkomt, in het bijzonder wat de aandrijflijn van het voertuig is.
- > Zorg voor een zo snel als redelijkerwijs mogelijk is ontladen, loskoppelen (en bij voorkeur verwijderen) van accu's nadat voertuigen op de locatie zijn gearriveerd. Dit vermindert het risico op elektrische kortsluitingen.
- > Maak gebruik van veilige apparatuur om brandstofresidu uit tanks te verwijderen.
- > Sla brandstof op in containers die daarvoor zijn ontworpen.
- > Handhaaf het rookverbod voor zowel personeel als klanten.
- > Zorg ervoor dat voertuigen volledig worden ontdaan van snelle brandstoffen (met name van accu's en brandbare vloeistoffen) voordat ze worden verpletterd en versnipperd.
- > Besteed tijdens een langdurige hete en droge periode bijzondere zorg aan:
 - het koel bewaren van met olie verontreinigde materialen, zoals poetslappen en doeken die zijn gebruikt om olie en gemorste brandstof op te nemen, om daarmee het risico van zelfontbranding te verminderen.
 - het veilig uitvoeren van snij- en laswerk vanwege een groter risico op het ontstaan van brand in droge vegetatie en afvalhopen. Hiertoe kunnen brandwachten ingezet worden tijdens brandgevaarlijke werkzaamheden en is het verplaatsen van deze werkzaamheden naar gebieden buiten begroeide terreinen een mogelijkheid.

In paragraaf 2.2 zijn de meest veelvoorkomende brandoorzaken besproken. Hieronder worden per brandoorzaak maatregelen genoemd om het risico op deze brandoorzaken zoveel mogelijk te beperken, in lijn met de eerste doelstelling van het EA. Waar nodig is een nadere toelichting op deze maatregelen opgenomen in Bijlage 2: Maatregelen. Het nummer van de toelichting staat achter de maatregel tussen haakjes.

(Kortsluiting in) batterijen

- > Zorg voor voldoende opleiding van personeel in het veilig om gaan met batterijen (B2.1).
- > Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen (B2.2.4), bij voorkeur in waterdichte en hittebestendige bakken, die in geval van brand volledig gevuld kunnen worden met water.
- > Voorkom verkeerd weggegooide batterijen (B2.2.4).

²³ <https://environmentagency.blog.gov.uk/2018/08/31/whats-the-burning-issue/>.

Onveilig verwijderen van brandbare (vloei)stoffen (uit een autowrak)

- > Monitor het bestaande proces van controle bij inname van auto(wrakken) op beschadigingen en voorkom daarmee chemische reacties tussen afvalsoorten. Kijk daarbij of verbeteringen in het proces nodig zijn (B2.2.1).
- > Lekkages en morsen van brandstoffen en brandbare vloeistoffen moeten worden voorkomen. Beschrijf tevens in het brandpreventieplan hoe wordt omgegaan met lekkages en morsen.

Ondeugdelijke opslag van brandstoffen

- > Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen (B2.2.4).

Snijden of pletten van voertuigen

- > Voer las- en slijpwerkzaamheden ('hot works') uit volgens de daarvoor bedoelde procedures (B2.1).
- > 'End of live voertuigen' moeten volgens het EA volledig zijn gedemonteerd van verplicht te demonteren materialen voor ze worden geplet.

Roken

- > Niet roken op het terrein of alleen op aangewezen rooklocaties.

Brandstichting

- > Tref beveiligingsmaatregelen (B2.2.6).
- > Zorg dat brandversnellers niet toegankelijk zijn voor onbevoegden (B2.2.5).

Open vuur op het terrein (bijvoorbeeld afvalverbranding)

- > Houd open vuur, ruimteverwarmingstoestellen, ovens, verbrandingsovens en andere ontstekingsbronnen zes meter weg van brandbaar en ontvlambaar afval.

Vergrootglaseffect

- > Scherm af of verplaats (alle) reflecterende oppervlaktes om reflectie van zonlicht op het afval te voorkomen. Dit is met name van belang bij zonnig weer.

Zelfontbranding (B2.2.3)

- > Monitor en controleer de temperatuur.
- > Neem maatregelen bij warm en droog weer.
- > Beperk opslagtijden.
- > Beperk opslag van kleine residudelen.

Menselijk handelen (B2.1)

- > Ga zorgvuldig om met industriële heaters.
- > Let op warme machineonderdelen en installaties.
- > Stel onderhouds- en inspectieprogramma's op voor mobiele installaties en gereedschappen, in het bijzonder snijapparatuur.
- > Voorkom elektrische defecten in gebruikte apparaten en installaties.
- > Voorkom ophoping van losliggende brandbare materialen en stof.
- > Zorg dat personeel opgeleid c.q. getraind is om veilig met apparaten en installaties te werken en de risico's van deze apparaten en installaties kent.

3.3 Branduitbreiding beperken

Om branduitbreiding te beperken is een snelle detectie van brand de belangrijkste maatregel. Daartoe kan de installatie van een branddetectiesysteem zinvol zijn. Het brandpreventieplan moet volgens het EA weergeven hoe het branddetectiesysteem vroegtijdig alarm slaat tijdens en buiten werktijden. De wijze van detectie moet volgens het EA aansluiten bij de aard en omvang van het afval en bij de werkzaamheden die worden uitgevoerd met de bijbehorende risico's. Daarbij mag het detectiesysteem handmatig of automatisch zijn.

Voorbeelden van geschikte systemen zijn:

- > rook- en hittedetectoren inclusief temperatuursondes.
- > Vlamdetectiecamera's.
- > vonk-, infrarood- en ultravioletdetectie.

De branddetectie moet daarbij erkend gecertificeerd zijn.

Hieronder volgen enkele maatregelen die zich richten op het beperken van de branduitbreiding. Waar nodig is een nadere toelichting op de maatregelen opgenomen in Bijlage 2: Maatregelen. Het nummer van de toelichting staat achter de maatregel tussen haakjes.

Branduitbreiding voorkomen tussen afval- en autostapels

- > Houd voldoende afstand tussen stapels residu en/of autowrakken (B2.3.1).
- > Plaats brandmuren; hiermee kunnen kleinere afstanden tussen stapels worden gehanteerd (B2.3.2).

Brandbeheerssysteem

In geval van opslag van afval en/of autowrakken binnen een gebouw stelt het EA dat er een brandbeheerssysteem aanwezig moet zijn. Dit systeem moet aansluiten bij de aard en omvang van het afval en de uit te voeren werkzaamheden. Het brandbeheerssysteem mag zowel handmatig als automatisch zijn. Enkele voorbeelden van automatische brandbeheerssystemen zijn: sprinkler, watermist, watergordijn, blusmonitor, poeder- / gasblussing. Enkele voorbeelden van handmatige brandbeheerssystemen zijn blushaspels, blusdekens en brandblussers. Al deze systemen dienen erkend gecertificeerd te zijn.

Het brandbeheerssysteem moet in staat zijn dan wel de mogelijkheid creëren voor de brandweer om een brand binnen vier uur te kunnen blussen. Daarbij dient in acht te worden genomen dat:

- > de brandweer het pand mogelijk niet kan betreden tijdens de brand.
- > het systeem de brand niet zal blussen, maar wel branduitbreiding kan voorkomen en daarmee de kans op een succesvolle brandweerinzet groter zal maken.

Incident en omgeving

Het brandpreventieplan moet volgens het EA informatie bevatten over de maatregelen die worden genomen tijdens het incident om:

- > inkomend afval gedurende de incidentfase naar alternatieve locaties te sturen.
- > de omgeving van het bedrijf te informeren over de effecten van de brand op de omgeving.

3.4 Brandbestrijding

De verantwoordelijkheid voor het bestrijden van een beginnende brand ligt bij de beheerder van het terrein waarop de brand ontstaat. Het personeel zal daarom kennis moeten hebben van de risico's van brand en eventueel in staat moeten zijn om een kleine brand met een brandblusser te bestrijden (B2.1). Daarnaast moet het terrein volgens het EA dusdanig zijn ingericht dat offensieve brandbestrijding door de brandweer mogelijk is en de brand binnen vier uur kan worden geblust (B2.4).

Maatregelen voor de inrichting van het terrein ten behoeve van brandbestrijding:

- > Houd een quarantainegebied vrij (B2.4.1).
- > Hanteer een maximale rijbreedte van wrakken (B2.4.2).
- > Hanteer een maximale omvang van de opslagstapels (B2.4.3).
- > Containers moeten minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn (B2.4.4).
- > Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen (B2.2.4), bij voorkeur in waterdichte en hittebestendige bakken, die in geval van brand volledig gevuld kunnen worden met water.

Een bedrijf dient volgens het EA middelen ter beschikking te hebben om brandbestrijding tijdens en buiten werktijden mogelijk te maken. Daarbij kan men denken aan materieel en mensen om materialen en autowrakken te verplaatsen, en aan voldoende bluswater en financiële ruimte om ad-hoc maatregelen te kunnen treffen. Ook kan een bedrijf zelf niet-brandend materiaal of risicovolle objecten koelen met water en niet-brandend materiaal verwijderen van de brand met zware machines. Tevens stelt het EA dat een bedrijf met zware machines de brandbestrijding kan ondersteunen om brandend afval onder te dompelen in water of af te blussen met water. Daarnaast kan er zand en dergelijke worden gebruikt om de brand te verstikken. Dit zal dan wel op het terrein aanwezig moeten zijn.

4 Selectie van maatregelen

4.1 Inleiding

Aan de hand van een analyse van databases met incidentgegevens en internationale literatuur over brandveiligheid in autorecyclingbedrijven, zijn de risico's van brand in deze bedrijven geïnventariseerd. Deze analyse heeft geresulteerd in een overzicht van veelvoorkomende oorzaken van brand in autorecyclingbedrijven en in een overzicht van de brandrisico's van de afzonderlijke materialen die worden verwerkt. Verder zijn relevante maatregelen voor het verkleinen van de kans op brand in autorecyclingbedrijven opgesomd. Uit deze lijst is door het NIPV een selectie gemaakt van maatregelen die naar onze inschatting de grootste bijdrage leveren aan de reductie van het brandrisico, ofwel kans verkleinend ofwel effectreducerend. De selectie is gedaan door de focus te leggen op:

- > de aspecten die een rol hebben gespeeld bij relevante grootschalige branden
- > de maatregelen die de kans op veelvoorkomende brandoorzaken beperken.

De in de volgende paragrafen genoemde maatregelen moeten worden gecombineerd met de motivatie en het streven om veilig te werken. Zonder deze motivatie en de toepassing van gezond verstand zal de effectiviteit van de maatregelen zeer beperkt zijn. Hieronder komen allereerst de maatregelen aan de orde die de kans op een grotere brand, waarbij de brandweer meer dan drie tankautospuiten moet inzetten, kunnen verkleinen. Vervolgens wordt ingegaan op maatregelen die tot doel hebben veelvoorkomende brandoorzaken te voorkomen. In de laatste paragraaf presenteren we een selectie van maatregelen die op korte termijn getroffen kunnen worden.

4.2 Beperken van de kans op het ontstaan van brand

De Nederlandse brandstatistieken bieden te weinig informatie om de belangrijkste brandoorzaken van branden in de autorecyclingketen te achterhalen. Deze informatie is wel van de ons omringende landen bekend (Groot-Brittannië, Duitsland, Zweden, Noorwegen, Oostenrijk). Op basis van statistieken op gebied van woningbranden kan vastgesteld worden dat de veelvoorkomende brandoorzaken in Nederland in lijn liggen met de brandoorzaken in de ons omringende landen (Brandweeracademie, 2018). Verder zijn de processen voor verwerking internationaal vergelijkbaar. Daarom verwachten we dat de veelvoorkomende oorzaken van brand in de autorecyclingindustrie in Nederland ook in lijn liggen met die in de ons omringende landen. Derhalve gebruiken we hier de gegevens uit de genoemde landen. In tabel 4.1 zijn, per veel voorkomende brandoorzaak, maatregelen genoemd die branduitbreiding kunnen voorkomen. De verwijzingen tussen haakjes (Bx.x.x) verwijzen naar de paragraaf in bijlage 2, waarin een nadere uitwerking van de maatregelen is opgenomen.

Tabel 4.1. Maatregelen om het ontstaan van brand te voorkomen

Brandoorzaak	Maatregel
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> > Innamebeleid: controleer direct bij aankomst welk type voertuig binnenkomt, en in het bijzonder wat de aandrijflijn van het voertuig is.
Zelfontbranding	<ul style="list-style-type: none"> > Monitor en beperk de temperatuur in opslagstapels en autowrakken (B2.2.2), bij voorkeur via een automatisch hittedetectiesysteem. De ladingen met verhoogde temperaturen dienen daarbij te worden verplaatst naar het quarantainegebied. > Neem maatregelen bij warm en droog weer (B2.2.3), onder andere: <ul style="list-style-type: none"> – Minimaliseren van opslagtijden – Afval zoveel mogelijk afschermen van direct zonlicht – Mogelijkheden creëren voor de hitte om vrij te komen – Frequentere temperatuurmonitoring – Herinrichten van de bedrijfslocatie.
(Kortsluiting in) batterijen	<ul style="list-style-type: none"> > Zorg voor voldoende opleiding van personeel voor het veilig omgaan met batterijen (B2.1) > Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen (B2.2.4), bij voorkeur in waterdichte en hittebestendige bakken, die in geval van brand volledig gevuld kunnen worden met water.
Onveilig verwijderen van brandbare (vloeistoffen) (uit autowrak)	<ul style="list-style-type: none"> > Monitor het bestaande proces van controle bij inname van auto(wrakken) op beschadigingen en voorkom daarmee chemische reacties tussen afvalsoorten. Kijk daarbij of verbeteringen in het proces nodig zijn. (B2.2.1) > Monitor bij inname van auto(wrakken) op temperatuursverhoging van het wrak en verplaats het voertuig veilig naar de opslag. (B2.2.1) > Tref maatregelen om lekkages en het morsen van brandstoffen en brandbare vloeistoffen te voorkomen. (B2.2.1)
Brandstichting	<ul style="list-style-type: none"> > Tref beveiligingsmaatregelen in en rond de bedrijfslocatie. (B2.2.6)
Menselijk handelen	<ul style="list-style-type: none"> > Zorg dat personeel opgeleid c.q. getraind is om veilig met apparaten en installaties te werken en de risico's van deze apparaten en installaties kent. > Voer onderhoud uit en voorkom elektrische defecten in apparaten en installaties. (B2.1) > Voer controle uit op warme machineonderdelen en installaties. (B2.1) > Voorkom ophoping van losliggende brandbare materialen en stof. (B2.1)
Vergrootglaseffect	<ul style="list-style-type: none"> > Voorkom reflectie van zonlicht op het afval door (alle) reflecterende oppervlaktes af te schermen of te verplaatsen. Hierbij valt te denken aan de richting van de voertuigen (minst reflecterende oppervlakte richting de zon) en het plaatsen van schaduwdoeken.

4.3 Beperken van de kans op branduitbreiding

Met name grote(re) branden hebben impact op de autorecyclingindustrie, en daarom zouden maatregelen zich in beginsel moeten richten op het voorkomen van branduitbreiding. Uit de Nederlandse brandstatistieken is gebleken dat in de periode 2016-2018 in 27 gevallen sprake was van een grotere brand in een auto- of metaalrecyclingbedrijf, waarbij de brandweer met drie of meer tankautospuiten heeft moeten uitrukken. In 6 gevallen was specifiek sprake van een brand binnen de keten van autodemontage tot en met shredder. De exacte oorzaken van de branden zijn niet bekend, maar wel zijn de objecten bekend waarin de brand is ontstaan (zie tabel 2.1). In de tabel 4.2 zijn, per object waarin brand is ontstaan, maatregelen genoemd die branduitbreiding kunnen voorkomen. De verwijzingen tussen haakjes (Bx.x.x) verwijzen naar de paragraaf bijlage 2, waarin een nadere uitwerking van de maatregelen is opgenomen.

Tabel 4.2 Maatregelen om kans op branduitbreiding te beperken

Object waarin brand is ontstaan	Maatregel
Algemeen	<ul style="list-style-type: none">> Het personeel van het bedrijf moet kennis hebben van de risico's van brand en eventueel in staat zijn om een kleine brand met een brandblusser te bestrijden. (B2.1)> Houd voldoende quarantainegebieden (een of meerdere) vrij waar een brandend object geïsoleerd kan worden. (B2.4.1)> Zorg dat opslagstapels minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn voor brandbestrijding. (B2.4.4)
Stapel autowrakken	<ul style="list-style-type: none">> Hanteer een maximale rijbreedte van 2 auto's. (B2.4.2)> Hanteer bij stapelen een maximale hoogte van 2 voertuigen, mits de vloeistoffen verwijderd zijn; anders mogen de voertuigen niet gestapeld zijn. (B2.4.2)> Hanteer voldoende afstand (6 meter) tussen opslagstapels. (B2.3.1)
Machine waarin metaal wordt gescheiden	<ul style="list-style-type: none">> Machines moeten minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn voor brandbestrijding. (B2.4.4)
Zeecontainers voor opslag	<ul style="list-style-type: none">> Containers moeten minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn voor brandbestrijding (van buitenaf). (B2.4.4). De container openen kan leiden tot een gaswolkexplosie.

4.4 Samenvatting

In de vorige paragrafen is een selectie weergegeven van maatregelen. Deze maatregelen zijn geselecteerd omdat ze 1) ingrijpen op omstandigheden bij daadwerkelijk voorgekomen grootschalige branden bij autorecyclingbedrijven in Nederland en/of 2) ingrijpen op veelvoorkomende brandoorzaken uit met Nederland vergelijkbare landen. Hieronder vatten we de selectie van maatregelen samen en worden de maatregelen gegroepeerd in maatregelen die betrekking hebben op de inrichting van het bedrijfsterrein en in maatregelen die betrekking hebben op het werkproces. De verwijzingen tussen haakjes (Bx.x.x) verwijzen

naar de paragraaf in bijlage 2, waarin een nadere uitwerking van de maatregelen is opgenomen.

4.4.1 Maatregelen betreffende de inrichting van het bedrijfsterrein

1. Houd een quarantainegebied vrij waar een brandend object geïsoleerd kan worden (B2.4.1).
2. Zorg dat opslagstapels, machines en containers minimaal vanaf één zijde toegankelijk zijn voor brandbestrijding (B2.4.4).
3. Hanteer een maximale rijbreedte van opslagstapels (B2.4.2).
4. Hanteer een maximale omvang van de opslagstapels (B2.4.3).
5. Hanteer voldoende afstand (6 meter) tussen opslagstapels (B2.3.1).
6. Zorg voor het juist en correct opslaan van batterijen (B2.2.4).
7. Tref beveiligingsmaatregelen (B2.2.6).
8. Zorg voor schaduw voor opslag van stoffen die gevoelig zijn voor zelfontbranding. (B2.2.3).

4.4.2 Maatregelen betreffende het bedrijfsproces

1. Het personeel moet kennis hebben van de risico's van brand en eventueel in staat zijn om een kleine brand met een brandblusser te bestrijden (B2.1).
2. Zorg voor voldoende opleiding van personeel voor het veilig om gaan met batterijen (B2.1).
3. Monitor en beperk de temperatuur:
 - a. bij inname van (wrakken van) auto's en verplaats het voertuig veilig naar de opslag (B2.2.1)
 - b. in opslagstapels en autowrakken (B2.2.3)
 - c. in het bijzonder bij warm en droog weer (B2.2.3)
 - d. bij voorkeur via een automatisch hittedetectiesysteem.
4. Tref maatregelen om lekkages en het morsen van brandstoffen en brandbare vloeistoffen te voorkomen (B2.2.1):
 - a. controleer bij inname auto(wrakken) op beschadigingen
 - b. voorkom chemische reacties tussen afvalsoorten
 - c. tref in het bijzonder maatregelen bij warm en droog weer (B2.2.3).
5. Voer onderhoud uit en voorkom elektrische defecten in apparaten en installaties (B2.1).
6. Voer controle uit op warme machineonderdelen en installaties (B2.1).
7. Voorkom ophoping van losliggende brandbare materialen en stof (B2.1).
8. Voorkom reflectie van zonlicht op het afval door (alle) reflecterende oppervlaktes af te schermen of te verplaatsen.

Literatuurlijst

- Anoniem (2019). *Pilot branden afvalbedrijven Rijnmond 2018*. Nationale Politie Eenheid Rotterdam, Inspectie Leefomgeving & Transport, Brandweer Rotterdam-Rijnmond & DCMR Milieudienst Rijnmond.
- Beaudet, A., Larouche, F., Amouzegar, K., Bouchard, P., & Zaghbi, K. (2020). Key Challenges and Opportunities for Recycling Electric Vehicle Battery Materials. *Sustainability*, 12(14), 5837.
- Brandweeracademie / Fire Service Academy (2018). Fatal residential fires in Europe. A preliminary assessment of risk profiles in nine European countries. Arnhem: IFV / Institute for Safety.
- Cui, Y., Liu, J., Han, X., Sun, S., Cong, B. (2022). Full-scale experimental study on suppressing lithium-ion battery pack fires from electric vehicles. *Fire Safety Journal*, 129, 103562.
- Engkvist, I. L. (2010). Working conditions at recycling centres in Sweden—Physical and psychosocial work environment. *Applied Ergonomics*, 41(3), 347-354.
- Environmental Agency, 2016. *Guidance for Fire prevention plans: environmental permits*. <https://www.gov.uk/government/publications/fire-prevention-plans-environmental-permits/fire-prevention-plans-environmental-permits>
- Ghiji, M., Edmonds, S. & Moinuddin, K. (2021). A Review of Experimental and Numerical Studies of Lithium Ion Battery Fires. *Applied Sciences*, 11, 1247. <https://doi.org/10.3390/app11031247>
- Herreras-Martínez, L., Anta, M., Bountis, R. et al. (2021). *Recommendations for tackling fires caused by lithium batteries in WEEE- A report of the Batteries Roundtable*.
- Instituut Fysieke Veiligheid, 2019. *Grootschalig brandweeroptreden 2016-2018*. IFV.
- Larouche, F., Tedjar, F., Amouzegar, K., Houlachi, G., Bouchard, P., Demopoulos, G. P., & Zaghbi, K. (2020). Progress and status of hydrometallurgical and direct recycling of Li-ion batteries and beyond. *Materials*, 13(3), 801.
- Manchester, S., & Bardos, P. (2004). Fire Hazards from self-heating at Composting and Waste Processing Sites. *Environmental Technology Limited*, 1(1), 1-9.
- Mikalsen, R. F., Lönnermark, A., Glansberg, K., McNamee, M., & Storesund, K. (2021). Fires in waste facilities: Challenges and solutions from a Scandinavian perspective. *Fire Safety Journal*, 120, 103023.
- Nigl, T., Rübénbauer, W., & Pomberger, R. (2019). Cause-oriented investigation of the fire incidents in Austrian waste management systems. *Detritus*, 9, 213-220.

Bijlage 1: Literatuur over branden in afvalverwerking

B1.1 Introductie

In de zoektocht in de literatuur naar branden in de autorecycling-industrie is ook informatie gevonden over brandveiligheid in de recyclingindustrie in bredere zin. Omdat de gegevens over branden in de autorecyclingindustrie vrij beperkt zijn, is deze informatie een waardevolle aanvulling. In deze bijlage is de informatie uit de literatuurstudie opgenomen die niet een-op-een betrekking heeft op de autorecyclingindustrie, maar in bredere context wel relevant is voor de brandveiligheid in de afvalverwerkingindustrie.

B1.2 Pilot afvalbranden Rijnmond 2018

In 2018 hebben de Nationale Politie (eenheid Rotterdam), de IL&T, Brandweer Rotterdam-Rijnmond en DCMR Milieudienst Rijnmond onderzoek uitgevoerd naar het achterhalen van de oorzaken van afvalbranden in de regio Rotterdam-Rijnmond (Anoniem, 2019). In de onderzoeksperiode zijn er drie branden geweest. Van alle drie de gevallen was de oorzaak niet meer te achterhalen.

In de aanbevelingen van het onderzoeksrapport werd benadrukt dat er, indien er geen sprake was van brandstichting, wel rekening gehouden moet worden met 'voorwaardelijke opzet' in geval van brand. Dit wordt beschreven als "Het bedrijf heeft wel degelijk rekening te houden met broei en brand bij de opslag van afvalstoffen. Worden onvoldoende maatregelen getroffen door deze professionele marktpartijen dan kan ook uitgegaan worden van voorwaardelijke opzet". In relatie tot brandveiligheid betekent dit dat er, indien er niet afdoende maatregelen worden getroffen om de brandveiligheid te waarborgen, sprake kan zijn van nalatigheid.

B1.3 Opslag in grote hoeveelheden

Het opslaan van bepaalde materialen in grote hoeveelheden wordt gezien als een risico (Mikalsen et al., 2021). Er is dan niet alleen meer kans dat er brandt ontstaat omdat er meer brandbaar materiaal aanwezig is, maar het duurt ook langer om de branden te blussen (denk aan een hoop met autobanden) en er kunnen veel schadelijke stoffen tegelijk vrijkomen (Manchester & Bardos; Mikalsen et al., 2021). Dit geldt voor alle verschillende afvalstromen, maar vooral voor hout(snippers), papier en karton, autobanden / rubber en algemeen afval (Manchester & Bardos, 2014; Mikalsen et al., 2021). In Noorwegen en Zweden wordt verwacht dat opslagplaatsen binnen zullen toenemen, vanwege regelgeving die betrekking heeft op het verminderen van vervuiling van regenwater door afval (Mikalsen et al., 2021). Opslag binnen brengt meer brandveiligheidsissues met zich mee dan opslag buiten en wordt daarom ook door afvalbedrijven gezien als risico (Mikalsen et al., 2021).

B1.4 Risicoassessment

Op basis van branden in Noorwegen en Zweden is het volgende risicoassessment gemaakt (zie figuur B1.1; Mikalsen et al., 2021).

Table 1
Total assessment of fire risk for different waste fractions, where red represents the highest risk, followed by orange, yellow and tan represents the lowest risk. Frequency is ranked as Often, Regularly, Rarely and Very Rarely. Consequence is ranked as High, Medium and Low.

Waste fraction, sorted by fire risk	Ignition frequency	Qualitative assessment of potential consequences	Comment to assessment of consequences
General, residual waste	Often	High	Large quantities, damage on equipment, pollutants
Batteries*	Often	-	Depends on waste fraction*
Electrical and electronics waste	Regularly**	High	Pollutants
Paper and cardboard	Regularly**	High	Large quantities, damage on equipment
Hazardous waste	Rarely	High	Pollutants
Wood waste	Regularly	Medium	Large quantities
Park and garden waste	Regularly	Medium	Large quantities
Plastic waste	Rarely***	Medium	Energy density, pollutants
Rubber	Very rarely	Medium	Energy density, pollutants
Organic waste	Rarely	Low	None stands out
Discarded vehicles	Rarely	Low	None stands out
Metal	Rarely	Low	None stands out
Sludge, mud	Rarely	Low	None stands out
Slag	Rarely	Low	None stands out
Glass	Very rarely	Low	None stands out
Slightly contaminated masses	Very rarely	Low	None stands out
Concrete/ bricks	Very rarely	Low	None stands out
Textile	Very rarely	Low	None stands out

* All battery-related fires included. Batteries are not a separate waste fraction, but are highlighted in this table to show their inherent fire risk.
 ** Not as frequent in Sweden as in Norway
 *** Not as frequent in Norway as in Sweden, where recycled plastic (bales) regularly cause fires

Figuur B1.1 Uitkomsten risicoassessment (Mikalsen et al., 2021)

B1.5 Brandoorzaken

B1.5.1 Menselijk handelen

Brandstichting werd in Zweden in 9 % ($n=12$) als oorzaak gerapporteerd bij afvalbranden tussen 2012 en 2015. In Oostenrijk was dit 1% ($n=3$) tussen 2007 en 2017, in Saksen was het zelfs 33 % ($n=19$) tussen 2003 en 2007, maar slechts 6% ($n=2$) tussen 2014 en 2015 en in Noordrijn-Westfalen was het 9 % ($n=9$). Brandstichting is dus een oorzaak die redelijk vaak voorkomt. In Oostenrijk was open vuur in 4 % ($n=11$) van de gevallen de oorzaak tussen 2007 en 2017 en in 2 % ($n=1$) van de gevallen tussen 2003 en 2007; in Noordrijn-Westfalen was dit 4 % ($n=4$) tussen 2011 en 2014, en in Saksen 5 % ($n=3$). In Zweden werd dit 'hot works and sparks' genoemd en betrof het 4 % ($n=5$).

Uit een enquête onder medewerkers van recyclingbedrijven in Zweden (Engkvist, 2010) blijkt dat het werk in de autorecyclingindustrie een hoge fysieke inspanning vraagt, er vaak sprake is van oververmoeidheid, mensen vaak vallen en worden blootgesteld aan chemische stoffen. Ook de frequentie van verwondingen is hoog. Meer dan twee derde van de onder-vraagde werknemers geeft aan onvoldoende getraind te zijn in het omgaan met chemicaliën (zoals batterijzuur). Onvoldoende training, hoge fysiek inspanning en een grote frequentie van ongelukken zou kunnen bijdragen aan het niet-intentionele ontstaan van branden.

B1.5.2 Technische defecten

In 5 % ($n=6$) van de afvalbranden in Zweden tussen 2012 en 2015 werd de oorzaak van een brand bij afvalbedrijven teruggevoerd op een technische fout met apparatuur of machines (Mikalsen et al., 2021). In Oostenrijk was dit 5 % ($n=15$) van de branden bij afval- en recyclingbedrijven tussen 2007 en 2017 (Nigl et al., 2019). Branden veroorzaakt door technische defecten zijn meestal makkelijk te identificeren (Nigl et al., 2019).

B1.6 Brandstoffen

B1.6.1 Algemeen afval/ niet nader gespecificeerd afval

In Zweden was in 53 % ($n=69$) van de afvalbranden 'algemeen, residu-afval' het materiaal dat brandde tussen 2013 en 2015. In Noorwegen was dit 31 % ($n=37$) tussen 2016 en 2018 (Mikalsen et al., 2021). In Oostenrijk was 'afval, niet gedefinieerd' in 41 % ($n=117$) van de afvalbranden het brandmateriaal (Nigl et al., 2019). Branden met algemeen afval komen dus vaak voor. De impact van deze branden is groot, omdat dergelijk afval vaak in grote hoeveelheden wordt opgeslagen, er schade aan apparatuur ontstaat en er vervuilende en schadelijke stoffen via rook vrijkomen of in het (grond)water terecht komen (Mikalsen et al., 2021).

B1.6.2 Elektrisch en elektronische afval

In Noorwegen was elektrisch en elektronisch afval in 12 % ($n=14$) van de afvalbranden het materiaal dat brandde uit tussen 2016 en 2018. In Oostenrijk was dit maar 1 % ($n=3$) tussen 2007 en 2017. Branden met elektrisch of elektronisch afval gebeuren redelijk vaak (in Noorwegen althans) en hebben een grote impact (Mikalsen et al., 2021). Dit laatste heeft vooral te maken met de schadelijke stoffen die vrijkomen in de omgeving.

B1.6.3 Houtsnippers, papier en karton

Branden met hout komen redelijk vaak voor bij afvalverwerkingsbedrijven en hebben een redelijke impact, omdat hout in grote hoeveelheden wordt opgeslagen (Mikalsen et al., 2021), en omdat het, zeker in gesnipperde vorm, makkelijk ontbrandt (Manchester & Bardos, 2004).

Papier en karton ontbranden makkelijk en worden bij afvalverwerkingsbedrijven vaak in grote hoeveelheden opgeslagen. De impact van een dergelijke brandt wordt daarom beschouwd als groot (Mikalsen et al. 2021).

Bijlage 2: Maatregelen

In deze bijlage wordt een toelichting gegeven op de brandveiligheidsmaatregelen die genomen kunnen worden binnen de keten van autorecycling. De maatregelen zijn grotendeels overgenomen uit de handleiding voor het opstellen van brandpreventieplannen van het EA.

B2.1: Procedures, opleiding en training

Werkpersoneel moet volgens het EA veilig werken volgens de daarvoor bedoelde procedures. Het wordt aangeraden dat na werkzaamheden, zoals na snijden in of pletten van autowrakken, er nog geregeld wordt gecontroleerd of er geen brand is, in het bijzonder aan het einde van de werkdag wanneer de werkplek zonder toezicht achtergelaten wordt.

Gezien het scala aan risico's dat batterijen (uit elektrische voertuigen) kunnen opleveren, wordt aangeraden dat personeel op zijn minst basiskennis heeft van het werken met het elektrische systeem van personenvoertuigen (tot 1000V), enige kennis heeft van de potentiële risico's van de chemicaliën in de batterijen, en de praktische aspecten kent van het veilig verwijderen van batterijen uit voertuigen. Training is daarbij van bijzonder belang. Naast training en toepassing van veilige werkprocedures, is het gebruik van de juiste apparatuur van belang, waaronder specialistische hijsapparatuur, hoogspanningsgereedschap en veiligheidsmiddelen zoals de juiste typen brandblussers en nooddouches.²⁴

Het bedrijf moet volgens het EA geschreven procedures hebben met betrekking tot het gebruik en regulier onderhoud van industriële heaters. Verder is het zinvol om tijdens werktijden regelmatig te controleren of er (voor)tekenen zijn van brand door stof/gruis dat zich nestelt op warme machineonderdelen en installaties. Beschrijf in het brandpreventieplan hoe vaak dit wordt gecontroleerd. Het wordt aangeraden ook aan het einde van de werkdag een controle uit te voeren; dit kan visueel.

Elektrische apparaten en installaties moeten volgens het EA gecertificeerd zijn en er moet een geschreven procedure zijn die het reguliere onderhoud ervan beschrijft. Voor vaste en mobiele installaties en gereedschappen wordt geadviseerd dat er onderhouds- en inspectieprogramma's worden opgesteld en uitgevoerd. Mobiele installaties en gereedschappen moeten volgens het EA, wanneer zij niet worden gebruikt, worden verplaatst uit de buurt van brandbaar materiaal. Daarnaast moeten volgens het EA voertuigen die in het bedrijfsproces worden gebruikt, bijvoorbeeld heftrucks, zijn uitgerust met brandblussers. Het personeel moet getraind zijn in het hanteren van een brandblusser om daarmee een kleine brand te kunnen bestrijden.

Het brandpreventieplan moet volgens het EA beschrijven hoe men de locatie inspecteert en schoonhoudt om ophoping van rondzwerfend brandbare materialen, stof en dergelijke te voorkomen en welke procedures hiervoor gebruikt worden. Verder zou op het terrein een rookverbod moeten gelden, of roken alleen zijn toegestaan op aangewezen rooklocaties waar maatregelen zijn getroffen om de kans op het ontstaan van brand te voorkomen.

²⁴ <https://autorecyclingworld.com/getting-ready-for-electric-vehicles/>.

B2.2 Voorkomen van het ontstaan van brand

B2.2.1 Inname van beschadigde autowrakken

Bij de inname van autowrakken kan sprake zijn van een brandstoftanklekkage of een instabiel accupakket. In combinatie met activiteiten die op het terrein worden uitgevoerd en de wijze waarop met snelle brandstoffen wordt omgegaan, bestaat er een reële kans op het ontstaan van brand. Met name de inname van beschadigde autowrakken, de inname van 'warme ladingen', mogelijke reacties tussen afvalsoorten, brandversnellers en de activiteiten gerelateerd aan opslag van autowrakken vormen een risico.

Autowrakken kunnen beschadigd zijn, bijvoorbeeld als ze bij een ongeval betrokken zijn geweest. Dan kunnen lekkages van brandversnellende vloeistoffen optreden en/of kan de accu instabiel zijn. Met name bij beschadigde accu's bestaat kans op zelfontbranding. Snelle brandstoffen (zoals stoelbekleding en het dashboard) kunnen door aanwezigheid van brandversnellers eenvoudig ontsteken. Hiertegen kan men volgens het EA de volgende maatregelen treffen:

- > Beschadigde autowrakken controleren op mogelijke lekkages en direct na aankomst bemorste onderdelen schoonmaken of demonteren en op een brandveilige plaats opslaan.
- > De batterij van elektrische voertuigen direct na aankomst controleren op beschadiging en ontladen.
- > Een beschadigde accu (van een elektrisch voertuig) direct na aankomst uit het autowrak verwijderen en op een brandveilige plaats opslaan.

B2.2.2 Controle op autowrakken en verhoogde temperaturen

Er moeten volgens het EA (geschreven) procedures zijn voor de acceptatie van afval om brand door stoffen die met elkaar reageren of door instabiel afval (inclusief lithium-ion batterijen) te voorkomen. Waar nodig kunnen volgens het EA quarantainegebieden voor deze afvalsoorten worden gebruikt, zie ook B2.4.1.

Bij binnenkomst van de autowrakken wordt geadviseerd te controleren op verhoogde temperaturen. Ook wordt geadviseerd te controleren op items die gevoelig zijn voor zelfontbranding in het afval. Het wordt eveneens aangeraden om het proces van acceptatie te omschrijven in een procedure. Deze procedure bevat de te nemen stappen om de ladingen met verhoogde temperaturen te identificeren, isoleren, monitoren, koelen en waar nodig én mogelijk zo snel als praktisch mogelijk ook blussen. De ladingen met verhoogde temperaturen dienen daarbij te worden verplaatst naar het quarantainegebied.

Om potentiële ontstekingsbronnen vroegtijdig te detecteren kan er op de volgende signalen worden gelet:

- > tekenen van warmte, bijvoorbeeld rook of stoom
- > batterijen, specifiek lithium-ion
- > oliën of andere verontreinigingen
- > in olie of chemicaliën gedrenkte doeken en vossen.

B2.2.3 Zelfontbranding

De risico's die gepaard gaan met opslag van autowrakken, auto-onderdelen en residu komen met name voort uit de kans op zelfontbranding. Het is daarom belangrijk om zelfontbranding te voorkomen. Er zijn materialen die broeigevoelig zijn (zie ook paragraaf

2.2.1). Het uitgangspunt is dat als broeigevoelig (c.q. brandbaar) en niet-broeigevoelig afval worden gemixt, de hele stapel wordt gezien als broeigevoelig. Dit is ook van toepassing op autowrakken, aangezien branden bij autodemontagebedrijven vaak in autowrakken blijken te ontstaan (zie tabel 2.1 in paragraaf 2.1.1).

In een brandpreventieplan wordt beschreven hoe men de temperatuur wil controleren om zelfontbranding te voorkomen wanneer autowrakken en residu langer dan drie maanden worden opgeslagen. Het EA stelt het volgende:

- > De hoeveelheid blootliggend metaal moet beperkt worden (metaal kan oxideren en warmte creëren), evenals de hoeveelheid fijne deeltjes (deze zijn gevoeliger voor zelfontbranding).
- > Warmte die ontstaat door shredden en soortgelijke werkzaamheden moet vrij kunnen komen, zodat afval is afgekoeld voor het wordt opgeslagen.
- > De temperatuur van een afvalstapel moet gemonitord worden met behulp van bijvoorbeeld een sonde.

In het plan moet ook beschreven worden welke triggers in relatie tot de temperatuur worden gehanteerd (zoals de temperatuursverandering in relatie tot de tijd, zichtbare tekenen zoals rook).

Monitoring van de oppervlaktetemperatuur

Monitoring van de oppervlaktetemperatuur is volgens het EA niet kansrijk om een accurate indicatie te krijgen van de temperatuur in de kern van de afvalstapel. Wel kan monitoring van de oppervlakte-temperatuur worden gebruikt om lokale verhitting weer te geven of voor trendanalyses van atypische temperaturen gedurende een bepaalde tijd.

Ook moet in het brandpreventieplan beschreven worden hoe er in geval van warm en droog weer wordt gecontroleerd op opwarming van het afval. Enkele maatregelen die getroffen kunnen bij warm en droog weer zijn:

- > minimaliseren van opslagtijden
- > afval zoveel mogelijk afschermen van direct zonlicht
- > mogelijkheden creëren voor de hitte om vrij te komen
- > frequentere temperatuurmonitoring
- > herinrichten van de bedrijfslocatie
- > afschermen of verplaatsen van alle reflecterende oppervlaktes om reflectie van zonlicht op het afval te voorkomen.

Niet alleen bij warm en droog weer, maar onder alle omstandigheden helpt een korte opslagtijd bij het voorkomen van zelfontbranding. Enkele maatregelen om opslagtijden te beheersen zijn:

- > Het bepalen en monitoren van maximale opslagtijden om zelfontbranding te voorkomen.
- > Brandbaar afval mag volgens het EA maximaal 6 maanden worden opgeslagen. Langer opslaan vergroot de brandduur en de kans op brand.
- > Opslag van brandbaar materiaal in de maximale omvang van de afvalberg mag volgens het EA maximaal 3 maanden duren. Bij maximale omvang van de berg neemt na 3 maanden de kans op brand toe, evenals de brandduur in geval van brand.
- > Bij het opslaan van afval gedurende de zomermaanden moet volgens het EA rekening worden gehouden met een realistisch worst case scenario wat betreft de buitentemperatuur.

- > Er moet volgens het EA ook rekening worden gehouden met geplande en ongeplande stillegging van het bedrijf (bijvoorbeeld door storingen) en hoe afval tijdens deze periodes wordt beheerd.
- > Om te zorgen dat afval koel blijft en lokale warmte vrij kan komen en af kan koelen ter voorkoming van broei, is het advies dat stapels autowrakken en residu routinematig worden omgekeerd.

Verder is het van belang om de omvang van de opslag te beperken. Hoe kleiner de residudelen, hoe groter de kans op zelfontbranding. Probeer daarom zolang als praktisch mogelijk is afval in zijn grootste vorm op te slaan voordat het wordt verwerkt en afgevoerd. Daarbij dient men zich bewust te zijn van de risico's van zelfontbranding en lokale ontstekingen en moet in het brandpreventieplan worden uitgelegd hoe men het afval wil opslaan met in achtneming van deze risico's.

B2.2.4 Verwerking van batterijen

Bij lege tractiebatterijen is de kans op het ontstaan van brand door zelfontbranding nauwelijks aanwezig. Daarom is het noodzakelijk om tractiebatterijen direct na inname te ontladen. Zodra de tractiebatterij leeg is, wordt geadviseerd deze op een veilige wijze te verwijderen en op te slaan. Batterijen moeten volgens het EA in weersbestendige containers worden opgeslagen, of in geschikte containers onder een afdekking. Beschadigde batterijen moeten daarbij volgens het EA worden geïsoleerd.

Lithium-ion batterijen uit elektrische auto's moeten volgens het EA apart van andere batterijen worden opgeslagen. Voorkomen moet worden dat ze in contact komen met vloeistoffen of beschadigd raken. Het wordt geadviseerd beschadigde lithium-ion batterijen in 'quarantaine' te plaatsen en uit de buurt van gebouwen en andere brandbare materialen te bewaren. Deze batterijen moeten worden bewaard worden in een geschikte waterdichte container gevuld met zand of soortgelijk inert materiaal. Locaties die elektrische voertuigen accepteren, moeten volgens het EA in het brandpreventieplan uitleggen hoe ze het risico van deze batterijen zullen identificeren en beheren.

In Nederland is voor de opslag van batterijen de PGS 37-2 in ontwikkeling. Tot die tijd kan men gebruikmaken van de [circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers](#).

Verder kunnen (kleine) batterijen in een autowrak aanwezig zijn, zoals in zoekgeraakte batterijdragers. Beschrijf in het plan de maatregelen om de kans op brand door verkeerd weggegooide of zoekgeraakte batterijen te beperken.

B2.2.5 Snelle brandstoffen

Er zijn snelle brandstoffen in het autowrak aanwezig, waaronder brandstofresidu, stoelbekleding met schuimrubber en, bij een elektrisch voertuig, een lithium-ion batterijpakket. Daarnaast kunnen er verloren telefoons (met accu) en batterijen, bijvoorbeeld tussen de stoelbekleding, in het autowrak aanwezig zijn. Wanneer 'verloren' accu's geplet worden, kunnen deze brand veroorzaken.

Direct na aankomst worden eventueel brandstofresidu en andere brandversnellende vloeistoffen of gebruiksvorwerpen uit het autowrak verwijderd. Aangezien lekkage en bemorsing kunnen optreden, wordt geadviseerd dit op een brandveilige locatie te doen. De verwijderde

brandversnellende vloeistoffen en voorwerpen moeten op een brandveilige en voor derden niet toegankelijke plaats opgeslagen worden.

B2.2.6 Verhinderen van brandstichting

Om brandstichting te voorkomen is het belangrijk dat brandversnellende stoffen niet voor onbevoegden toegankelijk zijn. Daarnaast kunnen andere maatregelen getroffen worden om brandstichting te verhinderen. Het EA stelt dat er beveiligingsmaatregelen moeten worden genomen, zoals een hekwerk, inbraakalarm en cameratoezicht. Daarbij moeten er voorzieningen worden getroffen voor buiten werktijden. De locaties van de beveiligings-camera's en het inbraakalarm moeten in het brandbeveiligingsplan zijn beschreven.

B2.3 Voorkomen van branduitbreiding

Ter voorkoming van branduitbreiding tussen afvalstapels zijn er volgens het EA twee maatregelen te nemen: genoeg afstand houden tussen stapels afval en brandmuren c.q. brandbaaien aanleggen.

B3.2.1 Afstanden

Om branduitbreiding te voorkomen en brandbestrijding mogelijk te maken moet er volgens het EA er voldoende afstand te zitten tussen stapels afval.

- > Stapels afval dienen hiertoe minimaal zes meter gescheiden te zijn.
- > Er moet tussen afval (in stapels of containers) en de erfgrans, gebouwen of elk ander brandbaar / ontvlambaar materiaal op het terrein minimaal zes meter afstand te zitten.

B3.2.2 Brandmuren

Bovengenoemde afstanden kunnen worden verkleind door toepassing van brandmuren of compartimenten. Deze moeten zo worden ontworpen dat ze brandbestendig zijn (voor vlammen en radiatie) en moeten een brandwerendheid van 120 minuten hebben om afval te kunnen isoleren en daarmee de mogelijkheid te creëren de brand binnen vier uur te kunnen doven.

Wanneer afval in een compartiment wordt opgeslagen moet het brandpreventieplan volgens het EA weergeven:

- > Hoe het afval volledig en frequent wordt gerouleerd zodat een first in first out beleid wordt gehanteerd.
- > Hoe de temperatuur van de volledige inhoud wordt gemonitord.
- > Hoe de vlamhoogte en -straling zijn berekend en hoe rekening is gehouden met branduitbreiding tussen stapels.
- > Hoe voorkomen wordt dat brandend materieel dat uit de baai wordt gehaald ander afval aansteekt.
- > Hoe een vrije ruimte van minimaal één meter aan de boven- en zijkanten van de muren wordt gehouden om branduitbreiding over en om de muren te voorkomen.
- > Hoe afval waarnaar branduitbreiding dreigt, snel en effectief naar het quarantainegebied kan worden verplaatst.

B2.4 Brandbestrijding

B2.4.1: Quarantainegebied

De verantwoordelijkheid voor het bestrijden van een beginnende brand ligt bij de beheerder van het terrein waarop de brand ontstaat. Het personeel zal daarom in staat moeten zijn om een kleine brand met een brandblusser te bestrijden. Daarnaast stelt het EA dat er een quarantainegebied op het terrein aanwezig moet zijn om brandend materiaal te isoleren en te kunnen blussen.

Quarantainegebied

In het quarantainegebied kan brandend materiaal worden geplaatst om te blussen. Ook kan het gebruikt worden om niet-brandend materiaal te isoleren om te voorkomen dat dit in brand vliegt. Het gebied dient op het terrein te liggen en 50 % van het volume van de grootste stapel of rij auto's of containers te kunnen herbergen en minimaal 6m afstand hebben tot de rest van het terrein. De locatie mag variëren, afhankelijk van wat praktisch is in het bedrijfsproces. Daarom is het handig meerdere gebieden aan te wijzen als quarantainegebied. Het EA stelt dat altijd één gebied volledig vrij moet zijn (tenzij er brand is).

Als het quarantainegebied wordt gebruikt om tijdelijk materiaal op te slaan (bijvoorbeeld niet-vergund afval), wordt aangeraden ervoor te zorgen dat dit materiaal zo snel mogelijk wordt verwijderd. Bij brand dient het direct te worden verwijderd. Het is aan te raden in het brandpreventieplan details op te nemen over de procedure die hiervoor wordt gebruikt. Het brandpreventieplan moet volgens het EA weergeven hoe het gebied bij brand wordt gebruikt. Het bedrijf wordt aangeraden om zeer snel (uiterlijk binnen één uur) materiaal erheen te kunnen verplaatsen.

Verder moet het terrein volgens het EA dusdanig zijn ingericht dat offensieve brandbestrijding door de brandweer mogelijk is en de brand binnen vier uur kan worden geblust. Daarbij geldt dat de brandhaard benaderbaar moet zijn door de brandweer en dat de vuurlast – en daarmee de omvang van de brandhaard – beperkt is.

B2.4.2 Rijbreedte autowrakken

In het brandpreventieplan moet volgens het EA omschreven staan hoe autowrakken worden opgeslagen. Daarbij is het uitgangspunt dat elk voertuig vanuit één richting benaderbaar is door de brandweer om:

- > offensieve brandbestrijding²⁵ mogelijk te maken
- > niet-brandende auto's te kunnen bereiken om deze in geval van brand weg te halen en zo branduitbreiding te voorkomen.

Dit betekent dat de diepte van een rij auto's maximaal twee auto's mag betreffen. Wanneer voertuigen op elkaar worden gestapeld, is de limiet conform het Activiteitenbesluit twee voertuigen, mits de vloeistof uit deze voertuigen is verwijderd. Voertuigen waarvan de vloeistoffen niet zijn verwijderd mogen volgens het Activiteitenbesluit niet worden gestapeld. Deze uitgangspunten gelden niet voor geplette voertuigen, die zijn geclassificeerd als 'gebaald' afval.

B2.4.3 Omvang van opslagstapels

Om een eenmaal ontstane brand enigszins te kunnen beheersen geldt een maximale omvang van opslagstapels. De onderstaande tabel B2.1 geeft voor verschillende voor ARN

²⁵ Offensieve brandbestrijding is gericht op het bestrijden van de brand, defensieve brandbestrijding is gericht op het voorkomen van uitbreiding.

relevante materialen, afhankelijk van de grootte waarin het materiaal verkeert, de maximale geadviseerde omvang van de opslagstapels weer, uitgesplitst per type materiaal.

Tabel B2.1 Maximale omvang van opslagstapels

Materiaal	Los en meer dan 150mm	30 tot 150mm of in balen	Minder dan 30mm
Banden en rubber	400m ²	300m ²	300m ²
Plastics	750m ²	450m ²	300m ²
Elektrische en elektronische apparatuur (WEEE)	450m ²	450m ²	450m ²
Metalen anders dan WEEE (inclusief geplette sloopvoertuigen)	750m ²	450m ²	450m ²

Voor alle afvalstapels geldt een maximale hoogte van 4 meter. Ook zijn voor alle afvalstapels de maximale lengte en breedte vastgesteld op 20 meter.

B2.4.4 Opslag in containers

Als afval wordt opgeslagen in verplaatsbare containers, gelden er geen maximale stapelgroottes. Elke container moet volgens het EA van minimaal één zijde toegankelijk zijn, zodat een brand kan worden geblust.

In geval van brand wordt geadviseerd dat het bedrijf de containers zo snel als redelijkerwijs mogelijk is kan verplaatsen om te voorkomen dat de brand zich uitbreidt. In het brandpreventieplan is vastgelegd hoe en wanneer de containers worden verplaatst naar het quarantainegebied.