

Levensduur van stofzuigers verlengen door kringloopwinkels

Frank Stikma (Saxion), Coen Teeuw (Stichting OPEN)

Augustus 2024



Achtergrond

De afgelopen decennia is de hoeveelheid elektronisch afval snel toegenomen. Onder invloed van de principes van een lineaire economie worden de meeste afgedankte consumentenelektronica behandeld alsof ze geen restwaarde meer hebben. Als gevolg hiervan is materiaalrecycling van consumentenelektronica de circulaire strategie die in huidige situatie veelal geprefereerd wordt.

Echter, de transitie naar een circulaire economie vereist dat de toepassing van circulaire strategieën voor levensduurverlenging, zoals hergebruik en reparatie, de technische en economische restwaarde van ingezamelde elektronica maximaliseert. Een dergelijke maximalisatie draagt bij aan de landelijke doelen in het nationaal programma circulaire economie om in 2030 de tweedehands markten te verdubbelen en de levensduur van 50% van de ingezamelde elektrische en elektronische apparaten te verlengen. Deze doelen vereisen dat inzamelaars van consumentenelektronica de resterende waarde van gebruikte consumentenelektronica herkennen. De opgave van reparateurs is dat zij met behulp van ondersteunende instrumenten op professionele en efficiënte wijze ingezamelde producten diagnosticeren en herstellen.

Levensduurverlenging van stofzuigers

In samenwerking hebben Stichting Open, lectoraat Regio-ontwikkeling van Hogeschool Saxion, circulair ambachtscentrum Foenix en de Technohub Inclusieve Technologie (TINT) een onderzoeks- en ontwerpproject opgestart om de inname en reparatie van afgedankte stofzuigers te professionaliseren. Gebruikte stofzuigers zijn aantrekkelijk voor reparatie vanwege:

- Hun grote CO₂-emissies;
- Relatief beperkte technische complexiteit;
- Hoge verkoop- en afdankingvolumes;
- Relatief eenvoudige productontwerp;
- Redelijk goede repareerbaarheid;
- De aanwezige vraag op tweedehands markten.

Momenteel ontbreekt op de inzamelingslocatie van Foenix pragmatische benodigdheden om op eenvoudige wijze te kunnen evalueren en te objectiveren of een stofzuiger in aanmerking komt voor levensduurverlenging. Ook ontbreken werkinstructies voor medewerkers met beperkte technische competenties om veelvoorkomende diagnoses en reparaties aan stofzuigers uit te voeren.



Het doel van dit project is om een bijdrage te leveren aan de volgende aspecten:

- Welke gebreken hebben afgedankte stofzuigers?
- Hoe kunnen stofzuigers worden geselecteerd en gesorteerd om geschikt te maken voor hergebruik?
- Hoe kan een kringloopwinkel het beste gebreken verhelpen?

Opzet project

Tijdens het project van september 2023 tot en met januari 2024 zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Analyse van het productontwerp van stofzuigers.
2. Bepaling van de repareerbaarheid van veelvoorkomende defecten van stofzuigers, zoals het gemak om een product uit elkaar te halen en het gebruik van specifieke gereedschappen.
3. Inventarisatie van het proces van de bestaande inzameling en sortering van stofzuigers.
4. Vaststellen van leidende selectiecriteria die relevant zijn bij het beoordelen of ingezamelde stofzuigers in aanmerking komen voor eventuele levensduurverlenging. Op basis van de input van experts bij inzamellocaties en literatuuronderzoek over afvalmanagement, levensduurverlenging en circulaire economie zijn deze selectiecriteria vastgesteld.

De inzichten die dit opleverden zijn uitgewerkt in een pragmatisch beslissingsondersteunend stroomschema dat leidend is bij de inzameling en het selecteren van stofzuigers die kansrijk zijn voor levensduurverlenging.

Vervolgens is in samenwerking met de technische monteur van Foenix het huidige diagnose- en reparatieproces van stofzuigers geïnteriseerd. Volgens een ontwerpgerichte methode zijn stroomschema's uitgewerkt die structuur en een logische volgordelijkheid aanbrengen in het reparatieproces. Deze stroomschema's zijn getest en geëvalueerd door de technische monteur van Foenix en in een later stadium door medewerkers met een arbeidsmarktkans. Op basis van de testresultaten zijn de stroomschema's geoptimaliseerd. Een belangrijke overweging bij deze optimalisatie is dat de werkinstructies toegankelijk en begrijpelijk zijn voor mensen met een arbeidsmarktkans die over beperkte technische competenties beschikken.

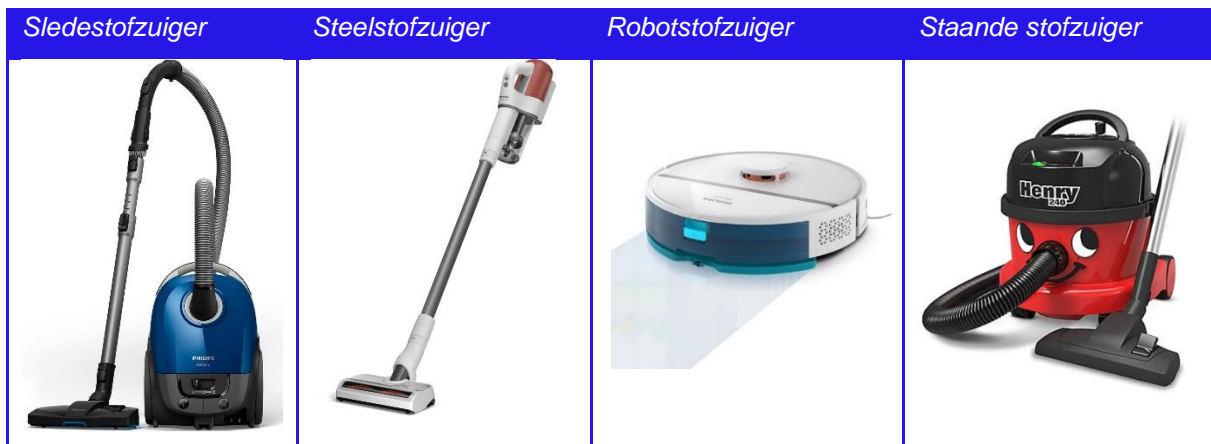


Selectiecriteria

Tijdens het onderzoek naar het identificeren van geschikte selectiecriteria werd duidelijk dat de selectiecriteria idealiter terug te voeren zijn op drie categorieën:

1. De productkenmerken van een stofzuigers;
2. De fysieke staat van een ingezamelde stofzuiger;
3. Ecologische aspecten.

De productkenmerken hebben bijvoorbeeld betrekking op de productkwaliteit, type stofzuiger (zie figuur 1) en productspecificaties (bijv. zuigkracht, type stofopvang en stroomvoeding door een accu of via een stekker). De fysieke staat van een stofzuiger heeft bijvoorbeeld betrekking op diens compleetheid, eventuele barsten in de behuizing en foutdiagnoses. Ecologische aspecten zijn hoofdzakelijk terug te voeren op het energieverbruik van een stofzuiger.



Figuur 1: Typen stofzuigers

Observaties bij het innamepunt van Foenix maakten inzichtelijk dat sledestofzuigers veruit het meest werden ingezameld. Andere typen stofzuigers, zoals steelstof- en robotstofzuigers, werden in beperkte mate aangeleverd. Daarom is de keuze gemaakt om bij het innamepunt uitsluitend sledestofzuigers te selecteren. Een restrictie bij het bepalen van de selectiecriteria betrof de beperkte beschikbaarheid van product- en gebruiksdata. Tijdens de studie werd duidelijk dat veel gewenste selectiecriteria door het ontbreken van toegangsrechten tot productdata niet getoetst konden worden. Dergelijke data hebben bijvoorbeeld betrekking op de gebruiksintensiteit van een stofzuiger, de catalogusprijs, de mate van repareerbaarheid en gekwantificeerde milieu-impact. Een gerelateerde beperking was dat de registratie en identificatie van een specifieke stofzuiger door het ontbreken van productspecifieke data en geautomatiseerde informatiesystemen niet mogelijk was.

Met inachtneming van deze beperkingen zijn selectiecriteria vastgesteld die zonder beslisondersteunende data getoetst kunnen worden én die een hoge mate van voorspellende waarde hebben of levensduurverlenging van een stofzuiger mogelijk is of niet. De gekozen selectiecriteria en

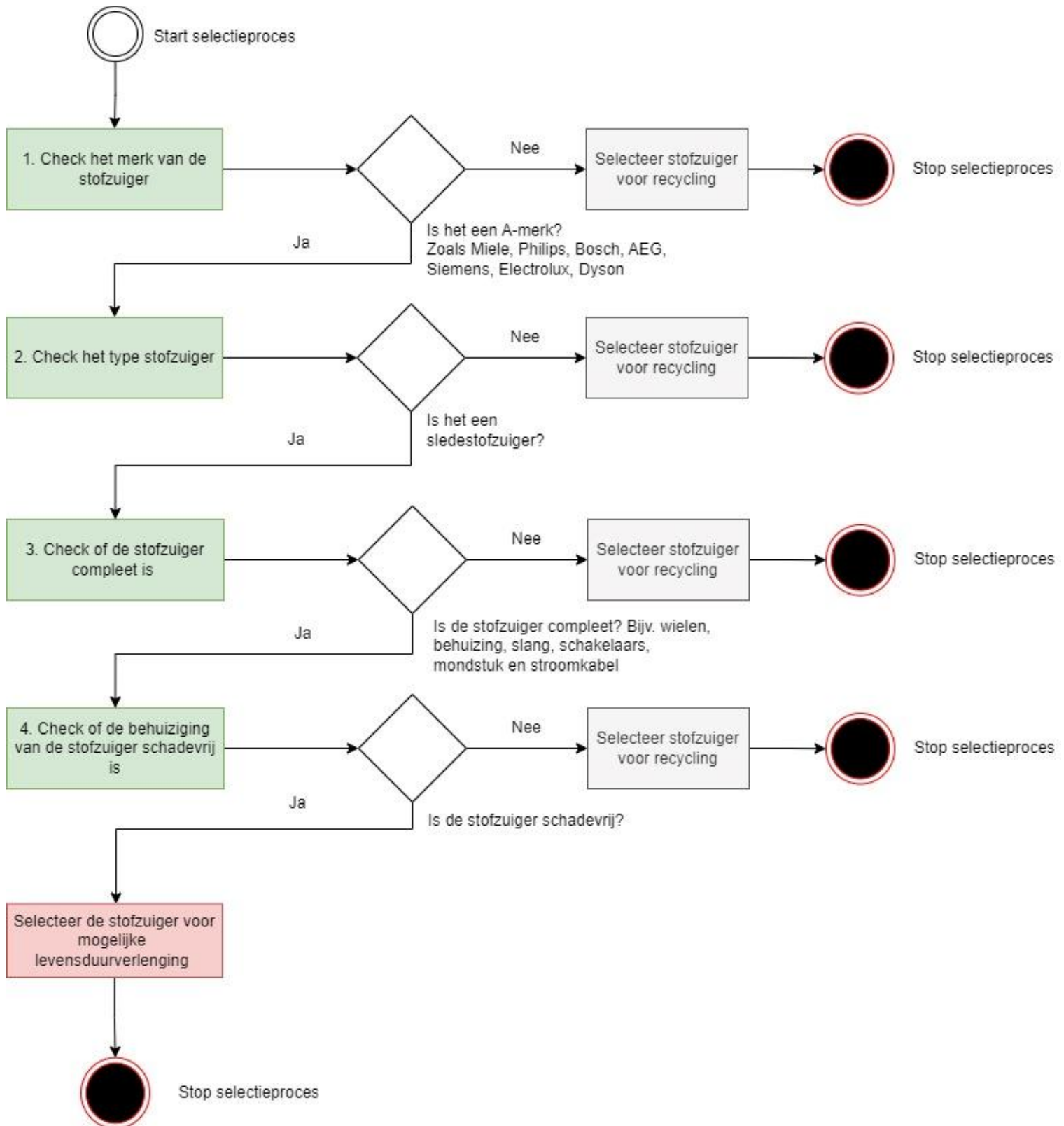


de gerelateerde acceptatienormen zijn in tabel 1 uitgewerkt. Bij het selectieproces is verondersteld dat een batch verzamelde stofzuigers in een afzonderlijke ruimte kan worden beoordeeld.

Selectiecriteria	Acceptatienormen	Toelichting
1. Type stofzuiger	Uitsluitend sledestofzuigers met een stroomkabel worden geselecteerd.	Sledestofzuigers zijn veel verkochte stofzuiger die op grote schaal worden ingezameld.
2. Merk stofzuiger	Uitsluitend A-merken worden geselecteerd.	A-merk stofzuigers (zoals Miele, Philips, Bosch, AEG, Siemens, Electrolux, Dyson) hebben in vergelijking met goedkopere merken stofzuiger een langere levensduur en zijn beter repareerbaar. Dit is veelal terug te voeren op een hogere kwaliteit van onderdelen, verbindingen en materialen. Ook zijn de winstmarges van tweedehands A-merken hoger in vergelijking met B- en C-merken stofzuigers.
3. Compleetheid stofzuiger	Uitsluitend complete stofzuigers komen voor levensduur in aanmerking.	De gehele stofzuiger dient compleet te zijn. Bijvoorbeeld, onderdelen zoals wielen, behuizing, slang, schakelaars, mondstuk en stroomkabel zijn aanwezig.
4. Beschadiging behuizing	Stofzuigers met een beschadigde behuizing komen niet in aanmerking voor levensduurverlenging.	Beschadigingen zijn terug te voeren tot ernstige barsten in de behuizing.

Tabel 1: Selectiecriteria assessment van ingezamelde stofzuigers

In figuur 2 is een procesdiagram uitgewerkt voor inzamelaars van stofzuigers om te selecteren of een stofzuiger in aanmerking komt voor levensduurverlenging. De selectiecriteria worden tijdens het assessment op levensduurverlenging volgordekelijk getoetst. Toetsing van selectiecriteria 1 tot en met 4 vindt plaats door een visuele check. Het selectieproces wordt direct beëindigd indien een selectie criterium niet voldoet aan de acceptatienorm. Afgewezen stofzuigers komen in aanmerking voor recycling.



Figuur 2 procesdiagram selectieprocedure stofzuigers



Productontwerp sledestofzuigers

De verwachte levensduur van stofzuigers varieert tussen de 5 en 10 jaar¹. Gemiddeld ligt de levensduur van stofzuigers op 6 jaar. Deze levensduurverlenging is sterk afhankelijk van het productontwerp en het gepleegde onderhoud aan een stofzuiger. Pakweg 90% van sledestofzuigers heeft geen reparatie nodig in de eerste zes jaar van hun levensduur. Een sledestofzuiger bestaat ruwweg uit twee delen: het stofzuigerapparaat en de -slang en het verbonden mondstuk. Het apparaat bevat een behuizing voor de stofzuigerzak, filters, een motor die een propeller aandrijft, een aan/uit schakelaar en een stroomkabel met stekker. Deze onderdelen kunnen stuk gaan, of vies of verstopt raken. Dit kunnen allen redenen zijn voor het afdanken van een apparaat door de eigenaar. Voor het gemak wordt gesproken over een defect dat dus meerdere type oorzaken kan hebben.

Veelvoorkomende defecte stofzuigeronderdelen zijn vaak terug te voeren naar gebreken aan het mondstuk van de stofzuigerslang, het filter, een afgebroken of beschadigde stroomkabel, het oprolmechanisme, de behuizing en de stofzuigerslang. Minder frequente defecten zijn gerelateerd aan de motor, de stofzuigerbuis, de wielen en de elektronica (printplaat) en koolborstels.

Duidelijk wordt dat naast technische en elektronische defecten het breken van stofzuigerdelen, zoals de behuizing en de wielen, de prestaties van een stofzuiger reduceren. Het niet goed presteren van een stofzuiger uit zich veelal in oververhitting, stank, een verminderde zuigkracht of het niet aangaan van een stofzuiger bij het indrukken van de aan/uit schakelaar (zie tabel 2).

¹ Magnier, L., & Mugge, R. (2022). Replaced too soon? An exploration of Western European consumers' replacement of electronic products. *Resources, Conservation and Recycling*, 185, 106448.



Kenmerken	Probleem	Mogelijke oorzaak	Mogelijke oplossing
Verbrande geur	Oververhitting van motor	Verstopping van motorfilter of volle stofzuigerzak / stofzuigerreservoir	Motorfilter vervangen Stofzuigerzak vervangen
		Verstopping in voet, buis of stofzuigerslang	Verstopping verwijderen
Stinkende geur of brandgeur	Stofzuiger stinkt	Volle stofzuigerzak / stofzuigerreservoir, vervuild motorfilter	Stofzuigerzak vervangen Motorfilter vervangen
		Stinkend voorwerp in voet, buis of stofzuigerslang	Voorwerp verwijderen
		Kapot stofzuigeronderdeel	Identificatie van kapotte stofzuigeronderdeel
Geen of minimale zuigkracht van stofzuiger	Zuigkracht stofzuiger	Volle stofzuigerzak / stofzuigerreservoir, vervuild motorfilter	Motorfilter vervangen Stofzuigerzak vervangen
		Verstopping in mondstuk, stofzuigerbuis of stofzuigerslang	Verstopping verwijderen
		Mondstuk beschadigd	Mondstuk repareren of vervangen
		Stofzuigerzak is verkeerd geplaatst, lucht lekt weg	Stofzuigerzak in juiste positie plaatsen
Lawaai, fluitend geluid	Stofzuiger maakt lawaai of vreemde geluiden	Verstopping	Verstopping verwijderen
		Lucht lekt weg	Stofzuigerzak in juiste positie plaatsen
		Volle stofzuigerzak of verstopt filter	Motorfilter vervangen Stofzuigerzak vervangen
		Kapot of versleten motoronderdeel	Reparatie door professionele reparateur
Stofzuiger werkt niet	Stofzuiger gaat niet aan	Kapotte verbinding stroomkabel in oprolmechanisme	Stroomkabel solderen of klikken aan oprolmechanisme
		Breuk in stroomkabel	Stroomkabel vervangen en bevestigen aan oprolmechanisme
		Elektronisch probleem met de aan/uitschakelaar.	Aan/uitschakelaar vervangen
		Motor defect, versleten koolborstels	Reparatie door professionele reparateur
Wielen lopen vast	Stofzuiger rolt niet goed	Opgehoopte stof of vuil in de wielen	Vuil tussen wielen verwijderen

Tabel 2: Problemen, kenmerken en oorzaken niet-functionerende stofzuigers

De genoemde reparatie of oplossing hoeft niet alleen getroffen te worden door een kringloopwinkel of acceptant van de afgedankte stofzuiger. De meeste defecten in tabel 2 kunnen door een consument zelfstandig verholpen worden. Veel defecten kunnen voorkomen worden door adequaat onderhoud door een consument.

Repareerbaarheid

De repareerbaarheid van een stofzuiger beïnvloedt hoe aantrekkelijk een reparatie van stofzuigers is. Deze repareerbaarheid wordt volgens de 'Assessment Matrix for ease of Repair' bepaald door:

- Het gemak om een stofzuiger te disassembleren en te reassembleren;
- De mate van standaardisatie & modularisatie van een stofzuiger;
- De benodigde gereedschappen;
- De beschikbaarheid & prijsstelling van onderdelen;
- De mogelijkheid van productidentificatie;
- De beschikbaarheid van productinformatie.



Tijdens het onderzoeken en repareren van stofzuigers werd duidelijk dat met name de eerste en tweede oorzaak een impact hebben: een moeizame disassemblage & re-assemblage en het gebrek aan standaardisatie van stofzuigers de repareerbaarheid negatief beïnvloeden. De variatie in behuizing en de lokalisering van de onderdelen in een stofzuiger zijn sterk verschillend. Ook leidt een inferieure materiaalkwaliteit of plastic-/metaalmoetheid tot het afbreken van verbindingen.

Kritische reparatiefactoren

Op basis van literatuur- en praktijkonderzoek in de technische werkplaats van Foenix zijn kritische factoren vastgesteld die van invloed zijn op de complexiteit en haalbaarheid van de reparatie van gebruikte stofzuigers:

1. De technische competenties van medewerkers bepalen welke specifieke reparatieactiviteiten zij uit kunnen voeren. Bijvoorbeeld het vernieuwen van een motorfilter kent een lagere taakcomplexiteit dan het vervangen van de koolborstels van een stofzuigermotor. Voor medewerkers met een arbeidsmarktkans is dit een relevante overweging.
2. De beschikbaarheid van reparatiefaciliteiten. Eenvoudige stofzuigerreparaties kunnen worden uitgevoerd in een facilitaire ruimte zonder veel technische gereedschappen en voorzieningen.
3. De repareerbaarheid van veelvoorkomende stofzuigerdefecten. De repareerbaarheid van een stofzuigerdefect hangt nauw samen met de reparatiediepte en de benodigde reparatietijd. De reparatiediepte wordt hoofdzakelijk bepaald door het aantal verbindingen en het aantal handelingen dat moet worden uitgevoerd om toegang tot een defect onderdeel te krijgen. Bijvoorbeeld, de toegang tot een filter is eenvoudiger dan de toegang tot een stofzuigermotor. Het identificeren en losschroeven van vele verbindingen is hierbij een flinke belemmering. De benodigde reparatietijd beïnvloedt in sterke mate de economische haalbaarheid van herstel. Goed repareerbare stofzuigeronderdelen en defecten komen in aanmerking voor reparatie. Bijvoorbeeld, het vervangen van een filter en het verwijderen een verstopping in een stofzuigerslang. Defecten en onderdelen die een lage repareerbaarheid kennen, zoals de elektronica en de stofzuiger, komen niet in aanmerking voor reparatie.
4. De verwachte kosten van onderdelen om een gebruikte stofzuiger te herstellen. Een gunstige verhouding tussen de kosten van een onderdeel en de verwachte verkoopprijs stimuleert reparatie. De bereidheid om eventueel nieuwe onderdelen aan te schaffen tot een vastgestelde prijsgrens bepaalt de mate waarin een reparateur bereid is om een stofzuiger te herstellen. Het eventueel hergebruiken van tweedehandse stofzuigeronderdelen kan deze ratio gunstig beïnvloeden. De vereiste CENELEC/WEEELABEX certificering en vigerende milieuwetgeving zijn hierbij in



Nederland in de huidige situatie nog een beperking. Op termijn wordt verwacht dat dit onder invloed van 'Right-to-Repair' Europese wet- en regelgeving gaat veranderen.

In tabel 3 zijn de kritische reparatiefactoren afgezet tegen frequent voorkomende stofzuigerdefecten. Defecten als het ontbreken van wielen of barsten in de behuizing maken geen onderdeel uit van deze tabel: stofzuigers met dergelijke mankementen zijn reeds uitgeselecteerd in de selectiefase. De reparatiefactoren zijn in kwalitatieve termen gescoord, zoals 'minimaal' of 'hoog'. Gezien het enorme aanbod aan stofzuigermerken en -typen is kwantificering een flinke opgave gebleken. De kwalitatieve scores zijn door de onderzoekers tot stand gekomen op basis van participatieve observaties in de technische werkplaats en literatuuronderzoek over de repareerbaarheid van stofzuigers. Uit tabel 3 kunnen twee clusters van veelvoorkomende stofzuigerdefecten worden afgeleid. De twee clusters verschillen in de mate waarin stofzuigerdefecten repareerbaar zijn.

Diagnose en reparatieproces

Op basis van de opgedane inzichten in tabel 3 is vanwege de lage reparatiecomplexiteit uitsluitend voor cluster 1 een diagnose- en reparatieproces uitgewerkt. In feite gaat het hier om een controle in combinatie met schoonmaak. Dit zou betekenen dat een stofzuiger die wordt gedoneerd aan een kringloopwinkel en valt onder cluster 1 zonder CENELEC kan worden gereedgemaakt voor een nieuwe eigenaar. De hogere technische complexiteit t.a.v. herstel van de stofzuigerdefecten in cluster 2 zijn daarentegen tijdsintensief, vereisen goed ontwikkeld technische competenties van medewerkers en vergen disassemblage van een stofzuiger.

Door de stofzuigerdefecten in cluster 2 buiten beschouwing te laten wordt complexiteit ten aanzien van . het disassembleren en reassembleren voorkomen. Het assortiment stofzuigers (merken, typen) is dermate groot dat het te complex is gebleken om een eenduidige flowchart uit te werken. Bijvoorbeeld, de disassemblage en reassemblage vereist goed ontwikkelde cognitief-motorisch vaardigheden en uitgebreide productkennis. Plastic bevestigingen, klikmechanismen en de vindbaarheid van bevestigingspunten loopt per merk en modeltype sterk uiteen.



Clusters frequente stofzuiger defecten	Frequente stofzuiger defecten	Benodigde technische competenties	Beschikbaarheid reparatie-faciliteiten	Complexiteit repareerbaarheid (dit uit zich in lage/hoge reparatietijd)	Kosten onderdelen	Opmerkingen
Cluster 1: hoge repareerbaarheid	1. Verstoppingen of slijtage van slang, mondstuk, buis	Laag	Niet	Laag	Laag	Eventuele kosten voor mondstuk of slang. Tweedehands onderdelen
	2. Volle stofzuigerzak	Laag	Niet	Laag	Laag	-
	3. Verstopt motorfilter	Laag	Niet	Laag	Laag	-
	4. Binnenkant stofzuiger is vervuild met stof en/of vet	Laag	Beperkt	Laag	Laag	Afzonderlijke ruimte met enkele basisvoorzieningen is benodigd
Cluster 2: lage repareerbaarheid	5. Stroomvoorziening werkt niet (stroomkabel, oprolmechanisme, aan/uit schakelaar)	Medium	Ja	Medium	Medium-Hoog	Lange reparatietijd, specifieke reparatievaardigheden vereist
	6. Defecte of niet-functionerende motor	Hoog	Ja	Hoog	Hoog	Veilig motorherstel en het herstellen van koolborstel vereisen professionele technische competenties
	7. Versleten koolborstels	Hoog	Ja	Hoog	Beperkt	
	8. Defecte electronica / printplaat	Niet	Ja	Hoog	Hoog	Defecte electronica is zeer moeilijk herstelbaar

Tabel 3: Repareerbaarheid gebruikte stofzuigers

Ook worden problemen met de stroomvoorziening van de stofzuiger (zoals een kabelbreuk of een kapotte aan/uit-schakelaar) vanwege veiligheidsoverwegingen, de vereiste technische vaardigheden en specifieke gereedschappen die dit vraagt (zoals een multimeter en een soldeerbout) niet onderzocht. Een eventuele herstelling van een vastgelopen stroomkabel in de haspel maakt ook geen onderdeel uit van dit procesdiagram omdat dit disassemblage van een stofzuiger veronderstelt. Preventief wordt een stroomkabel op breuken onderzocht omwille de veiligheid. Ook wordt een kabel uitgetrokken om te checken of deze vastzit. Sommige stofzuigers geven specifieke foutdiagnoses aan bij disfunctioneren. Echter, de weergave en visualisatie van dergelijke foutdiagnoses verschillen sterk per merk en modeltype. Daarom maken de interpretatie van foutmeldingen geen onderdeel uit van het procesdiagram.

In figuur 2 is het uitgewerkte en geteste procesdiagram voor de cluster 1 stofzuigerdefecten uitgewerkt. Dit diagram biedt handvatten voor reparateurs met beperkte technische competenties en voor consumenten. Verondersteld is dat de veiligheidsvoorzieningen en de benodigde gereedschappen op de locatie waar de stofzuigers worden gediagnosticeerd en gerepareerd op orde zijn.

In het stroomdiagram zijn de volgende fasen onderscheiden:

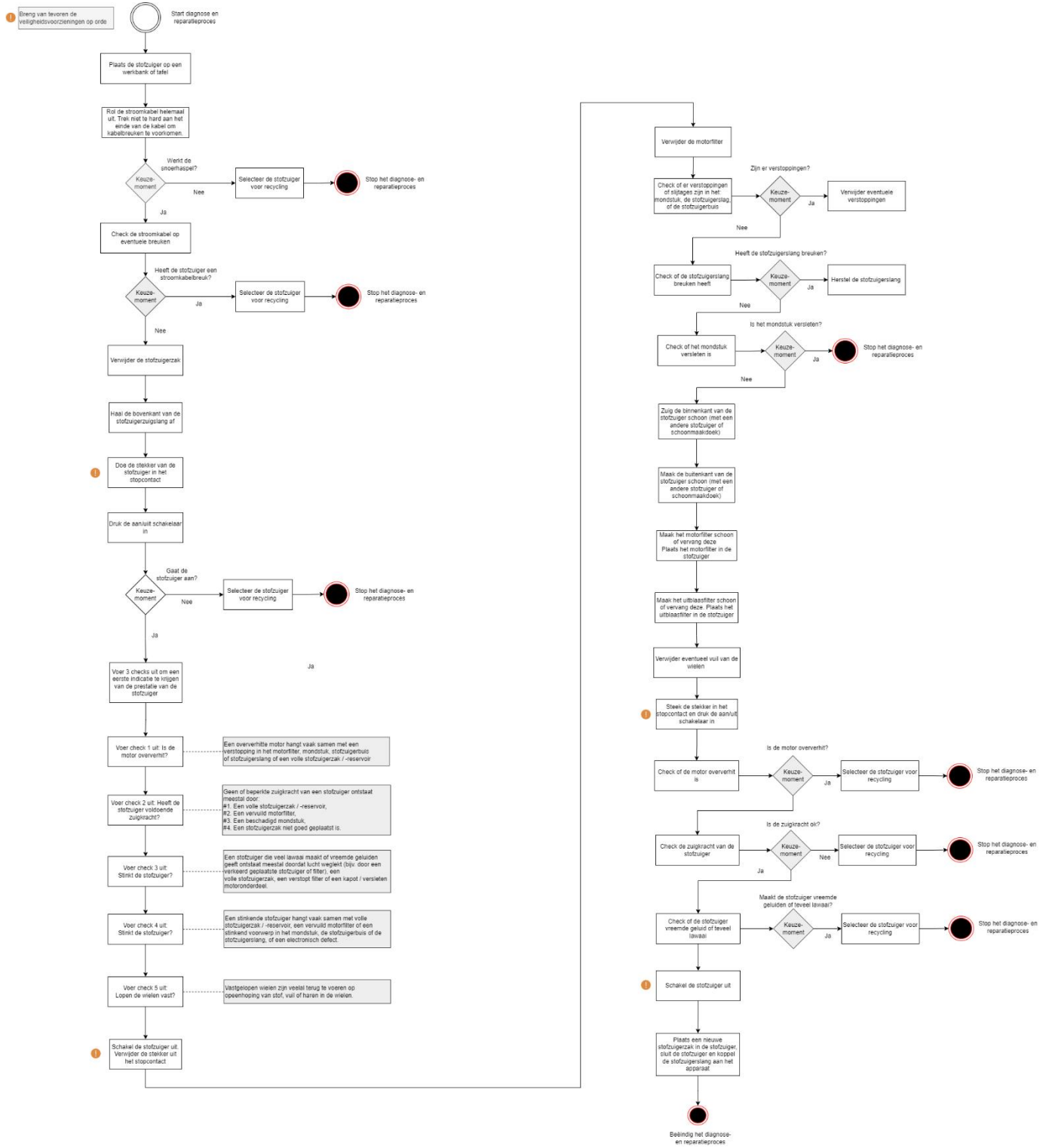
1. Check op kabelbreuken;
2. Het wel/niet aangaan van de stofzuiger na het indrukken van de aan/uit schakelaar;



3. Indicatieve checks om ruwweg te diagnosticeren of sprake is van oververhitting, zuigkracht, geluid stank en/of niet functionerende wielen;
4. Checken of er in het mondstuk, de stofzuigerslang en de stofzuigerbuis verstoppingen zitten;
5. Het verwijderen en schoonmaken van de binnenkant (stofzuigerzak, filters) en de buitenkant van de stofzuiger;
6. Het testen op oververhitting, zuigkracht en geluid;
7. Het plaatsen van een nieuw stofzuigerstofzak en beëindiging van het diagnose- en reparatieproces.

Als een stofzuiger niet voldoet aan de checks in het diagnose- en reparatieproces dan komt deze niet in aanmerking voor levensduurverlenging. Bij het uitvoeren van de indicatieve checks is het raadzaam dat medewerkers van tevoren een microtraining krijgen om te herkennen wanneer sprake is van een oververhitte motor, verminderde zuigkracht, een niet-acceptabel geluidsniveau en stank en welke achterliggende oorzaken hieraan ten grondslag liggen. Dergelijke microtrainingen kunnen ook betrekking hebben op bijvoorbeeld het herstellen van een stofzuigerslang en het plaatsen van nieuwe filters.

Een essentieel uitgangspunt in het procesdiagram is dat als na het doorlopen van de diagnose- en eventuele herstelactiviteiten de stofzuiger alsnog niet blijkt te werken, dan wordt het reparatieproces stopgezet. Het detecteren van de fouten kost anders te veel tijd.



Figuur 3: Procesdiagram stofzuigerdefecten cluster 1



Reflecties

De uitgewerkte procesdiagrammen (beslisbomen) bieden inzamelaars en reparateurs praktische handvatten om op gestructureerde en efficiënte wijze stofzuigers op levensduurverlenging te beoordelen, te diagnosticeren en te repareren. De procesdiagrammen hebben een statisch en generiek karakter en zijn hierdoor toepasbaar op meerdere merken stofzuigers. Visuele checks spelen een doorslaggevende rol bij het beoordelen van de ingezamelde stofzuigers door medewerkers en zijn met additionele microtrainingen en concrete werkinstructies toepasbaar in de dagelijkse werkpraktijken van inzamelaars en reparateurs.

De uitgewerkte procesdiagrammen kennen ook belemmeringen. Bijvoorbeeld, in het procesdiagram ten aanzien van diagnose en reparatie wordt aangegeven dat een stofzuiger compleet moet zijn om in aanmerking te komen voor levensduurverlenging. Echter, indien een reparateur bij de reparatie van stofzuigers onderdelen aanwendt die geen CENELEC-certificering vereist, zoals stofzuigerslangen en zuigmonden, dan kan een gestelde norm in het procesdiagram ruimer geïnterpreteerd worden. Verder, het ontbreken van (geautomatiseerde) productdata en -informatie belemmerde product specifieke identificatie en registratie van een ingezamelde stofzuiger. De toegang en verkrijgbaarheid van product- en eventuele gebruiksdata van producenten is hierbij een significante barrière. Assessment op specifieke productkenmerken van een stofzuiger, zoals zuigvermogen, fysieke eigenschappen (gewicht, dimensies) en productiejaar, was hierdoor niet mogelijk. Het ontbreken van beslissingsondersteunende informatie belemmerde ook een objectieve ecologisch assessment, bijvoorbeeld op het gebied van energieverbruik en broeikaseffecten. In een toekomstige situatie kunnen, onder invloed van sensoren in stofzuigers, verbruiksdata mogelijk helpen om inzicht te krijgen in de gebruiksintensiteit en de onderhouds- & reparatiehistorie. Dergelijke inzichten objectiveren of levensduurverlenging kansrijk is of niet.

De verwachting is dat circulaire productontwerpen, onder invloed van Europees 'Right-to-Repair' beleid, sensoren in stofzuigers en de implementatie van digitale product paspoorten het uitgewerkte procesdiagram op termijn een geheel ander karakter gaan krijgen. Een uitgebreid assessment van ingezamelde stofzuigers door inzamelaars kan dan plaatsvinden op basis van een uitgebreide set aan technische, economische, ecologische en sociale selectiecriteria. De procesdiagrammen t.a.v. het diagnose- en reparatieproces kunnen onder invloed van de geschetste trends een meer dynamisch karakter krijgen, waarbij voor elke stofzuiger een uniek procespad wordt doorlopen.



Conclusies en vervolgstappen

Conclusies

Het onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat de levensduur van stofzuigers sterk afhankelijk is van diens productkwaliteit, geschiktheid voor reparatie en het gepleegde onderhoud door consumenten.

Bovenstaande uitwerkingen maken inzichtelijk dat consumenten de eenvoudige onderhoudsactiviteiten aan stofzuigers, zoals het verwijderen van verstoppingen en het vervangen filters, zelfstandig kunnen uitvoeren. Veel gesignaleerde defecten kunnen hierdoor preventief worden voorkomen. Naarmate de reparatiediepte van een stofzuigerdefect toeneemt, zoals het vervangen van koolborstels of het solderen van een stroomkabel aan een oprolmechanisme, dan is het aan te bevelen dat een professionele reparateur de reparatieactiviteiten uitvoert.

De uitgewerkte procesdiagrammen zijn goed vertaalbaar naar de praktijk. Selectiecriteria zijn bijvoorbeeld goed visueel te maken met behulp van afbeeldingen. Het reparatieprotocol zou vertaald kunnen worden naar een app, of ook met behulp van afbeeldingen in beeld gebracht kunnen worden.

Vervolgstappen

Een volgende stap in dit ontwerpgerichte onderzoek is om de uitgewerkte procesdiagrammen te vertalen naar concrete, begrijpelijke protocollen die inspelen op de profielen van consumenten en reparateurs die er mee gaan werken. Het gebruiksvriendelijk maken van de aanwijzingen in de procesdiagrammen en de verwijzingen naar professionele reparateurs zijn hierbij aandachtspunten. Denk hierbij aan het vertalen van deze diagrammen naar ondersteunende instructievideo's en afbeeldingen die duidelijk en eenvoudig uitlegbaar zijn op de werkvloer. Stapsgewijs kunnen onder invloed van digitale productpaspoorten en informatie uit relevante informatiebronnen (zoals de European Product Registry for Energy Labelling) data worden toegevoegd om de procesdiagrammen verder te verrijken.

Tijdens het ontwerpgerichte onderzoek zijn de eerste stappen gezet om een softwareapplicatie te ontwikkelen die medewerkers met werkinstructies ondersteunen tijdens het inzamel, diagnose- en reparatieproces. Ook kan een dergelijke softwareapplicatie het stapsgewijs genereren van een kwaliteitsrapport van een herstelde stofzuigers ondersteunen. Consumenten krijgen hierdoor inzicht in de productspecificaties, de technische testresultaten en de herstelactiviteiten. Een dergelijke transparantie draagt bij aan het vertrouwen van consumenten in de technische kwaliteit van de herstelde stofzuiger. De softwareapplicatie dient verder uitgewerkt te worden en onder toekomstige gebruikers getest te worden. Geautomatiseerde identificatie van de stofzuiger (merk, type) is hierbij een essentiële vereiste.



Een ander punt van aandacht is dat de focus tijdens het uitgevoerde onderzoek lag op sledestofzuigers. De toenemende verkoop van steel- en robotstofzuigers vraagt in de toekomst ook procesdiagrammen voor deze productcategorie. Een andere overweging is dat het gebruik van gebruikte stofzuigeronderdelen de economische en technische haalbaarheid van reparatie kan vergroten. Ondanks de huidige belemmerende wet- en regelgeving om gebruikte onderdelen te hergebruiken voor niet CENELEC-gecertificeerde organisaties, is het raadzaam om reeds de ontwikkeling van voorraadssystemen van gebruikte onderdelen te overwegen. Herstelorganisaties kunnen dan op regionaal niveau onderdelen uitwisselen om collectief hogere levensduurverlengingspercentages te realiseren.