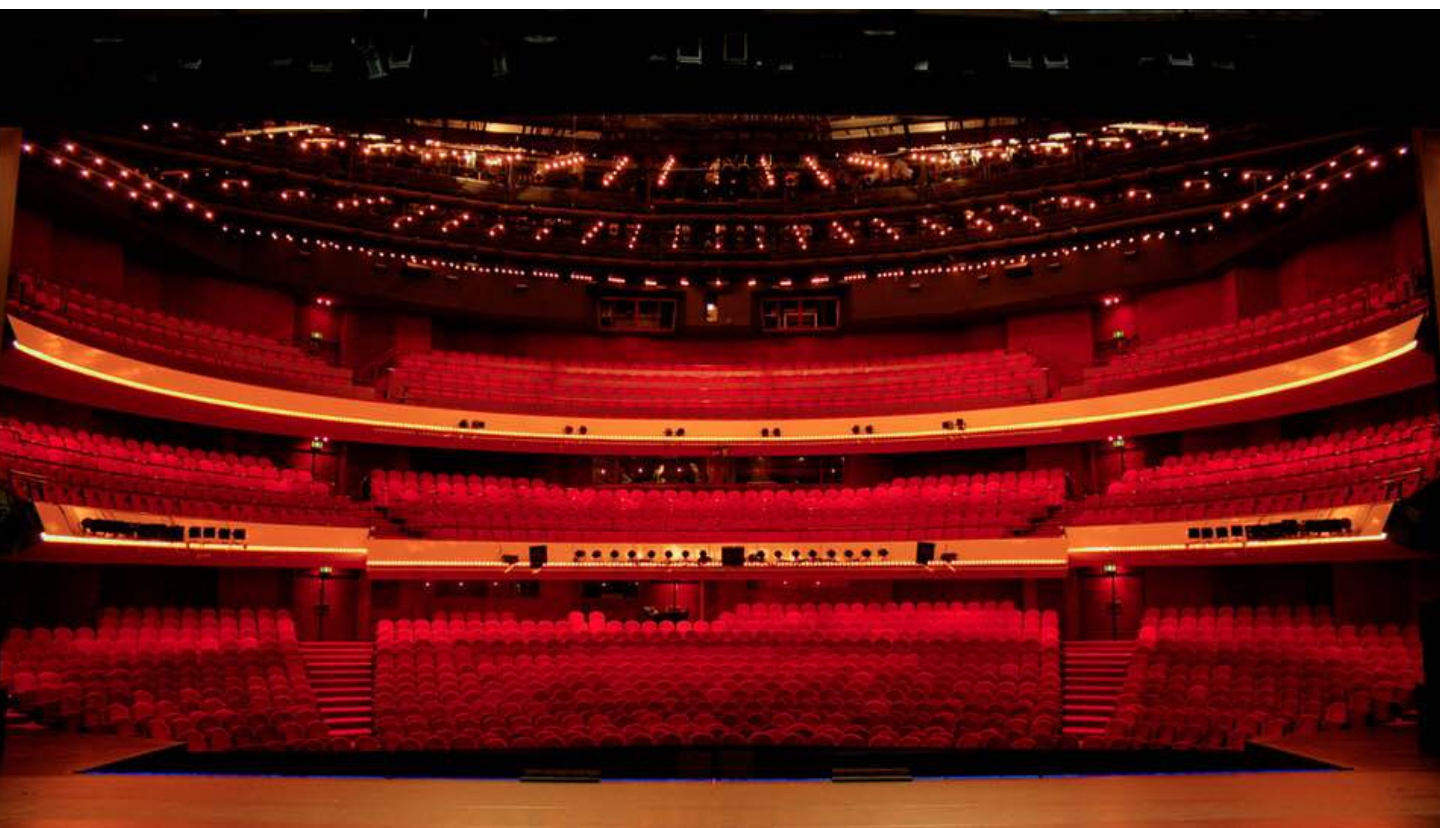




Eva Arts 13431242

Eva Wehkamp 12321133

Noa Huinink 13557580

Reeven Hesselink 13988573

Opdrachtgever: Julie Fuchs - Duurzaamheid Projectleider
Tony Hofman - Projectleider Verbouwingen
Bob Brandsen - Adjunct-directeur Techniek

Organisatie: Nationale Opera en Ballet

Thema II werkgroepdocent: Rosanne Alderliefste

15 december 2022

Samenvatting met aanbevelingen

Hieronder is een samenvatting van de adviezen per onderdeel van de analyse gegeven. Deze beze bestaan uit textiel, metaal, schuim en het advies voor de nieuwe stoelen.

Textiel

- Compositie stoelen
- Recyclebedrijven contacteren
- Samenwerking aangaan met bedrijf
- Laten versnipperen

Schuim

- Demontagebedrijf vinden
- Federal Eco Foam bedrijf dat open staat voor een samenwerking voor zichtbaarheid van de circulaire economie.

Metaal

- MRF
Federatie die metaalrecycling bedrijven in Nederland verbindt en controleert op circulariteit.
- HKS
Ferro- metaalrecyclingbedrijf

Nieuwe stoelen

- Euro seating:
bedrijf voor levering nieuwe stoelen.
- Andere bedrijven contacteren
- Ontwerp maken voor nieuwe stoelen

Inhoudsopgave

Samenvatting met aanbevelingen	2
Inleiding	4
Theoretisch Kader	5
Methode	7
Analyse	9
Textiel	9
Metaal	11
Schuim	12
Algemene opties voor de gehele stoelen	15
Nieuwe stoelen	16
Advies	20
Vervolgstappen	24
Discussie	27
Referentielijst	29
Bijlagen	32

Inleiding

"Des te meer we circulair zijn, des te beter is het voor het bedrijf, des te beter is het voor ons en onze kinderen later"

- Koen Sijsman, commercial director bij Federal Eco Foam

De huidige theaterstoelen van Nationale Opera & Ballet zijn de oorspronkelijke stoelen van het theater. Deze stoelen zijn geplaatst in 1986, het jaar dat het theater haar deuren opende. Na 36 jaar zijn deze aan vervanging toe met het oog op het comfort van de bezoekers. Voor Nationale Opera & Ballet is duurzaamheid een van de belangrijkste kernvisies. Het is dan ook vanzelfsprekend dat dit van belang is voor de vervanging van de stoelen. Dat wil zeggen, dat de oude stoelen op een circulaire manier gebruikt worden en dat de nieuwe stoelen geproduceerd en geplaatst worden rekening houdend met circulariteit. In dit rapport zal om te beginnen een kader worden geschetst van de huidige opvattingen van circulariteit. Deze theorieën dienen als een fundament voor het onderzoek dat volgt.

Hierna zal in de methode worden uitgelegd op welke wijze dit onderzoek is uitgevoerd. Daarop volgt een uiteenzetting van de huidige opties voor circulaire theaterstoelen. In de analyse worden deze opties genoemd. Allereerst worden de mogelijkheden voor het recyclen van de oude stoelonderdelen bekeken. Dit gebeurt middels een grove indeling van de stoel in drie stromen aan materiaal. Deze drie zijn: het textiel van de bekleding bestaande uit rood velours, het stalen onderstel en tot slot het schuim uit de rug- en stoelzitting. Hierbij wordt eerst nagegaan wat de huidige gang van zaken is wanneer deze materialen bij de sloop van de zaal bij het grofvuil terecht zouden komen. Vervolgens worden enkele opties genoemd om dit proces meer circulair te maken. Vervolgens wordt een mogelijkheid voor het hergebruik van de oude stoelen genoemd, waarbij deze niet hun waarde verliezen. Ook worden in de analyse de huidige gevonden mogelijkheden voor duurzame theaterstoelen genoemd, die de oude stoelen zouden kunnen vervangen. Hierbij wordt gekeken naar het materiaal waar de stoelen uit bestaan en de herkomst hiervan, maar ook het productieproces en hoe het product diens plek inneemt binnen het plaatje van circulariteit.

Na de analyse volgt het advies. Hierin worden de besproken opties samengevat en vergeleken. Er wordt onder andere gekeken naar aspecten die de opties meer of minder circulair maken en de haalbaarheid. Vervolgens wordt uit deze vergelijking een conclusie getrokken waaruit een concreet advies wordt opgesteld. Hierna worden enkele vervolgstappen aangeboden die de Nationale Opera & Ballet kunnen ondersteunen in het opvolgen van het advies en het eventuele vervolgonderzoek.

Tot slot worden in de discussie de beperkingen van het onderzoek genoemd. Daarmee is het plan voor circulaire theaterstoelen hopelijk voldoende bijgestaan om dit voort te zetten.

Theoretisch kader

Om een goed advies te geven wordt er eerst door middel van een literatuuronderzoek een vooronderzoek uitgevoerd. In dit theoretisch kader worden de begrippen en theorieën uitgelegd die van belang zijn voor het uiteindelijke advies.

Duurzaamheid en circulariteit

In dit onderzoek zal er gebruik worden gemaakt van de woorden **duurzaamheid** en **circulariteit**. Deze woorden worden vaak door elkaar gebruikt of gezien als hetzelfde, wat niet het geval is, dus worden de begrippen eerst goed gedefinieerd. Zo kan in dit onderzoek makkelijker beide woorden worden gebruikt zonder verwarring te scheppen.

De woordenboekdefinitie van duurzaam is 'geschikt, bestemd om lang te duren' of 'kan lang mee' (Van Dale, 2022). Tegenwoordig wordt het woord duurzaam meer gekoppeld met de betekenis van duurzaamheid of duurzame ontwikkeling. **Duurzame ontwikkeling** is een vorm van ontwikkeling die de behoeftes voorziet van de huidige generatie zonder de toekomstige generaties in gevaar te brengen (Beekman, 2004). Verder is er bij duurzame ontwikkeling sprake van een ideaal evenwicht tussen ecologische, economische en sociale belangen. (GmbH, 2022). In tegenstelling tot duurzaamheid heeft **circulariteit** juist als uiteindelijk doel een wereld met nauwelijks of helemaal geen afval. Hierbij worden de grondstoffen van een product na gebruik ingezet voor de maak van nieuwe producten of nieuwe materialen (Milieu Centraal, z.d.). Al tijdens het maken van het product wordt nagedacht over het volgende leven en wordt dan ook zo geproduceerd dat het na gebruik makkelijk opnieuw te benutten is (GmbH, 2022), wat ook erg van belang is voor het maken van de nieuwe theaterstoelen. .

Circulariteit gaat hand in hand met de **circulaire economie**. Het tegengestelde van circulaire economie is lineaire economie. Bij lineaire economie worden bronnen geïnd, hiervan worden vervolgens producten gemaakt, deze worden verkocht aan de consument en wanneer deze hun functie niet meer kunnen uitvoeren worden ze weggegooid (Gale, 1989). Aangezien er **niet oneindig veel bronnen** op aarde te vinden zijn, is een nieuw soort economie met een streven naar circulariteit. In circulaire economie wordt er van dit lineaire proces een cirkel gemaakt door middel van het **hergebruik van grondstoffen**. De Ellen MacArthur Foundation (2013) geeft de volgende definitie voor circulaire economie: 'A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design'. Een eenduidige definitie van CE is echter lastig te formuleren omdat er veel verschillende betekenissen aan gegeven worden.

Reduce, reuse en recycle

Toch zijn er drie begrippen die het vaakste terug komen als het gaat over een circulaire economie: **reduce**, **reuse** en **recycle**. **Reduce** is het minder gebruiken van grondstoffen en

materialen zoals bijvoorbeeld de nieuwe stoelen minimalistischer te maken., **Reuse** is het opnieuw gebruiken van grondstoffen en materialen voor hetzelfde doeleinde van het originele product, zoals de lampjes in de huidige stoelen opnieuw te gebruiken. **Recycle** is het opnieuw gebruiken van grondstoffen en materialen voor andere doeleinden dan die van het originele product (Kircherr et al. 2017). Hier wordt naar gekeken voor de oude stoelen.

Business strategieën

Bocken (2016) onderzoekt verschillende business strategieën die mogelijk zijn binnen een circulaire economie. Bij dit project zijn een aantal mogelijk toepasbaar. Ten eerste **extending resource value**. Binnen deze strategie worden de bouwstenen van een product opnieuw ingezet om er een nieuwe waarde aan te geven. Zo zouden de onderdelen van de oude stoelen overgedragen kunnen worden aan een andere partij die er iets mee kan doen, waarbij de onderdelen een nieuwe waarde krijgen. Als tweede strategie **classic long life model**. Binnen deze strategie wordt de waarde van een product verlengd. Hieronder valt het duurzame ontwerp van de nieuwe stoelen, zodat deze een lange periode mee kunnen gaan. Ten derde, **industrial symbiosis**. Hierbij wordt afval bij een bepaald proces gebruikt als grondstof voor een ander proces. Bij de verbouwing komt veel afval vrij, waaronder de materialen van de stoelen origineel gezien, maar dit kan nu gebruikt worden als grondstof voor een ander project. In dit onderzoek gaan we dus kijken of het voorkomen kan worden dat de oude stoelen bij het afval terecht komen.

Duurzaam productieproces

Om de NO&B advies te kunnen geven op nieuwe duurzame stoelen moet er eerst worden nagegaan wat een productieproces überhaupt duurzaam maakt. Een aantal aspecten hiervan zijn: **design** van het product, **hernieuwbare energie** gebruik, **hernieuwbare materiaalgebruik** en hoe **schadelijk** materialen zijn voor het milieu om te produceren en recycling (O'Brien, 1999).

Methode

Het onderzoek is uitgevoerd middels interviews met eventuele potentiële partijen die betrokken zouden kunnen worden bij het project. Dit betreft de mogelijke toekomstige leveranciers van de nieuwe stoelen en de mogelijke verwerkers van de recyclebare materialen. Deze externen werden geïnterviewd op het gebied van recycletechnieken voor verschillende soorten materialen. Door middel van het internet zijn via onder andere LinkedIn en Google desbetreffende personen gevonden die hulp en kennis zouden kunnen bieden voor de analyse. Deze personen zijn benaderd via email en telefonisch zonder Nationale Opera & Ballet te noemen. Degenen die geïnteresseerd waren zijn uitgenodigd voor een interview via Zoom.

Om het volledige onderzoek te ondersteunen zijn er experts geïnterviewd op het gebied van de recycle mogelijkheden van de gehele stoel en voor het recyclen van de individuele materialen van de stoel. Er is gekozen dit op te delen in de grootste stromen aan materialen, namelijk metaal, schuim en het textiel. Daarnaast is er ook een interview gehouden ten behoeve van het vinden van nieuwe circulaire theaterstoelen. De uitgevoerde interviews zijn als volgt gecategoriseerd in tabel 1 (zie blz. 8).

Desbetreffende personen die wij hebben gesproken zijn benaderd ten gevolge van de stakeholderanalyse waar geanalyseerd is wie er betrokken zouden kunnen worden bij het project. Door middel van deze interviews hebben wij kennis kunnen vergaren over expertises betreffende verschillende recycle methodes en technieken van de oude materialen en het maken van nieuwe theaterstoelen. Op die manier konden we na alle informatie verzameld te hebben afwegen welk van de recycle methoden het meest bijdragen aan een circulaire economie.

In de analyse zullen de verschillende opties worden besproken wat betreft de oude stoelen en nieuwe stoelen. Deze opties zullen de basis opties zijn, zoals het brengen naar de stort tot aan het recyclen van de materialen. Vervolgens worden in het advies de meest circulaire opties per materiaal besproken. Verder worden ook opties voor de nieuwe stoelen besproken.

Alle uitgevoerde interviews zijn hieronder weergegeven in tabel 1.

Geïnterviewd persoon	Functie	Organisatie	Onderwerp van interview
Laura Airapetjan	Student in duurzaamheid	Frankenhuis	Het recyclen van textiel
Birgitta de Vos	Kledingontwerper	Eigen kledingbedrijf	Het recyclen van textiel
Lennart Vermaat	Verenigingsadviseur	MRF	Het recyclen van metalen
Rob Tangenberg	Onderzoekt recycle mogelijkheden	Schuim Fabriek	Het recyclen van schuim
Koen Sijsmans	Commercial Director	Federal Eco Foam	Het recyclen van schuim
Lodewijk Conrads	Sales en klantenservice director	Leadcom seating	Het recyclen van de hele stoel
Patrick van Gestel	Export Manager Stadium/Arena/Auditorium Seating	Euro Seating	Nieuwe circulaire stoelen

Tabel 1: uitgevoerde interviews.

Analyse

Oude stoelen

Om het proces zo circulair mogelijk te maken, moeten de verschillende materialen van de oude stoelen gescheiden worden, zodat elk materiaal beter hergebruikt kan worden. Hier wordt de onderscheiding gemaakt tussen de materialen textiel, metaal en schuim.

Textiel

Een belangrijk gedeelte van de stoelen is de stof die eromheen zit. Van origine zijn de theaterstoelen bekleed met de stof Mohair. Dit is gemaakt van kort, rechtopstaand geitenhaar. In de loop van de tijd zijn een groot deel van de stoelen opnieuw gestoffeerd met de stof velours. Dit is een niet-natuurlijke stof, maar hierbij zijn ook de haartjes rechtopstaand. Na een schatting, waar vanuit is gegaan dat elke stoel velours bevat, zal dit rond de **500 kilo** zijn (zie bijlage 3). Hoeveel stoelen van Mohair gemaakt zijn is niet bekend, dus is er uitgegaan van alleen maar velours.

Textiel recyclen

Textiel recyclen is ingewikkelder dan het lijkt. De eerste stap is het scheiden van materialen. De meeste vormen van textiel zijn een mengsel van verschillende soorten materialen, denk aan het mengen van polyester met katoen, maar ook de ritsen in broeken. Dit is al een proces dat erg lastig is en wat vaak alleen makkelijk gedaan kan worden als hier vooraf aan het ontwerp aan wordt gedacht. De tweede stap is het versnipperen van textiel. Hier worden weer nieuwe garen van gesponnen, wat aansluit op *extending resource value* wat in het theoretisch kader is besproken. Als **het vooraf scheiden** van de stoffen niet goed wordt gedaan, wordt de kwaliteit van de stoffen minder goed. Ook worden de draden van de nieuw gesponnen garen korter, wat er ook voor zorgt dat de kwaliteit achteruit gaat (Piribauer & Bartl, 2019). Dit bleek ook uit een interview met Birgitta de Vos, wie onder andere een bedrijf had met gerecyclede kleding, dat uit nieuwe kleding eigenlijk maar één keer garen kunnen worden gesponnen. Vaak mengen ze deze nieuwe garen met plastic om de kwaliteit wat steviger te maken, maar ook dan kan het daarna niet nog een keer gerecycled worden. Hierdoor is het niet erg circulair, omdat het na de tweede keer toch weggegooid moet worden. Voor het textiel van de oude theaterstoelen is er niet precies bekend wat de precieze compositie is van het gebruikte velours. Bij de meeste stoelen en zoals hierboven is gezegd zijn sommige stoelen nog gemaakt van Mohair. In het recycleproces is het belangrijk om te weten welke stoffen bij welke stoelen zitten en dat dit allemaal wordt gescheiden tijdens het ophalen van de materialen.

Textiel wegbrengen

Er zijn een aantal opties bij het wegbrengen van textiel. De eerste optie zou zijn om het naar het grofvuil of de textiel stortplek te brengen bij de gemeente Amsterdam. Echter is dit niet mogelijk, wat duidelijk werd na een gesprek met de gemeente, omdat zij geen algemene stortplek hebben. Zij vertelden dat het eventueel in de kledingcontainers kan die in de stad staan, maar 500 kilo aan textiel is daar wat te veel voor. De enige gemeente die hier informatie over gaf op hun site is de gemeente van Helmond (Textiel Gemeente Helmond, z.d.).

De tweede optie kan zijn door het op te laten halen door **Renewi**. Op hun site staat dat er verschillende soorten containers te huur zijn die gevuld kunnen worden, wat zij vervolgens zullen weggooien of recyclen. Met textiel specifiek wordt het opgehaald en gesorteerd. De bruikbare producten gaan naar tweedehands winkels of goede doelen, en de rest wordt gebruikt voor onder andere isolatiemateriaal.

Textiel recyclebedrijf

De derde optie is het wegbrengen naar een **textiel recyclebedrijf**. Er zijn meerdere bedrijven gecontacteerd. Met het bedrijf **Frankenhuis** is een interview gehouden om te bepalen of dit bedrijf een optie zou kunnen zijn. Het textiel wat ze binnenkrijgen recyclen ze door deze gesnipperde stof in onder andere boxzakken of poefs te doen. Hierbij maken ze geen nieuwe garen, omdat ze hiervoor de apparatuur nog niet hebben. Ook vertelde ze dat hier überhaupt nog bijna geen apparatuur voor te verkrijgen is op dit moment. Dit maakt het voor velours dan nog extra lastig, omdat dat een heel ander soort stof is, waar de haartjes omhoog staan. Ze vertelde dat ze **voor velours niet de apparatuur** hebben. Wel zou versnipperen een eventuele optie zijn, om ook vervolgens in bijvoorbeeld boxzakken te doen. Verder nemen zij liever klussen aan waarbij de klant zelf al een doel heeft voor het eindproduct, of in gezamenlijk overleg waar het vervolgens heen moet. Hierbij is dit bedrijf niet een optimale optie, vanwege de tekortkoming aan apparatuur en ook omdat hier een doel moet zijn voor het eindproduct, hetgeen de NO&B niet heeft. Echter geeft dit interview wel aan dat het recyclen van textiel in Nederland minder ver is dan gehoopt, omdat ze zeiden dat dit het geval is voor bijna alle recyclebedrijven. Dit kan gekoppeld worden met het feit dat dit gedeelte van de economie nog erg lineair is vergeleken andere delen.

Verder is er ook nog een bedrijf, **Wolkat**, die op hun site laat overkomen dat ze wel alle verschillende soorten stoffen aannemen. Via de mail hebben ze geantwoord dat ook voor hun velours erg lastig is te recyclen en dat hun minimum gewicht 3000 kilo is.

Met een aantal andere recyclebedrijven is contact gelegd, maar geen enkele heeft gereageerd. Deze bedrijven zijn wel de moeite waard nog een keer contact mee te nemen: **CIBUTEX** (in Amsterdam), **Enschede textielstad** en **regain recyclables** (ze halen ook de producten op). Omdat hier dus niet mee is gesproken is er niet bekend of deze bedrijven wel iets zouden kunnen met velours.

Verdere opties voor textiel

Als laatste optie zijn er nog **kunstprojecten** in de toekomst. Tijdens dit onderzoek mochten er geen advertenties of andere dingen worden geplaatst voor grote hoeveelheden

stof, vanwege geheimhouding van het project. Hier zou wellicht wel vraag naar kunnen zijn. Wanneer de verbouwing door iedereen is goedgekeurd kan dit ook een optie zijn om de stof in de cirkel te houden.

Een conclusie is dat textiel recyclebedrijven niet alle stoffen kunnen recyclen en het daardoor lastiger wordt een bedrijf te vinden die dit kan doen. Verder is er nog **Renewi** die het kan komen ophalen in Amsterdam.

Metaal

De frames van de stoelen bestaan voor een groot deel uit staal. Na schatting gaat het om minstens 211 kilo staal (bijlage 3, 2). De opties die er zijn om het staal te recyclen worden hieronder besproken.

Voor het vergaren van meer kennis wat betreft het recycleproces en de recycle mogelijkheden van staal is er een interview gehouden met Lennart Vermaat, van de **MRF** (Metaal Recycling Federatie). De MRF is de vooraanstaande brancheorganisatie in de metaalrecyclingsector. Bij deze organisatie zijn ongeveer 120 grote metaalrecyclingbedrijven aangesloten die door middel van deze branchevereniging samenwerken om metaalrecycling te stimuleren en zich op die manier samen in te zetten voor de circulaire economie. Zelf is de MRF weer aangesloten bij het **Nationaal Recycling Forum**. Dit is het nationale platform van de recyclingorganisaties in Nederland. Naast de MRF zijn in dit platform de FNOI (papier en karton), NRK Recycling (kunststof) en VHT (textiel) vertegenwoordigd. Samen zetten zij zich in voor de circulaire economie. Zij streven naar het scheiden van recycling stromen zodat zij deze hoogwaardig kunnen recyclen.

Om bij te dragen aan de circulaire economie benadrukt de MRF vooral de CO2-winst die de metaalrecycling oplevert, in vergelijking met het gebruiken van primaire metalen die gemaakt zijn uit erts en mineralen. De verminderde uitstoot van CO2 die veroorzaakt wordt door metaalrecycling is met name te danken aan het feit dat het winnen van erts en primaire mineralen waar metalen van worden gemaakt heel energie intensief is. Door het gebruiken van schroot, ingezameld oud metaal, hoeft het metaal niet opnieuw gewonnen te worden wat zorgt voor minder uitstoot. De transportkosten van het verzamelen en vervoeren van oud metaal zijn door dit verschil in uitstoot verwaarloosbaar klein.

Wanneer er metaalafval vrijkomt dan wordt dit aangeboden bij een metaalrecyclingbedrijf. Het recycleproces gaat van start bij het sorteren van verschillende soorten metaal, waaronder **ferro- en non-ferrometaal**. Wanneer het gesorteerd is wordt het vaak (indirect) doorgespeeld naar een van de grote metaalbedrijven van Nederland, waaronder **HKS Metals Amsterdam, European Metal Recycling (EMR)**, of **Janssen**, waarna het wordt doorgestuurd naar gieterijen of smelterijen die het dan als grondstof kunnen gebruiken in het productieproces van nieuwe metalen.

In het geval van het recyclen van het staal van de theaterstoelen zal gefocust moeten worden op staal recycling, en dus een bedrijf moeten worden benaderd dat zich bezighoudt met het recyclen van ferro-metaal. Een goede optie is in dit geval HKS. Welk bedrijf er gekozen zal worden voor het uiteindelijke recyclen van het staal zal niet veel uitmaken

aangezien de metaalrecyclingbedrijven onderling samenwerken door middel van de MRF. Wanneer een bedrijf is aangesloten bij de MRF zal dit een garantie zijn voor circulariteit.

Een andere optie om het staal circulair te recyclen of hergebruiken is het gebruiken van het originele frame van de huidige stoelen bij het ontwerpen van de nieuwe stoelen. Dit kan echter pas verder besproken en uitgewerkt worden wanneer de producent van de nieuwe stoelen akkoord gaat met dit idee.

Schuim

In de zitting en de rug van de stoel bevindt zich een schuimlaag, naar verwachting bestaande uit polyurethaan. Binnen de schuimindustrie wordt het vaak aangeduid met de naam '**PU-schuim**', waarmee verschillende samenstellingen bedoeld kunnen worden. Dit kwam naar voren in een gesprek met Rob Tangenberg, werkzaam bij het bedrijf Schuim Fabriek. Het basismateriaal is hetzelfde, maar de productiemethode verschilt (interview met R. Tangenberg, 24 november 2022). Tijdens de productie wordt een gas toegevoegd waardoor het vloeibare basismateriaal gaat schuimen. Dit kan zowel met stikstof als met ammoniak. Het is onbekend uit welk van deze twee materialen het schuim uit de stoelzittingen precies bestaat. PU-schuim komt zowel voor in een harde, als een zachte, flexibele variant (*Polyurethaan (PU) Schuim*, 2010). Het laatste wordt gebruikt in de stoelzittingen. Aan de hand van een grove schatting zal het in totaal gaan om ongeveer **75 kubieke meter** aan schuim (zie bijlage 3).

Schuim weggooien

De eerste optie voor de afgifte van het schuim uit de stoelen is om dit weg te gooien. Wanneer dit materiaal bij het **restafval** terecht komt is de kans groot dat het schuim wordt afgevoerd naar **verbrandingsovens**. Dit vertelde René Koppenaal, New Business Manager voor het Nederlandse bedrijf Bnext. Dit bedrijf is gespecialiseerd in onder andere het gebied van recycling, afvalinzameling, afvalcontainers en sloopwerken. Indien de Nationale Opera & Ballet tijdens de sloop van de zaal een container zou huren voor bouw- en sloopafval van het bedrijf Bnext, wordt het **PU-schuim niet gerecycled**. Hierbij worden lichte materialen, waar ook het schuim onder valt, afgevoerd naar verbrandingsovens. Voor specifieke stromingen in schuim zijn wel andere mogelijkheden. Koppenaal zegt: "Het is namelijk zonde om monostromen zo in het restafval te gooien" (mailcontact met R. Koppenaal, 24 november 2022). Hij is zelf niet gespecialiseerd in het materiaal wat in de stoelen zit, PU-schuim, maar hij beweert dat er wel andere recycle mogelijkheden zijn. Als voorbeelden van toepassingen voor het schuim noemt hij nieuwe isolatiematerialen of geluidsdemping. Kortom, het deponeren van schuim in een afvalcontainer leidt tot een grote kans dat het verbrand wordt, wat leidt tot het overbelasten van het milieu (Yao et al., 2022).

Schuim recyclen

Voor een tweede optie voor het schuim is gekeken naar de recycle mogelijkheden binnen Nederland. Binnen de schuimindustrie wordt er onderscheid gemaakt van twee typen

'afval', namelijk **snijresten** en **post-consumer schuim**. Dit laatste is al het schuim dat al in gebruik is geweest, hieronder valt ook het schuim uit stoelzittingen. Beide materialen kunnen gerecycled worden. Het wordt in deeltjes van tot 25 millimeter gesneden of verpoederd en vervolgens gehecht aan nieuw PU-schuim (*Polyurethaan (PU) Schuim*, 2010). In het interview met Rob Tangenberg van Schuim Fabriek is gevraagd of zij gebruikt PU-schuim innemen en recycleren. Zij zijn zelf bezig met het recycleren van snijafval, maar nemen geen 'post-consumer' schuim in van andere partijen. Verder is contact gezocht met **Crica**, een leverancier van polyetherschuim met bestemmingen binnen onder meer de zitmeubelindustrie en ligindustrie. Don Hendrikse, werkzaam bij Crica, beaamt dat schuim in principe gerecycled kan worden om hier weer nieuw schuim van te produceren. Het restafval wat bij Crica wordt versneden en overblijft wordt 100% gerecycled. Ook het snijafval van klanten wordt teruggenomen om te recycleren. Het bedrijf neemt echter alleen het afval van klanten in, omdat van dit materiaal precies bekend is wat het is en wat ermee is gebeurd. Hendrikse heeft zijn twijfels over het recycleren van schuim uit stoelzittingen. Hij vergelijkt het met het recycleren van matrassen en maakt zich zorgen over de hygiëne met betrekking tot zijn werknemers. Het is dus geen optie om het schuim aan dit bedrijf aan te bieden.

Sportmatten of koematrassen

Een derde optie is om contact op te zoeken met het bedrijf **Federal Eco Foam** in België. Deze optie kwam voort geïnspireerd door het Nederlandse bedrijf Be by Bèta. Dit bedrijf produceert circulaire bureaustoelen die 100% recyclebaar zijn. Alle stoelonderdelen krijgen na gebruik een nieuw leven. De schuimvulling van de zitting verwerken zij tot judomatten. Om deze reden is het bedrijf Nihon Sport gecontacteerd met betrekking tot de productie van hun sportmatten, die doorverwezen naar de producent van de matten, Federal Eco Foam. Dit bedrijf produceert schuim uit pre-consumer restmateriaal en post-consumer gerecycled schuim. Het restmateriaal polyurethaan wordt gekocht van schuimfabrikanten en converters uit heel Europa en de post-consumer materialen worden verkregen door gerecyclede matrassen, voornamelijk uit Nederland en België. Van het gerecyclede schuim worden verschillende soorten producten ontwikkeld, waaronder de judomatten van Nihon Sport. Dit zou een goede optie kunnen zijn voor de stoelen van Nationale Opera & Ballet.

In een interview met Koen Sijsmans kwam naar voren hoe dit in zijn werking gaat. Oude matrassen worden bij de aanschaf van een nieuwe ingeleverd bij de producent of bij een collectiepunt. Dit is een initiatief van de gemeente. Vervolgens gaan de matrassen naar een gespecialiseerd bedrijf voor de demontage. De verschillende stromen schuim worden geïdentificeerd en vrij gemaakt. Vervolgens wordt dit schuim in balen vervoerd naar Federal Eco Foam. Hier wordt nagegaan voor welke toepassing het schuim het beste inzetbaar is. Dit verschilt per soort schuim, afgaande van de chemische opbouw van het schuim. De verwerking in **sportmatten** is een goede oplossing, omdat hier veel verschillende soorten schuim in kunnen. De mogelijkheden houden echter niet op bij sportmatten. Andere opties zijn bijvoorbeeld het gebruik van schuim voor geluidsabsorptie, isolatie en verpakkingsmateriaal, maar ook kan PU-schuim gerecycled worden tot de schuimlaag tussen dubbelzijdig plakband, een schuimlaag in groene daken ter absorptie van het water

en tot slot tot koematrassen. Deze zijn op veel boerderijen in Nederland al geïntegreerd voor de productie van betere melk. De toepassingen lopen dus erg uiteen.

Om deze cirkel toe te passen op de stoelen van Nationale Opera & Ballet komen wel extra punten aan bod. Ten eerste is het schuim dat uit de stoelen komt niet van een industriële hoeveelheid. Federal Eco Foam koopt schuim in met volle vrachtwagens gecomprimeerd schuim. Wat belangrijk is voor Federal Eco Foam bij het ontwikkelen van producten, is de zekerheid van de instroom. Toch staat het bedrijf ervoor open. Ze zijn bereid om mee te werken aan projectmatige leveringen vanuit **algemene interesse** en het **ondersteunen van het recyclebaar maken van meubels**. Dit wordt echter niet meteen een inkomstenstroom voor de dagelijkse productie.

Ten tweede is het, net als binnen de matrasindustrie, van belang dat er sprake is van een samenwerking met een **externe partner** die de stoelen kan **demonteren**. Hier houdt Federal Eco Foam zich niet mee bezig. Wel zijn ze onafhankelijk, dus welk bedrijf er gekozen zou worden maakt voor hen niet uit. Dit brengt natuurlijk **kosten** met zich mee. Iemand verricht arbeid en het schuim moet vervoerd worden. Het is voor Federal Eco Foam van belang dat zij niet te veel betalen, omdat zij nog aan de samenwerking moeten verdienen.

Ook is het voor Federal Eco Foam belangrijk dat het schuim schoon is en dat het vrij is van bijvoorbeeld nietjes en lijmresten. Het schuim, dat door middel van een lijmlaag gefixeerd is geweest in de stoel, kan eventueel lijmresten bevatten. Volgens Koen is dit mogelijk om te verwijderen in de demontage. Wel vergt dit veel handarbeid en controle en moet dit besproken worden met de externe partner die de stoelen demonteert. Koen benoemt dit als een van de redenen waarom de meubelindustrie vandaag de dag nog niet zo ver staat als de matrasindustrie in het beschikbaar maken van de recyclebare stromen. Binnen de matrasindustrie is het proces al geïndustrialiseerd. De vakmensen weten hoe de producten in elkaar zitten en hoe dit gedemonteerd moet worden. Bij meubels bestaat dit vaak uit kleinere stukken. Het zijn goede schuimen om opnieuw te verwerken, maar de energie en nauwkeurigheid die erin gaan zitten zorgen ervoor dat de kosten nog te hoog zijn voor het recyclen. Het probleem ligt dus bij het **vrijmaken van het materiaal**, niet bij het recyclen van het materiaal zelf.

Koen geeft aan dat ze bij Federal Eco Foam wel mee willen werken aan projecten binnen de meubelindustrie om een referentie te zijn dat het mogelijk is. **"Om die zichtbaarheid te hebben van circulariteit**. Want des te meer we circulair zijn, des te beter is het voor het bedrijf, des te beter is het voor ons en onze kinderen later" (interview met K. Sijsmans, 6 december 2022).

Kortom, uit de analyse van schuim blijkt dat er vooralsnog geen vanzelfsprekende oplossing is voor het recyclen van schuim uit de meubelindustrie, terwijl dit wel mogelijk is. Schuim is een materiaal dat goed te recyclen valt, maar de huidige markt is hier nog niet op ingesteld met het oog op de theaterstoelen. Toch is er een bedrijf gevonden dat interesse toont in het recyclen van kleinschalige projectmatige leveringen aan schuim.

Algemene opties voor de gehele stoelen

Hier worden de algemene opties besproken voor het recyclen van de stoelen, voor elk materiaal.

Nationaal recycle forum

Het nationaal recycle forum (NRF) vertegenwoordigt in Nederland het sector belang van de recyclingbranche (Nationaal recycling forum, z.d.). Aangesloten bij het Nationaal Recycling Forum zijn de recycling organisaties van de materiaalstromen papier en karton (de FNOI), metalen (MRF), kunststof (NRK Recycling) en textiel (VHT). Samen zetten zij zich in voor de circulaire economie. Zij streven naar het scheiden van recycling stromen zodat zij deze hoogwaardig kunnen recyclen.

Recycling Nederland

Bij recycling Nederland (Recycling Nederland, 2022) zijn er erg veel actuele recycleprojecten van allerlei verschillende materialen. Hierbij zetten experts uit de afvalsector, vertegenwoordigers van recyclinginitiatieven en gemeenten stappen met elkaar om recycling verder te bevorderen.

'Refuse'

Een andere optie zou nog kunnen zijn om de stoelen helemaal niet te vervangen, hiervoor zijn dan geen nieuwe materialen nodig en dit scheelt geld. Er is echter wel aangegeven dat de stoelen als oncomfortabel worden beschreven dus dit is wellicht niet een reële optie.

Bioscoopstoelen.nl, Lodewijk Conrads

Met betrekking tot het hergebruik van de oude theaterstoelen hebben wij Lodewijk Conrads geïnterviewd. Hij is werkzaam als sales en klantenservice director bij de Europese tak van het bedrijf **Leadcom**. Dit bedrijf produceert stoelen voor onder andere bioscopen, theaters en auditoria. De productie van deze stoelen vindt plaats in Spanje en China. Lodewijk Conrads zelf is ook lang werkzaam geweest bij het bedrijf Bioscoopstoelen.nl, waar al ruim 20 jaar lang tweedehands bioscoopstoelen worden verkocht. Met betrekking tot het in waarde houden van de oude stoelen van het Nationale Opera en Ballet waren wij vooral geïnteresseerd in dit laatstgenoemde bedrijf en leek het ons een eventuele optie.

De vakmensen van Bioscoopstoelen.nl demonteren de oude stoelen en vervoeren deze zoveel mogelijk in losse onderdelen. Vervolgens worden de stoelonderdelen opgeslagen. Deze losse onderdelen kunnen na kritische selectie gesorteerd worden op staat. Zo kan bijvoorbeeld van de ene stoel het onderstel hergebruikt worden met de zitting van een andere stoel, zodat de staat van het product zo goed mogelijk is. Uit gesprek met Lodewijk bleek, dat het een erg arbeidsintensieve klus is om de stoelen te demonteren, vervoeren en weer in elkaar te zetten. Ook zijn hier echte vakmensen voor nodig, die weten wat ze doen en hoe ze de waarde van de stoelen zo goed mogelijk kunnen behouden.

De eerder genoemde opslagruimte wordt doorgaans gehuurd door Bioscoopstoelen.nl.

Vanuit deze ruimte kan meestal **twee derde van de stoelen verkocht** worden. Dit ging om een hypothetische zaal met 500 stoelen. Voor de zaal van Nationale Opera & Ballet, met ruim 1600 stoelen, zal het deel van de stoelen dat doorverkocht kan worden waarschijnlijk lager zijn. Indien Nationale Opera & Ballet ervoor kiest deze route in te slaan, zal hier een nieuwe hypothese op maat voor moeten worden opgesteld. Uit het gesprek bleek wel, dat **stoelen met een 'verhaal' vaak goed verkopen**. Als voorbeeld noemde Lodewijk dat zij in het verleden een project zijn aangegaan met Het Koninklijke Theater Tuschinski, waarbij de oude theaterstoelen goed verkochten. Wellicht zal hetzelfde gelden voor de originele stoelen van Nationale Opera & Ballet.

Aan wie de stoelen verkocht worden verschilt. Soms zijn dit particulieren, waarbij het dan vaak gaat om een korte rij per klant. Gunstiger is een praktijk klus. Dit kan bijvoorbeeld een beginnend theater zijn, waarbij in een keer een groot aantal stoelen kan worden verkocht. Het blijkt echter lastig een nieuwe zaal te vinden met aansluitende wensen. Hierbij moet niet alleen rekening worden gehouden met de esthetiek en de staat van de stoelen, maar ook met veel praktische zaken. Zo moet de radius van de zaal kloppen, net als de zitrichting van de stoelen en de eventuele helling van de vloer. Hier komt bovenop dat het administratief lastig is. De overnemende partij heeft voor een nieuwe theaterzaal een certificaat voor de brandveiligheid nodig, betreffend de 'nieuwe stoffering'. Bij doorverkoop van oude theaterstoelen is het dus van belang dat de oude papieren beschikbaar zijn en worden overgedragen aan de nieuwe eigenaren.

Niet alle stoelen worden verkocht en alleen het staal van de overgebleven stoelen wordt gerecycled. Dit kan apart afgevoerd worden om opnieuw gebruikt te worden. Ook noemt Lodewijk de optie om de **metalen frames van de stoelen te laten staan**, waarbij slechts een nieuwe zitting op de stoelen geplaatst wordt. Het foam uit de zitting en de stof van de niet doorverkochte stoelen wordt weggegooid. Hij kon ons geen ideeën of oplossingen voor deze onderdelen bieden.

In conclusie, de doorverkoop van de gehele stoelen is een optie, maar slechts voor een deel van de stoelen. Deels is het een goede optie, omdat deze stoelen hierbij in hun **volledige waarde** worden behouden. Het is echter in het algemeen niet de beste optie, omdat het merendeel van de stoelen niet hergebruikt of gerecycled wordt. Eventueel zou het een optie zijn om de metalen frames van de stoelen te laten staan en dit opnieuw te gebruiken voor de nieuwe stoelen. Dit hangt af van de bouwplannen en het ontwerp van de nieuwe zaal en stoelen.

Nieuwe stoelen

In het theoretisch kader kwam naar boven dat duurzaamheid zich bezighoudt met iets dat lang mee gaat. Bij het ontwerpen van de nieuwe stoelen moeten er naar **materialen worden gekeken die lang meegaan**, makkelijk te herstellen en schoon te maken zijn. Leer is een van de meest lang houdbare materialen en is ook makkelijk schoon te maken. Ook zijn materialen gemaakt van microfiber meer duurzaam doordat het zeer dunne garen heeft. Daarentegen zijn materialen als polyester, wat ook microfiber kan zijn, minder goed voor het milieu, omdat het synthetisch is (Liu et. al., 2021). Katoen en linnen zijn natuurlijke stoffen,

maar deze zijn moeilijker schoon te houden en slijten makkelijker (Liu et. al., 2021). Niettemin zijn er wel manieren om door middel van cellulose de stoffen te verbeteren (Basma & Nabil, 2021). Het is nu dus de kwestie om een materiaal voor de stoelen te vinden die zowel lang mee gaat als van natuurlijke stoffen is gemaakt. Een voorbeeld hiervan is TENCEL®. Dit is een stof gemaakt van houtpulp en is dus een natuurlijke stof. Daarnaast worden er ook minder harde chemicaliën voor gebruikt waardoor het minder schadelijk is voor het milieu (goodonyou.eco, 2022). Tevens is voor het maken van deze stof minder water nodig, en heeft de stof een sterk absorberend vermogen (Firgo et. al., 2006). Door deze eigenschap is het niet een optie voor theaterstoelen, aangezien deze regelmatig schoongemaakt moeten worden. Over het algemeen zijn stoffen als **polyester makkelijk schoon te maken**, maar bevatten dus wel microfibers die microplastics in de natuur kunnen achterlaten. Er zijn wel polyesters die gemaakt zijn van **gerecycled plastic** uit bijvoorbeeld flessen (Vilela et. al., 2014). Dit bleek ook uit het interview met Birgitta de Vos. Zij heeft zelf gewerkt met het recyclen van textiel en vertelde ons hier meer over. Onder andere dat wanneer textiel gerecycled wordt de kwaliteit snel achteruit gaat. Dit komt doordat de chemische ketens korter worden en dus minder sterk. Hierdoor wordt er vaak ook nieuwe stof gemixt met gerecyclede stof waardoor het vaak niet uit 100% gerecyclede stof bestaat. **Het is dus wellicht niet een duurzame optie om gebruik te maken van gerecyclede stof, omdat het sneller slijt en dus minder lang mee gaat.**

Om de stoelen zo duurzaam mogelijk te ontwerpen is het ook van belang dat ze na gebruik te upcyclen of recyclen zijn. Uit het interview met Birgitta de Vos kwam naar voren dat **de stoelen uit zo min mogelijk verschillende materialen moeten bestaan**. Hier moet je al bij het ontwerp naar kijken. Zo kunnen ze na gebruik beter worden gerecycled. Het is voor de nieuwe stoelen belangrijk dat ze zo ontworpen worden dat ze lang meegaan, zo voldoen ze aan het begrip **classic lifelong model**. Tijdens een gesprek met Julie werd genoemd dat ze willen dat **de stoelen minimaal 20 jaar mee gaan**.

Omdat het doel is dat de nieuwe stoelen zo duurzaam mogelijk zijn hebben we verschillende bedrijven gecontacteerd die open zijn over de duurzaamheid van hun stoelen en/of bepaalde **certificaten voor duurzaamheid** hebben. Dit zijn de volgende bedrijven: **Aresline**: Dit is een bedrijf gevestigd in Italië. Zij hebben verschillende certificaten voor hernieuwbare energie en dergelijke. Er is contact met hen gezocht maar zij hebben niet gereageerd.

Caloi: Caloi is ook gevestigd in Italië. Zij hebben ook diverse certificaten waaronder hernieuwbare energie en FSC hout. Van hen hebben we ook nog geen reactie ontvangen.

Kirwin & Simpson: Kirwin & Simpson is een bedrijf gevestigd in het Verenigd Koninkrijk en maakt al stoelen sinds 1945. Zij houden zich bezig met recycling en het verminderen van hun afval. Daarnaast maken zij ook gebruik van FSC gecertificeerd hout. Zij (Ian Moore, business & development) hebben gereageerd op het mailcontact, maar omwille van de tijd hebben we geen interview met hen kunnen inplannen. Hieronder staan de contactgegevens.

Figueras Seating: Figueras Seating maakt stoelen sinds 1929. Zij zijn gevestigd in Spanje. Zij houden zich bezig met verschillende aspecten op het gebied van milieu, onder andere het voorkomen van vervuiling en het verminderen van watergebruik. Daarbij zijn ze ook continu bezig met het verbeteren van de kwaliteit van de stoelen waardoor ze langer meegaan. Op

contact is niet gereageerd door hen.

Euroseating: Met het bedrijf Euroseating is er op 30 november met Patrick van Gestel een interview gehouden. Euroseating maakt al ruim 27 jaar stoelen. Dit doen zij in een dorpje in Spanje. Uit het interview kwam naar voren dat zij veel bezig zijn met hoe ze hun stoelen zo duurzaam mogelijk kunnen fabriceren. Patrick legde uit dat zij hun onderdelen van andere fabrikanten krijgen, dus ze weten niet de details van alle materialen waar ze gemaakt worden. Verder vertelde Patrick dat de meeste theaterstoelen nog van hout gemaakt worden. Dit hout halen zij van 'sustainable forests'. Euro Seating is onderdeel van de PEFC organisatie. Dit is een bedrijf die er voor zorgt dat bossen niet alleen gekapt maar ook onderhouden worden.

In principe recyclet Euro Seating zelf niet stoelen van andere organisaties. Wel hun eigen stoelen. Ze gebruiken veel gerecycled plastic. Hun stoelen staan hier ook bekend om. Door het plastic blijven de stoelen lang houdbaar. Door middel van gerecycled plastic maken ze dus gebruik van het begrip 'Extending resource value'. Echter, in theaterstoelen wordt voornamelijk hout gebruikt en dit kan niet worden gerecycled. Hout gaat minder lang mee omdat het gaat rotten wanneer het vochtig wordt. Daarnaast kan plastic ook niet gaan roesten (maar theaterstoelen staan binnen dus daar hoeft minder rekening mee gehouden te worden). Qua schuim zei hij ook dat zij dat niet op een duurzame manier kunnen verkrijgen. Het textiel van de stoelen krijgen zij ook weer van leveranciers, dus waar en hoe dat gemaakt wordt weten zij niet. Over de vraag of een opdracht van 1600 stoelen mogelijk was, was het antwoord ja, hier hebben ze veel ervaringen mee. De kosten hiervan zijn echter moeilijker in te schatten omdat dit verschilt per stoel die zij aanbieden. Gemiddeld zijn hun theaterstoelen van hout rond de 500 euro. Stoelen van plastic zijn een stuk goedkoper, rond de 100 euro. Ze hebben een systeem bedacht waardoor hun stoelen uit een onderdeel bestaan en dit zou onderdelen schelen met andere stoelen dit systeem is op afbeelding 2 afgebeeld en het het 'uni-block system'. Over de tijd zei hij dat in principe het produceren van de stoelen rond de 6 maanden duurt. Dan kost het monteren 2-3 maanden, afhankelijk van hoeveel man er ingezet wordt. Dit kon nog verschillen als er tijdsdruk achter zit.



UNIBLOCK SYSTEM

The Uniblock system is a cold-moulded polyurethane foam upholstery system.

We have 2 carousels, with an output capacity of 900 units/day (backrests and seats).

Process: A polypropylene injection frame is completely wrapped in polyurethane foam and the upholstery is joined to the foam, without seams. This system prolongs the lifecycle of the product and allows much more versatility in the finishes. Everything is integrated **within a single block: upholstery, internal structure and foam** with ergonomic forms which do not lose their shape.



Afbeelding 2: uni-block system Euroseating.com

Conclusie

De conclusie uit het interview is dat Euro Seating een goede optie zou kunnen zijn voor dit project. Ze doen diverse projecten voor al ruim 27 jaar, dus hebben veel ervaring. Daarnaast hebben ze diverse certificaten waaronder ook van duurzaamheid. Zij zijn zich dus bewust van de circulaire economie en proberen door middel van recyclede materialen en duurzaam hout hun stoelen zo circulair mogelijk te maken. De andere genoemde zouden ook opties kunnen zijn, aangezien zij zich allemaal bewust bezighouden met duurzaamheid en kwaliteit. Echter aangezien wij geen interviews met hen hebben gehouden is het niet helemaal duidelijk wat zij aanbieden aan diensten.

Advies

Oude stoelen

Een goede optie voor het recyclen van de gehele stoel door middel van doorverkoop is *Bioscoopstoelen.nl*. Wanneer er met hen contact wordt opgenomen zou er gevraagd kunnen worden voor advies op maat. Er wordt geadviseerd na te gaan of het een mogelijkheid is de metalen frames van de oude stoelen opnieuw te gebruiken. Ook kunnen de kosten en recyclemogelijkheden worden besproken. Naast het recyclen van de stoelen zouden zij wellicht ook een optie kunnen zijn voor het demonteren van de stoelen aangezien zij hier al verstand van hebben.

Textiel

Uit de analyse zijn een aantal adviezen gekomen voor het recyclen van textiel:

- ❖ Voor het recyclen is het belangrijk om te weten uit welke materialen de stof is gemaakt. Daarbij is het belangrijk om te weten welke stoelen van velours gemaakt zijn en welke van mohair, zodat er beter gerecycled kan worden.
- ❖ De minst circulaire optie is het wegbrengen naar een afvalcontainer, waardoor er vervolgens niks mee gebeurt.
- ❖ Daarnaast kan het worden opgehaald door Renewi en wordt het als isolatiemateriaal gebruikt, maar is ook niet erg circulair, omdat daar de cirkel ophoudt.
- ❖ Verder kan het naar een textielrecyclefabriek gebracht kunnen worden. Uit interviews is gekomen dat van ingezameld textiel nieuwe garen gemaakt kunnen worden, maar voor de meeste bedrijven is dat lastig voor de stof velours, omdat dit anders is gemaakt dan de meeste stoffen. Hierdoor belanden dit soort stoffen dan ook als isolatiemateriaal of als opvulling in andere projecten. Daarom is het advies om een recyclefabriek te vinden die dit wel doet, wat niet is gelukt in dit onderzoek. **Wolkat** is een bedrijf die op hun site liet overkomen dat ze alle stoffen aannemen, dus dat is ook een bedrijf om contact mee te zoeken. Op meerdere sites van textielrecyclebedrijven, zoals die van Wolkat, staan meerdere samenwerkingsprojecten met grote namen. Als de Nationale Opera en Ballet ook zo een samenwerking met een bedrijf aangaat en zij daardoor jullie naam op hun site mogen zetten, hiervoor staan erg veel bedrijven open.
- ❖ Het laatste advies is het adverteren dat de NO&B grote hoeveelheden stof ter beschikking hebben. De Nationale Opera en Ballet begeeft zich al in een kunstzinnige wereld, waardoor het vuurtje snel zal lopen.

Metaal

- ❖ Uit de analyse kwam naar voren dat de recycleroute voor metaal in Nederland bestaat uit een netwerk van verschillende metaalrecyclingbedrijven die samenwerken onder een overkoepelende organisatie, namelijk de MRF. De MRF heeft samen met de aangesloten bedrijven regels en afspraken opgesteld die het recyclingproces zo circulair mogelijk laten verlopen.
- ❖ Het staal van de frames in de stoelen is een ferro-metaal, er zal dus contact opgenomen moeten worden met een recyclingbedrijf dat zich hiermee bezighoudt, een goede optie is dan HKS.

Schuim

- ❖ Uit de analyse van schuim kwam naar voren dat de huidige maatschappij nog niet is ingesteld op het recyclen van schuim uit de meubelindustrie. Schuim is een recyclebaar product waar nieuw schuim van gemaakt kan worden. Hiervoor worden de volgende adviezen aangeboden:
- ❖ Er wordt geadviseerd het schuim **niet te deponeren** in een container, via deze weg belandt het schuim in de verbrandingsovens en zo in de atmosfeer. Dit is vervuilend voor het milieu en niet duurzaam. Tevens is dit niet circulair, omdat dit het einde van het de levensloop van dit product betekent.
- ❖ Er zijn bedrijven binnen de schuim industrie die zorgen uiteten met betrekking tot het recyclen van schuim uit stoelen. Indien deze overtuiging opnieuw naar voren komt in het vervolg van het project wordt geadviseerd een **motiverende rol** in te nemen.
- ❖ Een zeer belangrijk advies is om een samenwerking aan te gaan met een bedrijf dat de stoelen kan **demonteren**. Hiervoor wordt geadviseerd om een bedrijf te kiezen binnen de meubelindustrie, omdat deze kennis hebben over de opbouw van stoelen.
- ❖ Er wordt geadviseerd een samenwerking aan te gaan met **Federal Eco Foam**, een bedrijf dat interesse toont in het recyclen van kleinschalige projectmatige leveringen aan schuim.

Nieuwe stoelen

- ❖ Het meest belangrijke advies voor de nieuwe stoelen is, is om eerst een ontwerp te maken van wat voor materialen de NO&B het beste bij hun nieuwe stoelen vinden passen. Hieruit kan worden onderzocht hoe duurzaam ze kunnen worden gemaakt. Dit hangt af van de materialen, maar ook van de producent.
- ❖ In de analyse zijn verschillende bedrijven genoemd die bepaalde certificaten hebben en/of zich veel bezighouden met duurzame stoelen. Euroseating is een bedrijf dat in elk geval zich zowel bezighoudt met duurzaamheid en ook een opdracht van 1600 stoelen kan produceren en leveren. Qua materialen zijn er bij hen verschillende opties, waaronder hout en gerecycled plastic. Hout is niet recyclebaar, waardoor het ook niet circulair is. Daarentegen komt het hout wel uit *sustainable forests*.

- ❖ Bij het ontwerp wordt geadviseerd ook te kijken naar de opties van de stoelen na gebruik. Hierbij zou plastic dus een betere optie zijn dan hout, omdat dit wel recyclebaar is.
- ❖ Daarnaast blijkt uit de analyse dat lichte natuurlijke stoffen als katoen niet een optie zijn, omdat deze veel vocht opnemen en dus moeilijk schoon te maken zijn. Leer is wel makkelijk schoon te maken en slijt niet gemakkelijk en is dus duurzamer, maar wordt wel van dieren gemaakt. Uit de analyse bleek ook dat het recyclen van textiel op dit moment nog niet ver genoeg is, maar wellicht wel wanneer de nieuwe stoelen aan vervanging toe zijn. Het advies wat hieruit volgt is dat de NO&B in overleg met de producent van de stoelen moet nagaan wat de beste opties zijn qua materialen voor de nieuwe stoelen.

Eindadvies

Uit de bovenstaande analyses en adviezen over de individuele materialen, oude stoelen in hun geheel en nog te produceren theaterstoelen vallen verschillende conclusies te trekken:

- ❖ Het vinden van bedrijven die bereid zijn om de gehele stoelen over te kopen of over te nemen is lastig door het hoge aantal stoelen en de korte tijdspanne waarin de stoelen gedemonteerd moeten worden. Het gevonden bedrijf dat eventueel wel bereid is om dit te doen is **bioscoopstoelen.nl**. De mate van circulariteit valt in dit geval wel te betwijfelen, een aanzienlijk deel van de stoelen zal namelijk niet meer in een geschikte staat zijn om deze te verkopen. *Een groot deel van de theaterstoelen zal alsnog bij het vuilnis belanden en zal dus niet circulair worden gerecycled.*
- ❖ Het grootschalig recyclen van textiel is niet erg vanzelfsprekend in de westerse economie. *Het eindadvies is dan om een samenwerking aan te gaan met een bedrijf of het textiel te laten versnipperen*
- ❖ Het recyclen van metaal is in de westerse economie al best gesystematiseerd. De meest circulaire metaalrecyclingbedrijven zijn aangesloten bij de Metaal Recycling Federatie, hebben het MRF Keurmerk en worden jaarlijks gecontroleerd op circulariteit. *Het advies is een ferro-metaalrecyclingbedrijf te benaderen dat lid is van de MRF zoals HKS, maar er zijn ook genoeg andere opties.*
- ❖ Ook het recyclen van schuim lijkt nog erg vergezocht in de huidige economie. *Een van de potentiële bedrijven die wellicht in overleg het schuim zou willen bewerken en hergebruiken is Federal Eco Foam.*
- ❖ Voor het produceren van nieuwe circulaire stoelen dient er eerst nagedacht te worden over de gewenste duurzame materialen voor de stoelen, hieronder vallen bijvoorbeeld hout (uit sustainable forests) of gerecycled plastic. Een mogelijke producent zou Euroseating zijn, die in overleg met de NO&B de circulaire stoelen zouden willen ontwerpen. *Eisen voor circulaire theaterstoelen zijn dat deze lang mee zullen gaan, makkelijk te repareren zijn en dat deze zijn geproduceerd uit duurzame materialen.*

Uit bovenstaande conclusies is ons eindadvies dat het individueel recyclen van de materialen meer voldoet aan een circulaire economie dan het recyclen van de gehele stoelen. Het recyclen van textiel, staal en schuim zal moeten worden uitgevoerd door verschillende bedrijven die gespecialiseerd zijn in het zo circulair mogelijk recyclen van het materiaal. Om de nieuwe theaterstoelen circulair te produceren moet worden nagedacht over de gebruikte materialen en constructie van de stoel zodat deze duurzaam is en lang mee zal gaan.

Het recyclen van van textiel en schuim zal moeilijker gaan dan het recyclen van staal door de nog enigszins beperkte structuur van de huidige economie. Toch is het niet onmogelijk en lijken er verschillende bedrijven geïnteresseerd samen te werken om zo toch tot een circulaire oplossing te komen. Tot slot laat dit resultaat zien dat de juiste insteek voor vervolgonderzoek van belang is, namelijk door een motiverende, aansporende rol in te nemen. Hiermee kan Nationale Opera & Ballet een koploper zijn in het circulair maken van theaterstoelen en zichtbaarheid creëren voor de circulaire economie.

Vervolgstappen

Voor het opvolgen van het advies zijn de volgende vervolgstappen opgesteld. Deze zijn wederom onderverdeeld per subcategorie van de analyse.

Textiel

1. Om erachter te komen welke stoffen mohair zijn en welke velours moet naar de oude bouwtekeningen gekeken worden, of die van de tussentijdse verandering. Als dit niet mogelijk is kan er misschien door een professional gekeken worden om dit onderscheid toch te maken.
2. Verder kunnen het beste de volgende textielrecyclebedrijven worden gecontacteerd:
 - a. **Wolkat** (<https://www.wolkat.com/>)
 - b. **CIBUTEX** (<https://www.cibutex.eco/>)
 - c. **Enschede textielstad** (<https://enschedetextielstad.nl/>)
 - d. **Regain Recyclables** (<https://www.regainbv.nl/nl/>)

Dit zijn echter wel de bedrijven die geen contact terug hebben gezocht, of minimaal contact, wellicht omdat ze het druk hebben of ze niet geïnteresseerd waren. Daarom kan het handig zijn de naam Nationale Opera en Ballet te noemen.

Verder is er nog het bedrijf **Frankenhuis** (<https://www.frankenhuisbv.nl/>), wat al had aangegeven dat ze van de stof velours geen nieuwe garen kunnen spinnen, maar er zou wel eventueel nog contact gelegd kunnen worden over de toekomst en wat hun apparatuur dan zal zijn.

3. Verdere vervolgstappen zijn een advertentie maken voor de hoeveelheid stof die straks ter beschikking is en mensen in te lichten van de situatie, waardoor de informatie sneller rond gaat.

Metaal

1. Uitreiken naar een metaalrecyclingbedrijf dat zich bezighoudt met ferro-metaal.
2. Een bedrijf kiezen dat lid is van de **MRF**.
3. Uitzoeken welk deel van het frame wellicht zou kunnen worden hergebruikt bij het produceren van de nieuwe stoelen, in overleg met de producent.

Schuim

1. Een marktonderzoek beginnend bij de meubelindustrie naar bedrijven die de stoelen kunnen demonteren. Dit is van belang voor de gehele stoel.
2. Een samenwerking aangaan met een demontagebedrijf, met een expert bespreken hoe de stoel is opgebouwd, en wat de kosten van een waarde behoudende demontage zou zijn.
3. Uitreiken naar Koen Sijsmans van **Federal Eco Foam**, de kosten van de demontage en het vervoer bespreken, de mogelijkheden voor het recyclen van het schuim bespreken, indien mogelijk een samenwerking aangaan.
 - a. **Federal Eco Foam** (<https://www.federalecofoam.com/en/>)
 - b. **Koen Sijsmans** (koen.sijsmans@federalecofoam.com)
Opmerking: gelieve verwijzen naar Eva Wehkamp en het project van de Universiteit van Amsterdam.
4. Eventueel contact opnemen met de volgende bedrijven die niet hebben geantwoord:
 - a. **Be by Bèta** (<https://www.betastoele.nl/>)
Opmerking: ter inspiratie voor het recyclen van stoelen en om na te gaan wat hun proces is en wie hun partners zijn.
 - b. **Avek Foam** (<https://www.avekfoam.nl/>)
 - c. **Betapol** (<https://www.betapol.nl/profiel.html>)
 - d. **INTCO Recycling** (<https://www.intcorecycling.com/>)
Opmerking: dit bedrijf heeft een vestiging in Duitsland.
 - e. **Uxem** (<https://www.uxem.com/>)
 - f. **Schuimrubberfabriek** (<https://schuimrubberfabriek.nl/>)

Nieuwe stoelen

De vervolgstappen die volgen uit het advies zijn om:

1. De genoemde bedrijven te contacteren. Zij hebben wellicht niet allemaal geïnteresseerd omdat ze geen interesse hadden of vanwege drukte, dus zou het helpen om de bedrijfsnaam erbij te noemen. Kirwin & Simpson en Euro Seating hebben wel interesse getoond. Dit zijn de volgende bedrijven:
 - a. **Aresline** (<https://www.aresline.com/en/home>)
 - b. **Caloi** (<https://www.caloi.it/en/>)
 - c. **Kirwin & Simpson** (<https://www.kirwin-simpson.com/>)
 - d. **Figueras Seating** (<https://www.figueras.com/>)
 - e. **Euroseating** (<https://www.euroseating.com/>)
2. Samen met de bedrijven te kijken naar de mogelijkheden qua duurzaamheid in het ontwerp van de nieuwe stoelen, en daarbij kijken naar wat zij allemaal aanbieden.
3. Verdere vervolgstappen kunnen worden gemaakt aan de hand van het ontwerp van de nieuwe stoelen en de planning van de renovatie van de Grote Zaal.

Verdere vervolgstappen

1. Contact opnemen met Lodewijk Conrads van **bioscoopstoelen.nl**, nagaan of zij de mogelijkheid bieden tot het opslaan en demonteren van de stoelen en het distribueren van de onderdelen, of er interesse is in de overname en doorverkoop van de oude stoelen en een hypothese opstellen van het percentage dat verkocht kan worden.

Lodewijk Conrads lodewijk@leadcomseating.nl

Discussie

In dit adviesrapport zijn er een aantal dingen opgemerkt waardoor het uiteindelijke advies incompleet kan zijn of zijn er bepaalde aspecten niet meegenomen in het onderzoek. Die worden hier besproken.

Ten eerste lag de focus in het begin van de opdracht op het recyclen van de gehele stoelen. Ook waren we voor de nieuwe stoelen voornamelijk aan het kijken naar bedrijven binnen Nederland. Door deze twee gedachten raakte het onderzoek snel in de knoop, omdat het aanbod hierin klein is. Na het tweede gesprek met Julie Fuchs werd het duidelijk dat de aanpak veranderd moest worden. Sinds dat gesprek zijn de stoelen opgedeeld in drie delen. Textiel, schuim en metaal. Hierdoor kon het onderzoek een stuk gericht uitgevoerd worden naar bedrijven die op deze gebieden recyclen. Echter is het onderzoek van de gehele stoelen door deze keus onvolledig, omdat niet alle materialen die in de stoelen zitten zijn meegenomen. Een groot deel van de stoelen is namelijk hout en de recycling hiervan is niet onderzocht. Bij het onderzoek naar de nieuwe stoelen is er ook naar het buitenland gekeken en hierbij was het aanbod een stuk groter dan in Nederland. Nadat deze aanpassingen waren aangebracht konden er meer interviews worden gehouden dan daarvoor. Bij het contact zoeken naar potentiële bedrijven werd er door een klein deel gereageerd. Hierdoor is het beeld van mogelijkheden kleiner dan het had kunnen zijn en zijn de nu benoemde opties wellicht niet de allerbeste. Verder is bij het sturen van de mails gezegd dat dit een hypothetisch onderzoek is voor de UvA of dat het een ander soort project, en of we hiervoor een interview mochten houden. Wellicht is dit afschrikkend geweest of hadden mensen geen tijd voor alleen een interview, wat had kunnen leiden tot het laag aantal beantwoorde mails. Daarnaast is bij het onderzoek naar de nieuwe stoelen niet gekeken naar de aspecten akoestiek en esthetiek, alleen naar de duurzaamheid ervan.

Ten tweede is er tijdens het literatuuronderzoek opgemerkt dat het moeilijk is om wetenschappelijke bronnen te vinden die zich bezighouden met onderwerpen als schuim, metaal en textiel. Hierdoor kon er niet een volledig beeld worden verkregen en konden we ons niet volledig als experts ontwikkelen op deze gebieden. Het grootste deel van de verkregen informatie is gekomen uit de interviews. Hierdoor is het geleverde rapport wellicht een incompleet beeld van alle mogelijkheden.

Ten derde zijn er een aantal punten per materiaal: bij het onderzoeken naar textiel recyclebedrijven waren bijna het grootste deel hiervan alleen sorteerbedrijven die ingezamelde kleding sorteren. Dit is maar de beginfase van recyclen en hoort dan ook niet recyclen genoemd te worden. Hierdoor is het aanbod van textiel recyclebedrijven een stuk kleiner dan op eerste gezicht leek, wat het onderzoek iets gecompliceerder maakte.

Bij het interview over het recyclen van metaal kwam naar voren dat metaalrecyclingbedrijven in Nederland en de gehele Europese Unie altijd met een bepaald rendement blijven zitten dat

niet te recyclen valt door gebrek aan techniek en apparatuur dat gebruik wordt binnen de Europese Unie. Buiten de E.U. wordt er apparatuur gebruikt dat beter in staat is metaal te hergebruiken en om te smelten. Een discussiepunt is dus dat er om optimale circulariteit te bereiken gezocht moet worden naar een metaalrecyclingbedrijf buiten de E.U.

Bij het onderzoek naar de recycling mogelijkheden van schuim kwam naar voren dat een samenwerking met een demontagebedrijf van groot belang is. Gezien de tijdslimieten is er voor gekozen geen specifieke bedrijven binnen deze sector te onderzoeken. Voor de volledigheid was dit echter wel een goed onderdeel geweest om meer aandacht te schenken.

Referentielijst

Aresline, geraadpleegd op 16 november van: <https://www.aresline.com/en/home> en <https://www.aresline.com/en/sustainability>

Be by Beta. (2022, December 1). *Home Betastoelen*. Be By Beta. <https://www.betastoelen.nl/>

Beekman, V. (2004). Sustainable development and future generations. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 17(1), 3-22.

Bnext. (n.d.). Geraadpleegd November 22, 2022, van <https://bnext.nl/>

Crica. (2019, August 29). Crica Leverancier Van Polyetherschuim & Bijbehorende Producten. <https://crica.nl/>

Caloi, geraadpleegd op 16 november van: <https://www.caloi.it/en/> en <https://www.caloi.it/en/caloi-certifications>

Eid, B. M., & Ibrahim, N. A. (2021). Recent developments in sustainable finishing of cellulosic textiles employing biotechnology. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124701. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124701>

Elevate your products with high performance, sustainable foam. (2022, June 30). Federal Eco Foam. <https://www.federalecofoam.com/en/>

Euroseating, geraadpleegd op 16 november van: www.euroseating.com en <https://pefc.org/>

Figueras Seating, geraadpleegd op 16 november van: <https://www.figueras.com/> en <https://www.figueras.com/quality-policy>

Firgo, H., Schuster, K. C., Suchomel, F., Männer, J., Burrow, T., & Abu Rous, M. (2006). The functional properties of TENCEL®-A current update. *Lenzinger Berichte*, 85, 22-30. HEEFT GEEN DOI??

Frankenhuis. (z.d.). Frankenhuisbv. Geraadpleegd op 13 november 2022, van <https://www.frankenhuisbv.nl/>

Gale, D. (1989). *The theory of linear economic models*. University of Chicago press.

GmbH, W. P. (2022, September 27). Circulair denken: Wat is circulariteit? Geraadpleegd op 10 november 2022, van <https://blacksatino.eu/nl/onderneming/blog/zirkular-denken-was-ist-zirkularitaet>

Kirwin & Simpson, Geraadpleegd op 16 november van <https://www.kirwin-simpson.com/> en <https://www.kirwin-simpson.com/upholstery-sustainability/>

Liu, J., Liang, J., Ding, J., Zhang, G., Zeng, X., Yang, Q., ... & Gao, W. (2021). Microfiber pollution: An ongoing major environmental issue related to the sustainable development of textile and clothing industry. *Environment, Development and Sustainability*, 23(8), 11240-11256 doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01173-3>

Metaal recycling federatie (MRF). Geraadpleegd op 17 november 2022. <https://www.mrf.nl/>

Milieu Centraal. (z.d.). *Circulair: op weg naar afvalvrij*. <https://www.milieucentraal.nl/bewust-winkelen/duurzaam-delen-en-geven/circulair-leven-zonder-afval/>

Nationaal recycling forum. (z.d.). Nationaal recycling forum. Geraadpleegd op 20 oktober 2022, van <http://www.nationaalrecyclingforum.nl/>

Nihon Sport - www.nihonsport.nl. (2022, August 10). *Nihon Sport - Alles voor (vecht)sporters, verenigingen en sportscholen*. Nihon Sport. <https://www.nihonsport.nl/>

O'Brien, C. (1999). Sustainable production—a new paradigm for a new millennium. *International Journal of Production Economics*, 60, 1-7. doi: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00126-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00126-1)

Piribauer, B. & Bartl, A. (2019). Textile recycling processes, state of the art and current developments: A mini review. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 37(2), 112–119. Geraadpleegd op 17 november 2022, van <https://doi.org/10.1177/0734242x18819277>

Podiumtechniek, L. B. (z.d.). Velours -150 cm breed -350 gram. Geraadpleegd op 1 november 2022, van https://www.theatermateriaal.nl/contents/nl/d769_Velours_350_gram_-_150_cm_breed.html

Polyurethaan (PU) schuim. (2010, 9 juni). Recycling Platform. <https://www.recyclingplatform.nl/recycling-processen/polyurethaan-pu-schuim>

Rauturier, S. (2019, 31 mei). What Are the Most Sustainable Fabrics? Good on You; Good On You. Geraadpleegd op 14 november 2022 van <https://goodonyou.eco/most-sustainable-fabrics/>

Recycling Nederland. (2022, 12 mei). Op naar 100%. <https://recyclingnederland.nl/>

Taalontwikkeling in beeld: duurzaamheid door de eeuwen heen. (2022). In Van Dale. Geraadpleegd op 6 november 2022, van <https://www.vandale.nl/taalontwikkeling-in-beeld>

Textiel | Gemeente Helmond. (z.d.). Gemeente Helmond. Geraadpleegd op 30 oktober 2022, van <https://www.helmond.nl/1/afvalenmilieu/textiel>

Vilela, C., Sousa, A. F., Fonseca, A. C., Serra, A. C., Coelho, J. F., Freire, C. S., & Silvestre, A. J. (2014). The quest for sustainable polyesters—insights into the future. *Polymer*

Chemistry, 5(9), 3119-3141. DOI: [10.1039/C3PY01213A](https://doi.org/10.1039/C3PY01213A)

Wat is velvet en hoe kan je het goed onderhouden? Tips en info over velvet stof! (z.d.).
LIVIN24. <https://www.livin24.com/materialen/velvet-stof/>

Yao, Z., Seong, H. J., & Jang, Y. S. (2022). Environmental toxicity and decomposition of polyethylene. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 242, 113933.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113933>

Bijlagen

Bijlage 1: Stakeholder analyse:

Project:

- Julie Fuchs -> Duurzaamheid projectleider
- Tony Hofman -> Projectleider verbouwingen
- Bob Brandsen -> Adjunct-directeur (techniek)

Organisatie:

- Stijn Schoonderwoerd -> Algemeen directeur van Nationale Opera en Ballet (sinds 2020)
- Sophie de lint -> Directeur het nationale opera
- Ted Brandsen -> Directeur het nationale ballet
- Miek de Ruijter -> Directeur financiën & control
- Monique van Doorn -> Manager inkoop
- Roos Bernelot Moens -> Hoofd fondsenwerving en relatiebeheer
- Suzanne van de Wolfshaar -> Facilitair en gebouw

Extern: partijen die betrokken zijn bij het project, maar geen deel uitmaken van de organisatie. Denk aan leveranciers en het werkveld.

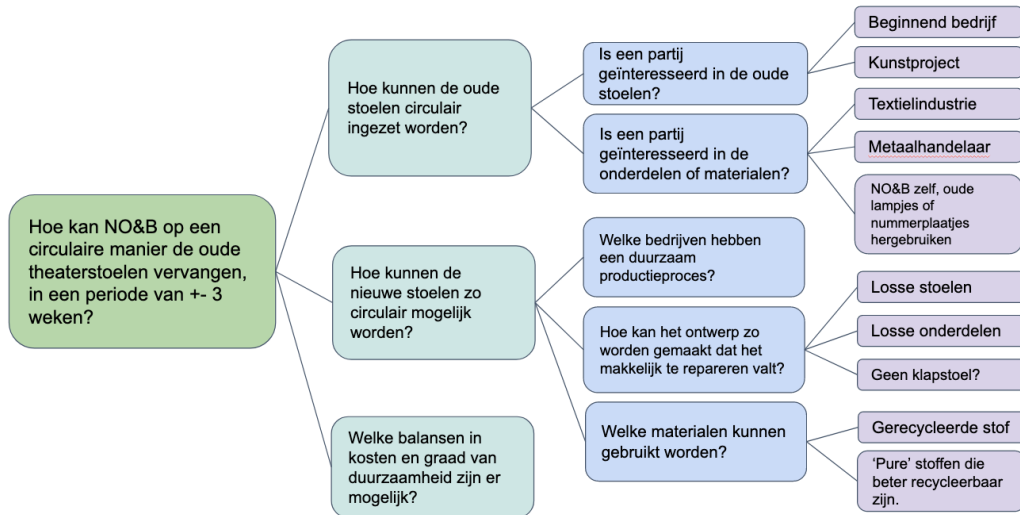
- Leverancier/producent
- <https://www.theateradvies.nl/projects/> ?
- Bezoekers/klanten
- Pers en media
- Productiepartner Ammodo
- Er zijn donateurs voor het opera.
- Hoofdsponsor Junior Company = geeft kansen aan jongeren die ballet studeren om gebruik te maken van het pand. Samenwerking met de nationale ballet academy.
- Hoofdsponsor Houthoff

Interface: zijn van invloed op de organisatie, maar hebben verder geen direct belang.

- Het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
- Gemeente Amsterdam
- Rijksdienst voor het cultureel erfgoed -> 2030 40% afname CO2
- Susan Lammers is onze algemeen directeur
- Arjan de Zeeuw is directeur Kennis & Advies

Bijlage 2: Issue tree

Schematische weergave specifieke probleemstelling



Bijlage 3: berekeningen materialen

1: Textiel

zitvlak	0.55m x 0.70m	= 0.385m ²	in breedte ook het deel van de onderkant van de stoel.
rugvlak	0.70m x 0.70m	= 0.49m ²	hierbij ook achterkant van de stoel
opp per stoel	0.385m ² + 0.49m ²	0.875m ²	
velours	0.35 kg per m ²		(Podiumtechniek, z.d.)
gram per stoel	0.875m ² x 0.35 kg/m ²	= 0.30625 kg per stoel	
totaal	0.30625 kg x 1685 stoelen	= 516 kilo +- 50 kilogram	

2: Metaal

metaal per zitvlak	0.4m x 0,4m x 0,1m	0.016m ³	
gram per stoel	dichtheid van metaal: 7.850 kg/m ³	= 0.1256 kg per stoel	
totaal	26,976 m ³ metaal	= 211,76 kilogram metaal	

3: Schuim

Zitvlak	0,4 m x 0,4m x 0,1 m	=0,016 m ³	
Rugvlak	0,4 m x 0,7m x 0,1 m	= 0,028 m ³	
Per stoel	0,016 m ³ + 0,028 m ³	= 0,044 m ³	
Totaal	0,044 m ³ x 1685 stoelen	74,14 m ³	Ongecomprimeerd, d.w.z. nog niet samengeperst.