

Projectverantwoording

Eliminating printed matter IJsselbiënnale 2021

Het thema van de IJsselbiënnale is 'de impact van klimaatverandering op ons landschap'. Dit thema is zowel van invloed geweest op het programma als op de organisatie van de IJsselbiënnale. Er is onderzocht op welke manier de milieu-impact van dit evenement verkleind kon worden en op welke manier het bewustzijn van klimaatverandering vergroot kon worden. Uit verschillende invalshoeken (SDG's, Donut Economy, Circulaire Economie) is gekeken waar de meeste winst te behalen zou zijn. Dit heeft geleid tot het inzetten op de volgende elementen:

1. Bewustwording
2. Grondstoffen
3. Energie
4. Mobiliteit

Bewustwording

Duurzame initiatieven en partners langs de route

In de reisgids en op de website van het evenement zijn 27 circulaire initiatieven uit de IJsselvallei gepresenteerd op verzoek van de Cleantech Regio (heet nu Regio Stedendriehoek). Deze initiatieven zijn geselecteerd in samenwerking met Natuur & Milieu Overijssel, Saxion, SER Overijssel, Tauw en de Cleantech Regio. Presentaties van deze duurzame initiatieven zijn samen met een overzicht van duurzame ontwikkelingen van de partners van de IJsselbiënnale te zien geweest in de expositie in de Centrale Harculo (zie voor de totale lijst van duurzame initiatieven bijlage 1).

Kunstroute

De kunstenaars is gevraagd te reflecteren op de impact van klimaatverandering de impact op ons landschap. De kunstwerken die ontwikkeld zijn, dragen ieder op een eigen wijze bij aan het vergroten van het bewustzijn over klimaatverandering. Hierbij zijn een aantal sub-thema's te ontdekken. Enkele voorbeelden zijn: Hoog water Het kunstwerk van Leonard Passchier (Pre-camping Zondvloed) stelt voor dat ieder huishouden wordt uitgerust met een reddingsvlot vanwege het komende hoogwater. Het werk 'Hattem 2084' van Edwin Zwakman toont hoe de inwoners van Hattem in de toekomst hun toevlucht kunnen zoeken op een catamaran waarop 3 appartementenflats geplaatst zijn.

Biodiversiteit Elmo Vermijs heeft met het werk 'The Way of Soil' de relatie tussen mens, biodiversiteit en aarde geïntensiveerd. Bezoekers betraden via een bloemenpad de wal van grasplaggen en het omliggende maisveld.

Technologie Dora Kotsi-Felici haar IJssel Alga Lab liet IJsselwater stromen door een kunstwerk van transparante buizen waardoor algengroei bevorderd werd en wekelijks afgetapt en in potjes meegegeven aan de bezoekers.

Marielin Simons plaatste een hightech ogende plantenkas als referentie naar toekomstige voedselproductie.

Relatie mens natuur Het werk 'Narrative Perspectives' van Heidi Linck geeft steeds weer een ander perspectief op de wisselwerking tussen de natuurlijke elementen van de beukenlaan en de invloed van de mensen op hetzelfde landschap. Het werk 'Mill' van Henrique Oliveira illustreert de overwinnende kracht van de natuur in de manier waarop de ruïne wordt overgenomen door het kunstwerk.

Voor elk kunstwerk uitgerekend hoeveel stikstof er is uitgestoten. Hiervoor is het programma Aerius gebruikt. Omdat veel kunstwerklocaties in Natura2000-gebied liggen, was dit ook een vereiste. Elk kunstwerk bleef ver onder de norm die bij de Wet Natuurbescherming wordt gesteld.

Circulaire Kunstwerken

We hebben de kunstenaars bovendien gevraagd om bij het ontwerpen en produceren van het kunstwerk zoveel mogelijk gebruik te maken van herbruikbare materialen en zo mogelijk zelf energie op te wekken waar dat mogelijk was.

Er is daardoor vrijwel geen afval vrijgekomen na afloop van de buitententoonstelling. Nagenoeg al het materiaal is hergebruikt. Een aantal kunstenaars heeft specifieke inzet gepleegd om circulair te werken. Alphons ter Avest heeft voor zijn kunstwerk 'Loop' een lokale houtzager gevraagd om enkele bomen van het terrein naast het kunstwerk te verzagen tot de balken en planken om het kunstwerk van te maken. Voor het

kunstwerk 'The Rich will Survive' van Adrien Tirtiaux heeft bouw en sloopbedrijf [Weever](#) het materiaal geleverd én ook weer opgehaald. Het werk 'The Way of Soil' van Elmo Vermijs is 100% opgebouwd uit biologisch materiaal van het terrein zelf en zal ook volledig ter plaatse weer vergaan. Het paviljoentje waar het videokunstwerk 'Earthfall' van Simone Hooymans te zien was is gebouwd van het circulaire biocomposiet [Compodeen](#), net als een deel van het kunstwerk van Alexander Ponomarev.

Energie

Zowel het videokunstwerk 'Earthfall' als de speciaal voor het IJsselcongres Onderstroom ontwikkelde video-installatie 'WÆKKER' zijn voorzien van stroom door de inzet van zonne-aggregaten van [Volta Energy](#) uit Duiven.

Grondstoffen

Door de hele organisatie heen is gekeken naar het gebruik en verbruik van grondstoffen, steeds met het doel de grondstoffen zo veel mogelijk waarde te laten behouden.

Door de organisatie van de IJsselbiënnale worden veruit de meeste grondstoffen gebruikt voor de communicatie: de PR en de bezoekersinformatie. Enkele voorbeelden zijn:

- De eerste posters zijn gedrukt op [bermgraspapier](#) in samenwerking met BUNK (Business Unit Natuurlijk Kapitaal) van Rijkswaterstaat.
- De reclamebanners zijn in twee versies ontworpen: de ene is jaarlijks herbruikbaar (een relatief neutrale banner met als datumaanduiding de tekst 'Deze zomer' en de andere zo ontworpen dat ze na gebruik verwerkt worden tot [tassen](#). Er is een speciale print mee ontworpen zodat zelfs een 'saai' stukje zeildoek nog interessant is als grondstof voor een tas.
- De informatieborden bij de kunstwerken zijn gemaakt van [BioPanel](#). Een volledig recyclebaar plaatmateriaal dat bestaat uit snel hernieuwbare plantaardige grondstoffen hennep & bio-PLA. Deze borden worden bewaard en zijn voor de editie van 2023 hergebruikt en voorzien van nieuwe stickers.



IJB-tas



kunstwerk LooP

Mobiliteit

De bezoekers is nadrukkelijk aangegeven dat de route van de IJsselbiënnale een fietsroute is. Ruim 80% heeft de fiets als vervoermiddel gebruikt. Interessant is de constatering dat van de bezoekers die de routeaanwijzingen opvroeg voor een bezoek per auto, bijna driekwart zich verontschuldigde of een verklaring gaf voor het autogebruik.

Nauwe samenwerking met de NS – voor het huren en transporteren van OV fietsen - is wel opgestart maar helaas door Corona niet verder tot uitwerking gekomen. Het was de NS in de aanloop van de IJsselbiënnale niet toegestaan te werven op reizen door Nederland.

QR code

Er is veel aandacht gegaan naar het inrichten van een QR-code platform waarmee bezoekers bij ieder kunstwerk de bijbehorende informatie konden kopen. Hiermee is gekeken of bezoekers ook zonder drukwerk (reisgids en routekaart) op pad kunnen. Het idee hierachter is tweeledig:

1. kunnen we zo de milieu impact van het drukwerk van de IJsselbiënnale verkleinen,
2. en voorzien we in de behoefte van (een deel van) onze doelgroep om digitaal op pad te gaan.

Om dit te bereiken moest het QR-code systeem zowel routeinformatie bieden als informatie over de kunstwerken en de IJsselvallei. Om te kunnen bijdragen aan het verdienmodel (en niet financieel te concurreren met de papieren informatie) wordt iedere QR scan via een betaal-omgeving naar de informatie geleid. Bij ieder kunstwerk is deze informatie verrijkt met video- en geluidsfragmenten over het kunstwerk en het landschap. Daarnaast werd dit ook een platform voor de educatieve doe- en kijkopdrachten. Tot slot hebben we ervoor gekozen om ook de portretten van de duurzame initiatieven te koppelen aan de kunstwerken en de informatie hierover op het QR-code platform te plaatsen. Daarmee is het een hele rijke bron van informatie geworden.

Bij elk kunstwerk kreeg de bezoeker bovendien toegang tot een google-maps kaart met daarop de route naar het volgende kunstwerk in de etappe.

Omdat er op het platform ook informatie te vinden was die niet in de reisgids stond (de video- en geluidsfragmenten, de educatieve opdrachten en de duurzame initiatieven) hebben we ervoor gekozen de QR-codes ook in de reisgids op te nemen. Via deze entree was dezelfde informatie te benaderen, maar dan zonder betaalmodule.

Dit QR code systeem is opgezet in samenwerking met MIC (Mobile Interactive Company), een organisatie met veel ervaring met dit type toepassingen. Ook ontvingen we ondersteuning van Cleantech Regio (voor het onderzoek naar, en de ontsluiting van de duurzame initiatieven), VSB-fonds (voor het bereiken van nieuwe doelgroepen) en de Tauw Foundation (voor het experiment met het verminderen van drukwerk en de milieu-impact daarvan).

In 2022 is er een LCA (life Cycle Analysis) uitgevoerd om te onderzoeken in hoeverre het gebruik van de QR code milieuwinst boekt ten opzichte van de inzet van een fysiek boekje en de routekaart.

Mijlpalen

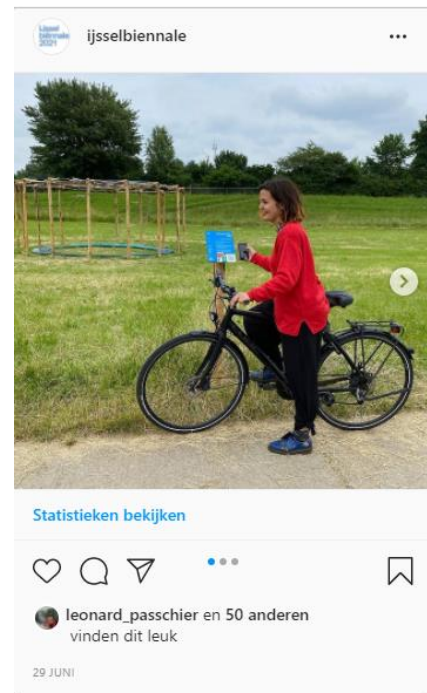
In het kader van de bijdrage van de TAUW Foundation zijn er diverse mijlpalen benoemd. Hieronder gaan we op elke mijlpaal kort in:

Fase 0: afsluiten contract

1. general update of the project proposal > *aangeleverd*
2. draft of project summary > *aangeleverd*
3. development of the online platform with content
4. online platform is released
5. signs are placed along the route > *voorafgaand aan de opening van de IJsselbiënnale op 18 juni 2021 is alle informatie online geplaatst op het platform en zijn de informatieborden bij de kunstwerken geplaatst (punten 3 t/m 5)*
6. submission of financial information > *aangeleverd*

Fase 1: half-way point

1. end of event IJsselbiënnale > de IJsselbiënnale is op 18 september 2021 succesvol beëindigd
2. final monitoring of the QR-codes
> *op die datum zijn de totale data van de QR-codes verzameld (zie bijlage 1)*
3. Data sent to TAUW as input for LCA research



> dit is gebeurd, maar had wat voeten in aarde door personele wisseling bij zowel TAUW als IJsselbiënnale en het achterhalen van de benodigde gegevens bij vormgever en drukker.

Fase 2: Final report

1. Presentation of results at the national Art+Landscape Experiment
> dit heeft plaatsgevonden op 21 maart 2022. De presentatie van deze resultaten maakte deel uit van een brede presentatie van het volledige onderzoek van de Proeftuin Kunst+Landschap, dat samen met 6 partners werd uitgevoerd in de periode 2019-2021. De deelnemers aan de expertmeeting waren met name geïnteresseerd in de technologische werking en de bereidheid van bezoekers om te betalen voor digitale informatie. Het aspect duurzaamheid kwam wel aan de orde, maar minder diepgaand. Na afloop hebben 2 andere organisaties uit het land om nadere info gevraagd. Wij hebben ze in contact gebracht met MIC.
2. Evaluation report
> hierbij met als bijlage 2 de LCA
3. Film clip with final result for youtube
> meegestuurd via wettransfer met het evaluatierapport.
4. Publication / article on the project in local newspapers and in a press release on the number of visitors and the QR code usage during the event
> er zijn diverse persberichten verstuurd over dit onderwerp. Helaas is het door geen van de lokale kranten opgepikt. We zijn er wat online artikelen verschenen over het onderwerp. De TAUW Foundation is daarbij niet genoemd, ondanks ons aandringen. Wat je ziet is dat de pers vooral geïnteresseerd is in de inhoud en niet in de financiers/ondersteuners. Als je daar als organisatie aandacht voor vraagt, wordt het al snel gezien als een commerciële bijdrage.
5. Information about the QR-code technology is online on the website of IJsselbiënnale
> is gepubliceerd: <https://ijsselbiennale.nl/nieuws/digitaal-op-pad/>
6. Final report must be delivered to the project coordinator
> op 31 oktober 2023 aangeleverd.



Presentatie op expertmeeting Proeftuin Kunst+Landschap, 21 maart 2022

Bevindingen

Op basis van onze eigen bevindingen en de LCA door TAUW hebben we, zoals bij elke pilot, zowel positieve als minder positieve punten.

Positief:

- Het was een verrijking om naast de schriftelijke informatie ook beeld en geluid te hebben over de kunstwerken en het landschap.
- De digitale route bracht onze bezoekers exacter op de plaats van bestemming, wat door de gebruikers zeer gewaardeerd werd.
- De route werd meer een ontdekkingstocht, waarbij je niet van te voren zelf wist waar je heen ging. Dit sprak een jonge doelgroep aan (zijn we 'kunsthoppen' gaan noemen).
- Bezoekers werden verleid om zelf de hoogte van de bijdrage te bepalen, dit zorgde ervoor dat de gemiddelde bijdrage hoger uitpakte.
- De QR-code werd als een volwaardig alternatief gezien voor de reisgids.
- De LCA maakt bijzonder inzichtelijk wat de milieu impact van het ene middel ten opzichte van het andere is. Het zorgt er ook voor dat we ons nog bewuster zijn van het feit dat er veel drukwerk in het buitenland wordt gedrukt en daardoor de footprint veel hoger is

Minder positief:

- We hebben ons verkeken op de hoeveelheid werk die het met zich meebracht om voor elk kunstwerk over 4 verschillende onderwerpen content te maken: ruim 100 filmpjes, geluidsopnames, teksten etc. Dat betekende een forse tijdsbelasting voor een team dat al onder flinke tijdsdruk stond, in de aanloop naar de opening.
- Er was zoveel informatie beschikbaar dat het een overvloed was en veel bezoekers slechts 1 of 2 items per kunstwerk bekeken. Derhalve is er veel meer content geproduceerd dan zinvol was.
- We realiseren ons achteraf dat in de LCA de impact van het reizen voor het maken van de filmpjes op locatie niet is meegerekend. Die zal zeker de balans niet doen doorslaan, maar had voor een preciezere uitkomst wel meegenomen moeten worden.
- De QR-codes zijn minder vaak gescand en er zijn minder donaties gedaan dan vooraf gedacht. Mensen zijn niet gewend om te moeten betalen voor info die ze via een QR-code ontvangen.
- Het merendeel van ons bestaande publiek blijkt toch heel graag een papieren product in handen te hebben.

Hierdoor is het uiteindelijke effect van de pilot om de hoeveelheid drukwerk te verminderen, lager dan verwacht.

Conclusie LCA

Uit deze vergelijkende LCA kunnen verschillende conclusies worden getrokken. De QR-code heeft een lagere milieu impact dan de papieren reisgids. Dit is zelfs het geval in het scenario waarin er veel elektriciteit nodig is om data op te slaan. Als we de resultaten opschalen naar het totaal aan scans en gedrukte folders, wordt het verschil in milieu-impact beduidend groter. Dit laat zien dat, hoe meer bezoekers, hoe groter de impact reductie van werken met QR-codes.

Er is een aantal belangrijke aannames gedaan die van invloed kunnen zijn op de impact. Bijvoorbeeld dat er geen gerecycled papier in de flyers zit. Of dat de gemiddelde hoeveelheid gestreamde data ongeveer 26 MB is per QR scan. De impact van de flyer zal lager uitvallen als er met gerecycled papier is gewerkt. Ook zal de impact van de QR bijvoorbeeld hoger kunnen uitvallen als vooral filmpjes zijn gestreamd. Daarnaast kan de impact van de QR-code weer lager uitvallen als je weet dat er groene elektriciteit wordt gebruikt.

Mocht de IJsselbiennale in de toekomst volledig overstappen op QR-codes, dan kan door te letten op de hoeveelheid MB van de informatie achter de codes nog verder worden verduurzaamd.

Overall conclusie

We constateren dat het een waardevolle pilot was, die ons veel nieuwe informatie en inzichten heeft opgeleverd. Wat mooi is, is dat we door de LCA veel specifiekere data hebben, waardoor conclusies beter te trekken zijn.

Terugkijken op het project is onze overall conclusie dat we mogelijk teveel doelen tegelijk nagestreefd hebben. Hierdoor lag er in de opzet minder focus op 1 doel, wat als gevolg heeft dat we daar minder efficiënt in bijvoorbeeld communicatie op konden inzetten en minder optimale resultaten hebben behaald.

Een belangrijke conclusie is dat ons publiek nog niet zomaar de volledige overstap maakt van papieren informatie naar digitaal. Daar spelen ook zaken in mee als de specifieke opzet van de fietsroute die digitaal wordt aangeboden. Door nu te kiezen voor de route naar 1 volgend kunstwerk, waarbij de bezoeker alleen kan kiezen of hij/zij naar het noorden of naar het zuiden gaat, komt de behoefte aan overzicht vooraf in het gedrang. Dit systeem blijkt vooral goed te werken voor jongeren en/of avontuurlijker ingestelde bezoekers.

We constateren ook dit een proces is waarbij een lange adem vereist is. En waarbij we steeds stappen zetten die voor betere resultaten kunnen zorgen.

Zo hebben we voor de IJsselbiënnale van afgelopen zomer veel minder content voor het QR-code platform ontwikkeld en vooral gebruik gemaakt van filmpjes die de kunstenaars zelf op locatie maakten, waardoor er ook minder brandstof is verbruikt.

De volgende actie is waarschijnlijk het aanbieden van hele etappes van de route langs de kunstwerken, zodat het ook voor het huidige publiek een echt volwaardig alternatief is voor de reisgids.



Bijlage 1

Resultaten IJsselbiennale					
Kunstwerk	Scans boek	Scans bord	# donaties bord	€ donaties bord	
2084, Hattem	77	185	16 €	22,00	9%
A Monster Technical, an IJssel River Fabel	81	175	16 €	21,00	9%
An Ear Chamber	80	414	71 €	98,00	17%
Beukelszoon 2	77	507	50 €	62,00	10%
Cassandra's oog	91	583	67 €	89,00	11%
De hel, dat zijn de Anderen / L'enfer, c'est les Autres / Hell are the Others / Die Hölle sind die Anderen	94	138	18 €	20,00	13%
De Rat	97	468	60 €	84,00	13%
Earthfall (Ras)	83	145	32 €	55,00	22%
Fake Newsstand	65	358	46 €	58,00	13%
Hoogwater	157	279	42 €	55,00	15%
IJssel Alga Lab	78	204	28 €	42,00	14%
Kopje-onder	53	343	31 €	43,00	9%
Leop	119	374	69 €	91,00	18%
Mill	131	736	74 €	93,00	10%
Monde Possible	131	197	32 €	38,00	16%
Mycelium	14	405	31 €	39,00	8%
Narrative Perspectives	85	208	27 €	31,00	13%
On the Line	86	596	69 €	104,00	12%
Once upon a time	70	297	39 €	54,00	13%
Pouwel Bakhuis	73	154	23 €	35,00	15%
Pre Camping Zonvloed	111	318	38 €	43,00	12%
Pressura	257	434	49 €	81,00	11%
Tarong High Tide	119	167	16 €	24,00	10%
The rich will survive	91	353	43 €	64,00	12%
The way of Soil	133	321	64 €	96,00	20%
Wachter	87	250	44 €	57,00	18%
Worpscape	72	321	40 €	49,00	12%
	2612	8930	1135 €	1.548,00	13%
Gemiddelde gift: €1,37					

Opvallend is het verschil in het aantal scans tussen de verschillende kunstwerken. Het hoogste aantal scans via het informatiebord ter plekke is geregistreerd bij het kunstwerk 'Mill' van Henrique Oliveira: 736 stuks, het laagste aantal bedraagt 145 stuks. Gemiddeld ligt het aantal donaties per scan op bijna 13% (13% van de bezoekers aan het platform betaalt voor toegang tot de informatie). Ook hierbij zijn de verschillen opvallend: 8% als laagste en 22% als hoogste.

Het aantal scans van de QR-codes in de reisgids ligt aanzienlijk lager dan dat van de informatieborden.

Er is door ons geen onderzoek gedaan naar de achtergrond van deze verschillen. Wel kunnen we op een enkel onderwerp een aanname doen: zo ligt het kunstwerk 'Mill' direct langs een drukke wandelroute.



LCA Reisgids / QR code

16 februari 2023

Verantwoording

Titel	LCA printed matter / QR codes
Opdrachtgever	Stichting IJsselbiënnale
Projectleider	Walter Tobe
Auteur(s)	Sabine de Haes, Casper Rietman
Projectnummer	1283444
Aantal pagina's	16 (exclusief bijlagen)
Datum	16 februari 2023
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
T +31 30 28 24 82 4
E info.utrecht@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Scope afbakening.....	4
2.1	Functionele eenheid	4
2.2	Systeemgrenzen	4
3	Methode.....	5
3.1	Life Cycle Assessment.....	5
3.2	Systeemgrenzen	6
3.3	Impact assessment	6
4	Levenscyclus inventarisatie (LCI).....	7
4.1	Dataverzameling en datakwaliteit	7
4.2	Uitgangspunten voor de vergelijking	7
4.3	Papieren reisgids	7
4.4	QR- code scan	8
5	LCA Resultaten	10
5.1	Reisgids	10
5.2	QR-code.....	12
5.3	1 QR-code versus 1 Reisgids	12
5.4	Totaal QR-codes versus reisgidsen	13
6	Conclusie & Aanbeveling.....	16
Bijlage 1	LCA resultaten QR code en reisgids	
Bijlage 2	LCI QR code en reisgids	

1 Inleiding

Stichting IJsselbiënnale wil graag een bijdrage leveren aan het debat over de impact van klimaatverandering op ons landschap. Daarbij wil de organisatie de ecologische footprint verkleinen van haar eigen evenement, waarbij duizenden bezoekers worden geïnformeerd over de kunstwerken aan de IJssel. Daarom wil de stichting het potentieel van een nieuw verdienmodel -met een QR-systeem- onderzoeken. Verder wilt de stichting ook de milieu impact van andere evenementen in de toekomst verkleinen. De stichting verwacht dat een vervanging van drukwerk door het QR-systeem zal leiden tot een verlaging van de CO₂-uitstoot van het evenement. Totaal zijn er tijdens het event 8930 QR-code scans geregistreerd. Dit komt neer op 800 bezoekers die in plaats van de reisgids de QR code route hebben gevolgd.

Het doel van dit project is om met behulp van een levenscyclusanalyse (LCA) vast te stellen of de ecologische footprint van het QR-systeem lager is dan die van traditioneel drukwerk. Het resultaat van de LCA is een LCA rapportage. We volgen hierbij de LCA-richtlijnen (NEN-EN-ISO 14044). Uit de LCA-rapportage blijkt waar de grootste impact zit en hoe de twee opties zich tot elkaar verhouden in termen van milieu impact.

2 Scope afbakening

2.1 Functionele eenheid

De functionele eenheid betreft

- 1 reisgids en het totaal aantal gebruikte reisgidsen
- Streamen en opslaan van 1 QR code en het totaal aan gescande QR codes

2.2 Systeemgrenzen

Voor de reisgidsen richt de analyse zich op de tijdschrijfketen van wieg tot graf: van papierproductie tot en met afdanking van het tijdschrift. Alle stappen zijn geclusterd in ketenfasen, die bij de bespreking van de resultaten ieder apart worden weergegeven. Zo wordt duidelijk wat er bij de resultaten is inbegrepen. Tussen de processtappen vindt transport plaats. Dit transport is als aparte ketenfase weergegeven in de resultaten. Bij elke processtap is energie benodigd, in de vorm van elektriciteit, gas (warmte), perslucht of brandstof. Voor de QR-code liggen de systeemgrenzen heel anders, aangezien het geen product is bestaande uit verschillende materialen die van A naar B moeten worden verplaatst. De systeemgrenzen hiervoor zijn in overleg met IJsselbiënnale bepaald, toegepast op deze casus. In hoofdstuk 4 wordt uitgelegd welke aspecten zijn meegenomen en ook welke niet.

3 Methode

3.1 Life Cycle Assessment

Bij een LCA wordt gekeken naar de milieu-impact van de verschillende fasen van de productieketen. Grofweg kan men per product de volgende fasen onderscheiden:

- **Grondstofwinning**
Het mijnen van de materialen. Het materieel dat hiervoor wordt ingezet heeft bijvoorbeeld energie nodig. Ook leidt dit vaak tot lokale vervuiling in water en bodem en allerlei emissies in de lucht
- **Productiefase**
Hoe en waar maakt de producent het product, welke materialen worden gebruikt, hoeveel en welke energie is daarvoor nodig, wat voor soort transport is nodig en welke afvalstoffen komen er vrij?
- **Transport naar consument**
Transportafstand en wijze van transport (vrachtwagen, schip, et cetera)
- **Gebruiksfase**
Welk onderhoud is nodig? Moeten onderdelen van het product worden vervangen?
- **Afvalverwerking**
Na einde levensduur: wat is er nodig om het product te verwijderen en hoe worden ze verwerkt: hergebruik, recycling, verbranden of stort?



Figuur 1 Voorbeeld van fasen in een levenscyclus analyse

Voor elke fase wordt data verzameld en in een model gezet middels de LCA software SimaPro. Het rekenmodel berekent op basis van alle fasen het milieuprofiel van het product, dienst of organisatie.

3.2 Systeemgrenzen

De processen die worden meegenomen in de LCA zijn afgebakend met zogenaamde systeemgrenzen. De systeemgrenzen bepalen welke fasen en processen van de levenscyclus worden meegenomen in de LCA. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, volgend uit de *EN 15804* en de *Bepalingsmethode*, staat vastgelegd welke informatie er per levenscyclusfase beschouwd moet worden. In deze LCA is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen voor de reisgidsen.

Tabel 1 Systeemgrenzen (X = Module meegenomen in LCA studie, ND = Niet gedeclareerd)

	Productiefase			Bouw fase		Gebruiksfase					Sloop- en verwerkingsfase				Volgend product systeem
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
	Winning van grondstoffen	Transport	Productie	Transport	Bouw- en installatieproces/ aanleg	Gebruik	Onderhoud	Reparaties	Vervangingen	Verbouwingen	Sloop	Transport	Afvalverwerking	Finale afvalverwerking	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning, en recycling
Cradle-to-gate met opties	X	X	X	X		X						X	X	X	X

3.3 Impact assessment

Het resultaat van de LCA is een milieu profiel van het product of dienst, gebaseerd om 19 milieu indicatoren. Als impact assessment methode is gekozen voor ReCiPe. Dit is een internationaal gebruikte methode om de milieu impact te meten. Deze methode vertaalt de life cycle inventory results (LCI) naar een paar milieu indicatoren. Voorbeelden van de milieu indicatoren zijn opwarming van het klimaat, verzuring en vermesting. De resultaten van de QR-code en van de reisgids zullen met elkaar worden vergeleken.

4 Levenscyclus inventarisatie (LCI)

4.1 Dataverzameling en datakwaliteit

Voor het berekenen van de milieu-impact in de levenscyclus is data verzameld van de verschillende processen die binnen de systeemgrenzen vallen van deze LCA-studie. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie en reproduceerbaarheid van de gegevens.

In deze studie is gebruik gemaakt van Ecoinvent 3.6 en de NMD-processendatabase, versie 3.4 (2021) (gebaseerd op Ecoinvent 3.6). Deze omvangrijke databases bevatten milieudata van verschillende materialen en processen. Vanuit deze processendatabase geeft de Bepalingsmethode tevens forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend dient te worden als specifieke gegevens niet beschikbaar zijn. Het betreft hierbij voornamelijk de processen voor transport en afvalverwerking.

4.2 Uitgangspunten voor de vergelijking

Bij het uitvoeren van de LCA zijn project-specifieke aannames gemaakt. Deze aannames gelden zowel voor de reisgidsen als het gebruik van de QR-code. Naast deze algemene aannames, zijn er aannames gemaakt voor beide informatiedragers.

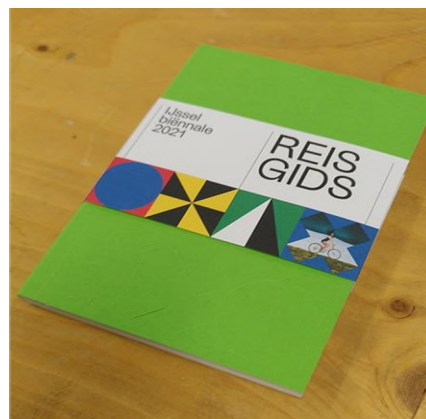
- Bij het deelnemen aan het evenement nemen de bezoekers de input éénmalig tot zich
- De combinatie reisgids plus routekaart kan door evenveel mensen worden bekeken als de informatie die via één QR code op de website wordt bekeken
- Het gaat om dezelfde (of iig vergelijkbare) hoeveelheid informatie (content) op beide informatiedragers
- Uitgangspunt is dat de content niet wordt gekopieerd, uitgeprint, digitaal verzonden of anderszins gedeeld
- De milieu-impact bij het *vormgeven* van de content is niet meegenomen in de LCA

4.3 Papieren reisgids

De papieren reisgids van de IJsselbiennale is rechts van deze alinea te zien. Bij de productie van de reisgids zijn er aannames gebruikt om de druk van deze reisgids in cijfers uit te drukken. Dit is een algemeen proces uit de Ecoinvent database, geselecteerd in SimaPro. Voor transportafstanden zijn de daadwerkelijke afstanden gebruikt voor dit evenement.

Wat betreft het afvalscenario van de reisgids is ook een aanname gemaakt op basis van eerdere studie van CE Delft¹. Dit betreft de aanname dat de gebruikte reisgidsen voor 85% worden gerecycled tot karton en voor 15%

worden verbrand in een AVI. De tabellen laten zien wat is mee genomen per levensfase van de



¹ CE Delft (2016) Verduurzaming in de tijdschrift keten

reisgids. Het gekozen proces voor de productie (A1-A3) is een proces uit de Ecoinvent database. Dit proces gebruikt voor de meeste input waarden het gemiddelde van 3 bedrijven. Hieronder zie je de input die voor het model is gebruikt.

A1-A3	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Tijdschrift productie	0,251 kg	Printed paper, offset {CH} offset printing, per kg printed paper Cut-off, U

A4	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Transport van productielocatie naar Deventer	452 kgkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)

C2 en C3	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Transport naar sorteerlocatie	10,7 kgkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)
Afvalverwerking		
Eindverwerking		
Transport naar AVI	3,77 kgkm	0001-tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U)
Papier sorteerlocatie	0,213 kg	Waste paper, sorted {Europe without Switzerland} treatment of waste paper, unsorted, sorting Cut-off, U
Verbranding van papier	0,0376 kg	0106-pro&Verbranden, overig (o.b.v. Municipal solid waste {NL} treatment of, incineration Cut-off, U)

Module D	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Vermeden energie	0,532 MJ	0058-fab&Papier/karton (o.b.v. Core board {GLO} market for Cut-off, U; 24% primair, 76% secundair)
Vermeden karton	0,21 kg	0268-avD&Vermeden energieproductie AVI, o.b.v. HERNIEUWBARE grondstoffen, 18% elektrisch en 31% thermisch (per MJ LHV)

4.4 QR- code scan

Bij het maken en scannen van een QR-code komt van alles kijken. Je hebt er, in dit geval, een smartphone voor nodig. Daardoor zou je de hele levenscyclus van de telefoon kunnen meenemen, van productie naar gebruik en uiteindelijk naar afvalverwerking. Echter is de impact van de telefoon die toe te schrijven is aan het scannen van een paar QR codes verwaarloosbaar. Zo ontstaat de vraag wat allemaal relevant is om mee te nemen. Hieronder leggen we de assumpties voor de QR-code uit, met daarin wat we wel meenemen en wat we niet mee nemen in de LCA.



Wat we niet meenemen:

- We gaan ervan uit dat de mensen al een QR-code scanner app hebben op de telefoon of de mogelijkheid hebben dit direct met hun camera te doen. Deze app hoeft dus niet gedownload te worden
- Het laten maken van een QR-code en de bijbehorende impact nemen we niet mee. Dit is over het algemeen een vrij simpel proces
- De elektriciteit nodig voor het aanzetten van de telefoon, openen van de bestanden en het bekijken/beluisteren van de informatie op de telefoon. Oftewel het batterijverbruik van de smartphone tijdens de route
- De levenscyclus van het paaltje en de geprinte QR-code die erop zit. In overleg is bepaald dat deze impact erg gering is en weggelaten kan worden
- De levenscyclus van de smartphone zelf. Het lezen van 1 of meerdere QR codes op de totale milieu impact van een smartphone is verwaarloosbaar

Wat wel wordt meegenomen is de opgeslagen data achter de QR-code het streamen ervan na een scan.

- De omvang van de informatie achter de QR-codes is 692,3 MB. Dit is het totaal voor de 27 QR-codes, dit is dus 25,64 MB gemiddeld per QR code
- Energieverbruik voor dataopslag zijn moeilijk vast te stellen en wordt bepaald door meerdere factoren. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat dit tussen de 3,1 kWh en de 7 kWh per gigabyte ligt; dit betekent 0,0031-0,007 kWh per MB
- Voor het streamen van de data achter de QR-code gaan we uit van 0,05-0,015 kWh/GB
- Voor dataopslag gaan we uit van opslag op de Cloud en dus niet op de harddrive
- Door de range van energie behoefte voor opgeslagen data worden er voor de QR-code variant van informatiedrager in totaal 3 scenario's gemaakt. Een minimum is gekozen, een maximum en het gemiddelde van die twee
- Er zijn in totaal 8930 scans van de QR codes geregistreerd, er is geen data beschikbaar over welke QR-codes dit zijn. Er wordt dus uitgegaan van de gemiddelde hoeveelheid van 25,64 MB per scan

In de drie tabellen hieronder zie je de drie scenario's met de bijbehorende benodigde hoeveelheid elektriciteit en welke elektriciteitsmix is gekozen. In dit geval is dat een gemiddelde mix voor Nederland. We maken het onderscheid tussen de benodigde elektriciteit voor het opslaan van data en voor het streamen van de data.

Maximum	Hoeveelheid	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Data opslag QR-code	0,179	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U
Data streamen QR-code	0,00015	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U

Minimum	Hoeveelheid	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Data opslag QR-code	0,0769	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U
Data streamen QR-code	0,00005	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U

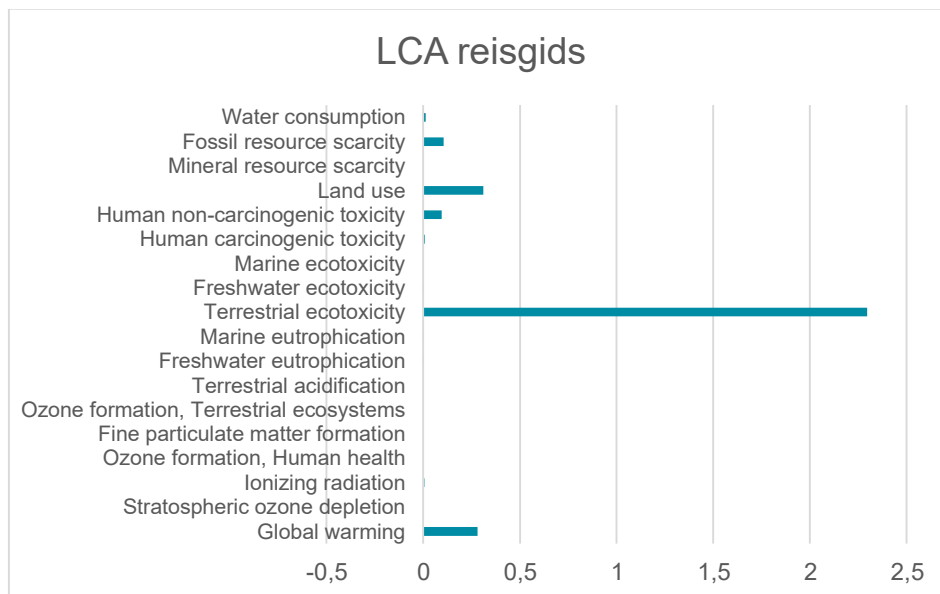
Gemiddeld	Hoeveelheid	Eenheid	Proces in NMD/Ecoinvent
Data opslag QR-codes	0,129	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U
Data streamen QR-code	0,0001	kWh	Electricity, medium voltage {NL} market for Cut-off, U

5 LCA Resultaten

Hoofdstuk 5 behandelt de resultaten van de LCA voor de QR-code en voor de papieren reisgids. Eerst worden de resultaten van de reisgids gepresenteerd, daarna die van de QR-code en uiteindelijk worden deze met elkaar vergeleken op basis van de totaal aantal gemaakte QR-codes en het totale gewicht geprinte reisgidsen.

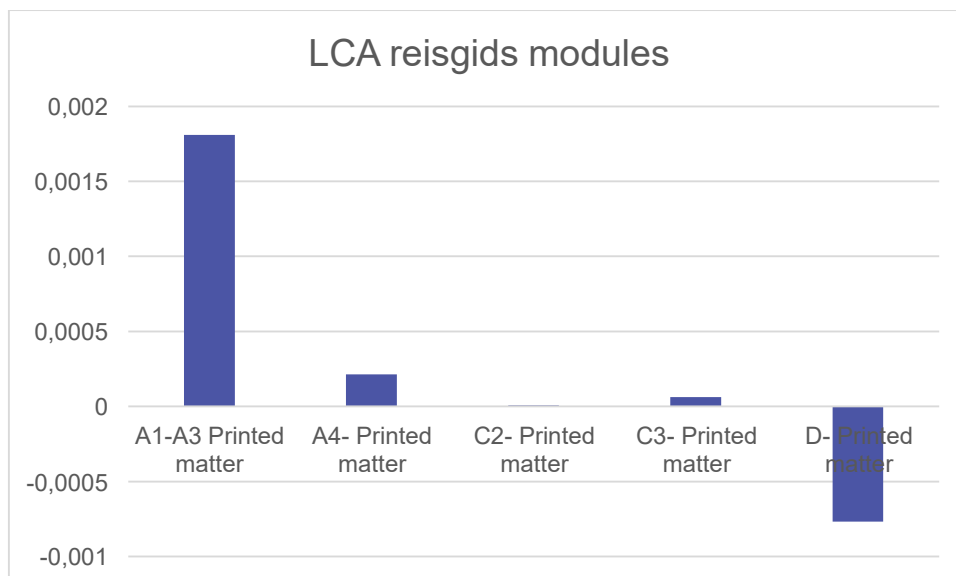
5.1 Reisgids

Figuur 2 laat de milieu impact van de reisgids zien. De milieu indicatoren zijn weergegeven in verschillende eenheden. Deze zijn terug te vinden in de bijlage (LCA resultaten). Zoals je kan zien, zijn de milieu indicatoren met veel impact voor klimaatverandering (weergegeven in kg CO₂ equivalenten), terrestrische ecosystemen, landgebruik. Voor de andere impact categorieën is de score erg laag (soms zelfs een beetje negatief). Dit kan omdat er met de reisgidsen karton wordt bespaard en dat heeft weer een andere verdeling wat betreft de milieu-impact. Hierdoor kan het voorkomen dat voor sommige milieu impact indicatoren een negatieve impact wordt gerealiseerd. Dit gaat echter om hele kleine getallen.



Figuur 2 Milieu impact van 1 Reisgids

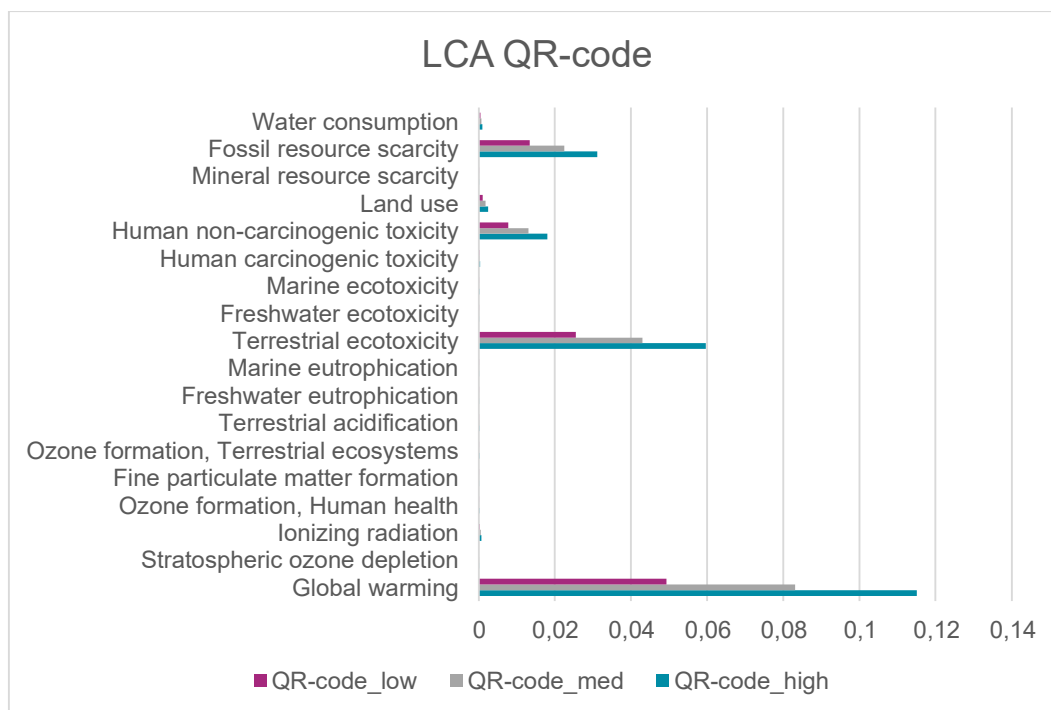
Figuur 3 laat de impact van de reisgids voor de verschillende modules zien. Hierdoor kunnen we kijken waar de impact zit als je kijkt naar de hele keten. De milieu indicatoren zijn genormaliseerd, zodat ze bij elkaar op te tellen zijn. Zoals je kan zien in het figuur hieronder wordt de meeste milieu-impact veroorzaakt in de productiefase (A1-A3). Of te wel het maken van de reisgids. Na gebruik van de flyer wordt het papier gescheiden ingezameld en gerecycled tot karton. Een klein deel van de reisgids wordt verbrand. Hierbij komt energie vrij wat leidt tot een besparing van energie uit fossiele brandstoffen. Daarom heeft het een negatieve impact in module D.



Figuur 3 Milieu impact van de reisgids in de verschillende modules (A-D)

5.2 QR-code

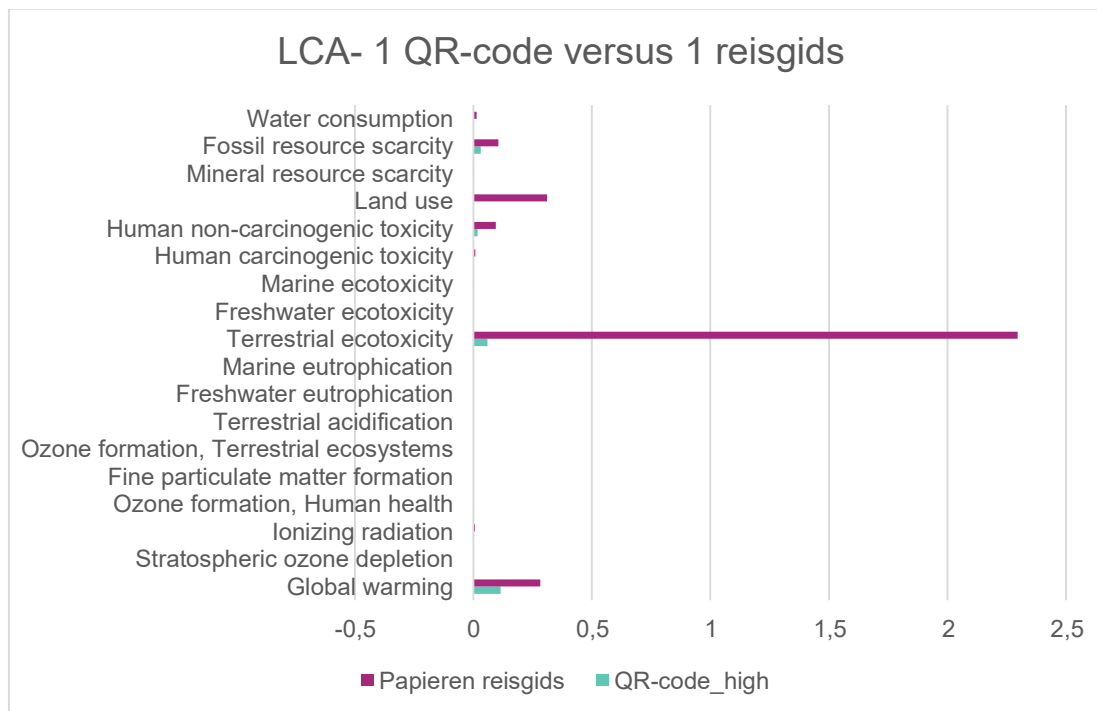
De milieu-impact van het gebruik van de QR-code bestaat, in deze analyse, volledig uit de elektriciteit die nodig is om de data (informatie die achter de QR-code zit opgeslagen) op te slaan of te streamen. De milieu-impact is weergegeven van het opslaan en gebruik van 1 QR-code. Figuur 4 laat de milieu-impact van 1 QR-code zien voor een hoog, laag en medium scenario voor de elektriciteitskosten per 1 opgeslagen MB. De belangrijkste impact categorie bij het scannen van een QR code is klimaatverandering. Dit komt doordat de Nederlandse electriciteitsmix nog steeds grotendeels wordt opgewekt met fossiele bronnen. Bij dit proces komt veel CO₂ vrij wat bijdraagt aan de opwarming van het klimaat. Omdat de milieu impact van een QR- code volledig is toe te schrijven aan het gebruik van elektriciteit, kunnen we deze resultaten niet verder uitsplitsen.



Figuur 4 Milieu impact 1 QR-code

5.3 1 QR-code versus 1 Reisgids

Figuur 5 laat de milieu impact zien van 1 reisgids vergeleken met 1 QR-code voor het minst gunstige scenario, waar het meeste elektriciteit voor nodig is. Zoals de grafiek laat zien heeft de reisgids voor bijna alle impact categorieën een hogere impact dan de QR-code, ook voor de impact klimaatverandering (0,28 kg CO₂eq versus 0,12 kg CO₂eq).

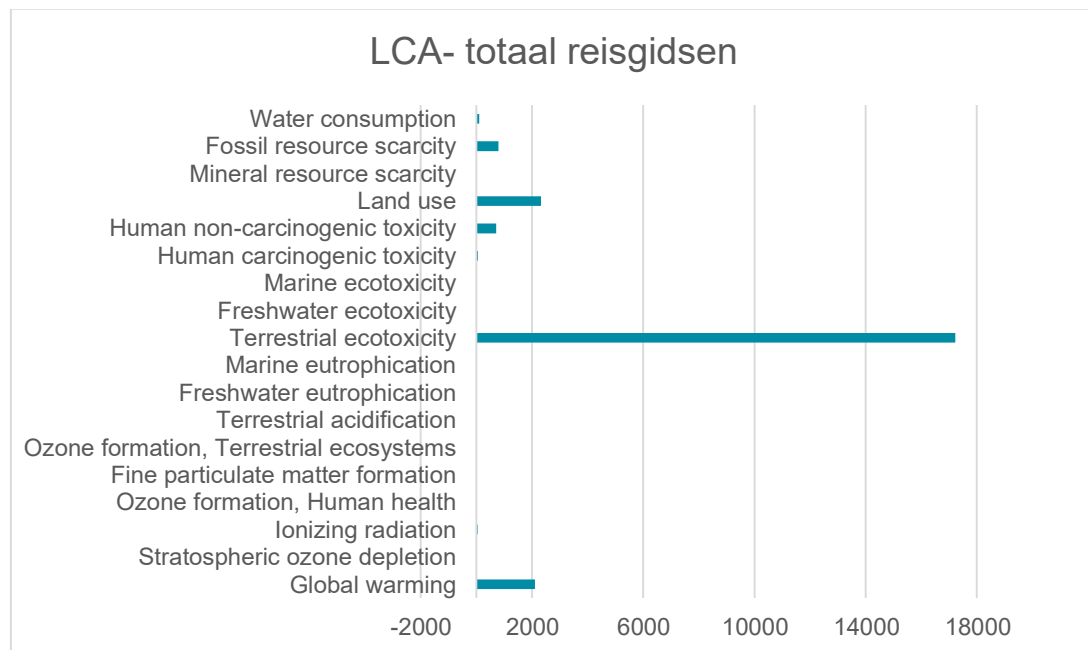


Figuur 5 Milieu impact vergelijking 1 QR-code versus 1 reisgids

5.4 Totaal QR-codes versus reisgidsen

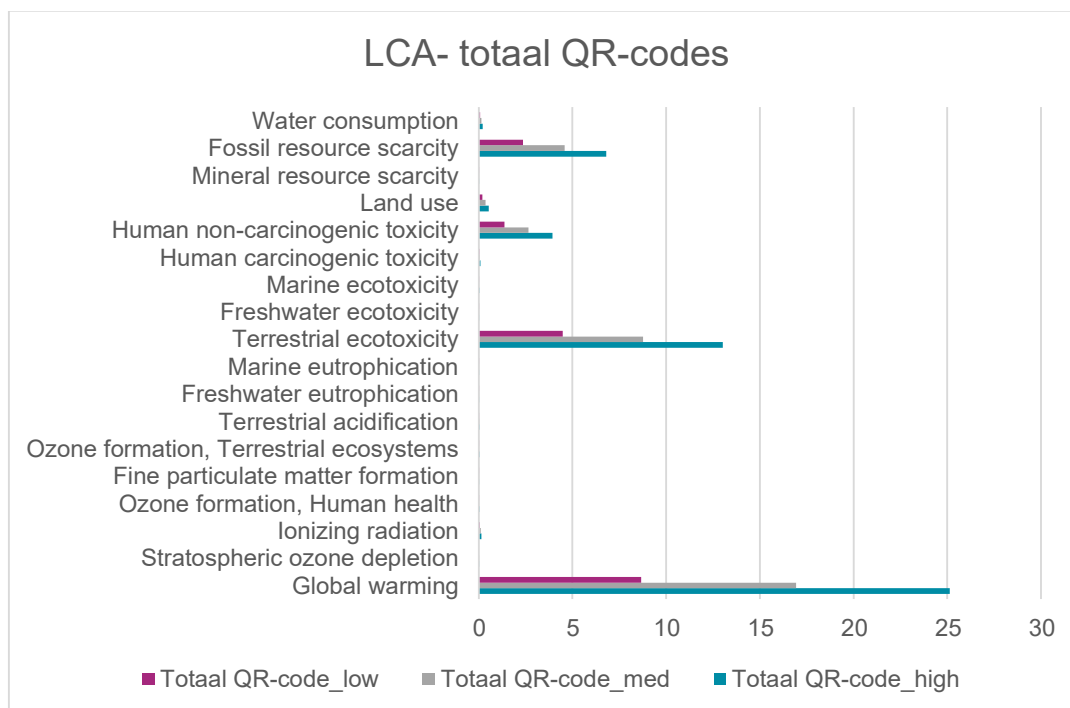
Naast de impact per QR-code of reisgids, wordt er ook naar het totaal van QR-codes en reisgidsen. Uiteindelijk zijn er 7500 reisgidsen geprint. Voor de resultaten van de totaal reisgidsen wordt daarom de impact van een reisgids vermenigvuldigt met een factor van 7500. Wat betreft de QR- codes wordt de totale impact keer een factor 27 gedaan, aangezien er 27 QR-codes werden ingezet om bezoeker van de IJsselbiennale van informatie te voorzien. Deze QR-codes zijn in totaal ook 8930 keer gescand. Hiervoor wordt ook elektriciteit gerekend, om deze data te streamen.

Figuur 5 weergeeft de milieu impact van alle 7500 geprinte reisgidsen. Dit verandert niks aan de distributie van de milieu-impact ten opzichte van 1 reisgids en heeft dus dezelfde milieu indicatoren die eruit steken.



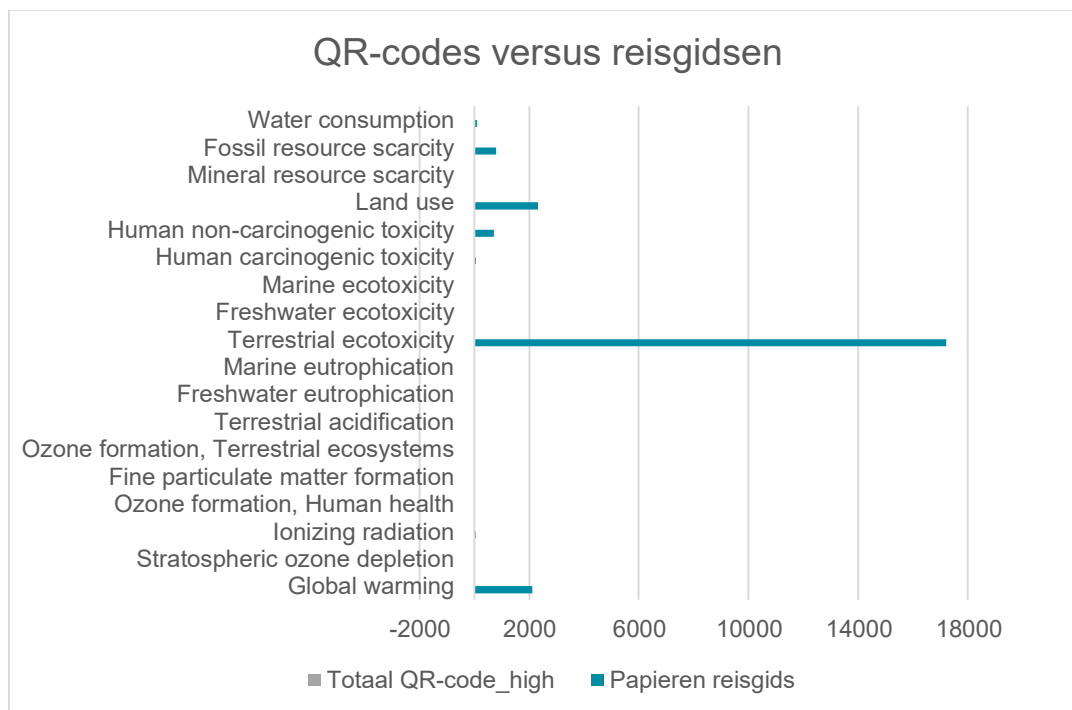
Figuur 6 Milieu impact voor het totaal aan reisgidsen

Figuur 6 laat de totale milieu-impact zien voor het gebruik van QR-codes. De milieu impact van het totaal aantal QR-codes bestaat uit 2 componenten. De impact voor het opslaan van de data achter de QR-code en de impact voor het streamen van deze data op je smartphone. De distributie blijft echter hetzelfde, want elektriciteit is de enige input. Dus ook hier komen dezelfde milieu impact categorieën naar boven.



Figuur 7 Milieu impact voor het totaal aan QR-codes

Figuur 7 laat het verschil zien tussen de totale milieu-impact van het gebruik van QR-codes ten opzichte van de reisgidsen voor informatievoorziening. Grijs laat de impact van de QR-codes zien in het hoogste scenario, dus waar het meeste elektriciteit voor nodig is. De kleur grijs is echter amper te zien, omdat het veel kleinere getallen zijn dan voor de reisgidsen. Hier valt duidelijk te zien dat de reisgidsen een hogere milieu-impact hebben dan het gebruik van de QR-codes. Voor klimaatverandering is het verschil ongeveer dan 2084 kg CO₂ equivalenten (2109 vs 25).



Figuur 8 Verschil tussen milieu impact QR-codes en reisgidsen

6 Conclusie & Aanbeveling

Uit deze vergelijkende LCA kunnen verschillende conclusies worden getrokken. De QR-code heeft een lagere milieu impact dan de papieren reisgids. Dit is zelfs het geval in het scenario waarin er veel elektriciteit nodig is om data op te slaan. Als we de resultaten opschalen naar het totaal aan scans en gedrukte folders, wordt het verschil in milieu-impact beduidend groter. Dit laat zien dat, hoe meer bezoekers, hoe groter de impact reductie van werken met QR-codes.

Er zijn een aantal belangrijke aannames gedaan die van invloed kunnen zijn op de impact. Bijvoorbeeld dat er geen gerecycled papier in de flyers zit. Of dat de gemiddelde hoeveelheid gestreamde data ongeveer 26 MB is per QR scan. De impact van de flyer zal lager uitvallen als er met gerecycled papier is gewerkt. Ook zal de impact van de QR bijvoorbeeld hoger kunnen uitvallen als vooral filmpjes zijn gestreamd. Daarnaast kan de impact van de QR-code weer lager uitvallen als je weet dat er groene elektriciteit wordt gebruikt.

Mocht IJsselbiennale in de toekomst volledig overstappen op QR-codes, dan kan door te letten op de hoeveelheid MB van de informatie achter de codes nog verder worden verduurzaamd.

Bijlage 1**LCA resultaten QR code en reisgids**



Kenmerk

R001-1283444SFH-V01-efm-NL

Bijlage 2

LCI QR code en reisgids