



LCA-rapportage categorie 3 data

B&U Elementgroep [61.9 & 56.5]: LCA

Rapportage milieuverklaringen Energiedragers – Opslag

Nationale Milieudatabase

Thuisbatterij, lithium-ion LFP [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]

Thuisbatterij, lithium-ion NMC811 [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]

Thuisbatterij, loodzuur [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]

Thuisbatterij, zoutwater [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]

Groot batterijsysteem, LFP [1000 -100.000 kWh, referentie 1000 kWh]

Warmteopslag, grote warmwatertank, [volume 1000 m³ - 10.000 m³,
referentie 5000 m³]

Seizoensopslag warmte, lage temperatuur bodemenergie (open, gesloten)

Stichting Nationale Milieudatabase

Versie: 1.0

Datum: 2-3-2026

Plaats: Den Haag

Status: Concept

Colofon

Titel:	LCA-rapportage categorie 3 data • B&U Elementgroep 61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen • B&U Elementgroep 56.50 - verwarming; opslag
Versienummer:	V1.0
Contactpersoon:	Nicoline Opbroek, Stichting Nationale Milieudatabase
LCA opsteller(s) originele versie:	David van Nunen, Iida Iloniitty, Jeannette Levels-Vermeer, LBP SIGHT
Peer reviewer(s):	Branco Schipper, SGS Search
Markt consultatie:	-

Documentbeheer

Datum	Versie	LCA opsteller(s)	Opmerkingen
	1.0	David van Nunen, Iida Iloniitty, Jeannette Levels-Vermeer, LBP SIGHT	Eerste versie

Inhoudsopgave

Colofon	2
Documentbeheer	2
1. Inleiding.....	6
1.1 Doelstelling en doelgroep.....	6
1.2 Definities	7
1.3 Verantwoording	7
1.4 Actualisatie.....	8
1.5 Zoekfunctie	9
2. Beschouwde elementen, componenten en productvarianten	9
2.1 Elementen.....	9
2.2 Producten.....	10
2.2.1 Uitgesloten producten.....	10
2.3 Functionele eenheid	10
2.4 Dimensionering en schaling	10
3. Materialisatie & Levenscyclusinventarisatie (LCI)	11
3.1 Generieke uitgangspunten.....	11
3.2 Opbouw	15
3.3 Productsamenstellingen	15
3.3.1 Thuisbatterij, Lithium-ijzer-fosfaat batterij, per stuk, schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh)	18
3.3.2 Thuisbatterij, Lithium-ion NMC811, per stuk, schaalbaar naar capaciteit	19
3.3.3 Thuisbatterij, loodzuur, per stuk, schaalbaar naar capaciteit	20
3.3.4 Thuisbatterij, zoutwater NaCl, per stuk, schaalbaar naar capaciteit.....	21
3.3.5 Groot energieopslagsysteem, batterij (Lithium-ion), per stuk [1000 kWh -100.000 kWh]	22
3.3.6 Warmteopslag, grote warmwatertank, 5000 m³	25
3.3.7 Seizoensopslag warmte, Lage temperatuur bodemenergie o.b.v.. WKO gesloten 200 m diep	27
4. Levenscyclusinventarisatie (LCI).....	29
4.1 Dataverzameling.....	29
4.2 Aannamen levensloopscenari's, Thuisbatterij, elektrische opslag.....	29
4.2.1 Productiefase (A1-A3).....	29
4.2.2 Transportfase (A4, C2)	30
4.2.3 Bouw- en aanlegfase (A5)	30

4.2.4	Gebruiksfase (B1-B4)	31
4.2.5	Sloopfase (C1)	31
4.2.6	Verwerkingsfase en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C3, C4 en D)	31
0269-reD&Module D, aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, new, at refiner Cut-off, U; excl. toevoegingen		
		32
0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)		
		32
0269-reD&Module D, aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO} aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER} treatment of aluminium scrap, new, at refiner Cut-off, U; excl. toevoegingen		
		32
0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)		
		32
0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cu		
		33
0647-reD&Module D, RVS, per kg BRUTO geleverd RVS schroot (constructieprofielen, plaatmateriaal en leidingen) (vermeden: Ferronickel, 25% Ni en Ferrochromium, high-carbon, 68% Cr o.b.v. verhoudingen chromium steel 18/8 {GLO} market for)		
		33
4.3	Aannamen toegepaste basisprofielen	35
4.4	Koppeltabellen	35
5.	Referenties	36
Bijlagen		37
Bijlage 1: Databronnen per milieuverklaring		37
Bijlage 2: Definities NL-SfB		39

Milieuverklaringen in deze rapportage

61.9	vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen		
ID	Producten	Eenheid	Schaling
	<i>Thuisbatterij, lithium-ion LFP [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]</i>	kWh	2-10 kWh capaciteit
	Thuisbatterij, lithium-ion NMC811 [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	kWh	2-10 kWh capaciteit
	Thuisbatterij, loodzuur [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	kWh	2-10 kWh capaciteit
	Thuisbatterij, zoutwater [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	kWh	2-10 kWh capaciteit
56.5	warmteopslag.		
ID	Producten	Eenheid	Schaling
	Groot batterijsysteem, LFP [1000 -100.000 kWh, referentie 1000 kWh]	kWh	1000-100.000 kWh capaciteit
	<i>Warmteopslag, grote warmwatertank, [volume 1000 m³ - 10.000 m³, referentie 5000 m³]</i>	Stuk	volume 1000 m³ - 10.000 m³

1. Inleiding

Deze LCA-rapportage beschrijft de uitgangspunten en resultaten voor de categorie 3 data voor B&U Elementgroep 61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen en B&U Elementgroep 56.50 - verwarming; opslag in de Nationale Milieudatabase.

De B&U-data in de Nationale Milieudatabase wordt gebruikt voor het berekenen van de materiaalgebonden milieuprestatie van bouwwerken (MPG-berekening). De milieuprestatie wordt berekend door middel van de bepalingen in de 'Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken'. Met rekeninstrumenten kan met behulp van de Nationale Milieudatabase de MPG-berekening voor een bouwwerk berekend worden.

Zie voor meer informatie de website van Stichting NMD: www.milieudatabase.nl.

1.1 Doelstelling en doelgroep

Doel

De opgave is om met de beschikbare categorie 3 milieuverklaringen tot een MPG-invoer en WLC-GWP invoer te kunnen komen, die het werkelijke gebouw(ontwerp) afdoende representeert.

In dit rapport wordt de samenstelling van energieopslagsystemen onderbouwd die onderdeel zijn van elementgroepcode NL-SfB 61.9 voor elektrische opslag in batterijen en NL-SfB 56.5 voor warmteopslag.

Doelgroep

De studie is opgesteld voor de volgende doelgroepen:

- Stichting NMD als beheerder van de Nationale Milieudatabase (NMD).
- Opdrachtgevers in de B&U-sector als basis voor referentieontwerpen, verkennende (ontwerp)studies en voor gebruik in aanbestedingen.
- Marktpartijen zoals ingenieurs- en adviesbureaus en aannemers actief in de B&U-sector als informatiebron voor het gebruik van de NMD-data via rekeninstrumenten.
- Opstellers van LCA's om inzicht te krijgen in de uitgangspunten van de categorie 3 data.

1.2 Definities

De belangrijkste definities voor dit rapport worden weergegeven in onderstaande tabel.

Term	Betekenis
Elementgroep	De eerste twee cijfers van de elementen in een bouwwerk zijn gecodeerd volgens NL-SfB
Element	Verdere opdeling van een elementgroep:
Component	Uitsplitsing van een element in belangrijkste onderdelen die nodig zijn om samen het element te vormen
Product	Samenstelling van meerdere, een enkel of een deel van een component. Ieder product heeft zijn eigen milieuverklaring. Per product dient duidelijk te worden beschreven wat er in zit en welke element en component het afdekt
Productvarianten	Uitvoeringsvarianten van een specifiek product, zoals een breedplaatvloer
Milieuverklaring	Informatie en milieudata over een product of proces die verkregen is uit een levenscyclusanalyse (materialen, hoeveelheden per FE, levensduren (cycli), emissies gebruiksfase, bouwafval, verwerkingsscenario einde leven)
Productsamenstellingen of compleet product	Milieuverklaring, die een compleet element afdekt

1.3 Verantwoording

Eisen en richtlijnen

De LCA is uitgevoerd volgens de eisen en richtlijnen uit het “Protocol Initiëren, opstellen en peer reviews categorie 3 data”, welke in lijn is met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. De Bepalingsmethode is gebaseerd op de vigerende versies van de ISO 14040 – ISO14044 en de NEN-EN 15804-A2). Bij het uitvoeren is gebruikgemaakt van de databronnen zoals benoemd in bijlage 1.

Systeemgrenzen

In dit LCA dossier is de milieu-impact over de gehele levenscyclus meegenomen:

Productiefase	A1	X	Winning van grondstoffen
	A2	X	Transport
	A3	X	Productie
Bouwfase	A4	X	Transport
	A5	X	Bouw- en installatieproces, aanleg
Gebruiksfase	B1	X	Gebruik
	B2	X	Onderhoud
	B3	X	Reparaties

	B4	X	Vervangingen
	B5	ND	Vernieuwing
	B6	ND	Operationeel energiegebruik
	B7	ND	Operationeel watergebruik
Sloop- en verwerkingsfase	C1	X	Sloop
	C2	X	Transport
	C3	X	Afvalbewerking
	C4	X	Finale afvalbewerking
Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens van het bouwwerk	D	X	Mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling

X: Module meegenomen in LCA-studie, ND: niet gedeclareerd

Tijdsperiode datacollectie

De LCA is in opdracht van Stichting NMD, uitgevoerd door LBPSIGHT. De gegevensverzameling heeft plaatsgevonden in de periode van [juli 2025] tot [januari 2026] waarna aansluitend de berekeningen zijn uitgevoerd en het LCA-dossier is opgesteld.

Peer review

Categorie 3 data ondergaat geen volledige toetsing conform Toetsingsprotocol. Er heeft wel een peer review plaatsgevonden door Branco Schipper van SGS Search. In deze review is gekeken naar o.a. de uitgangspunten van productsamenstelling en materiaalgebruik op basis van ontwerp- en praktijkkennis. Ook is de rekenwijze gecontroleerd. Peer review heeft plaatsgevonden conform *“Protocol Initiëren, opstellen en peer reviews categorie 3 data”*.

Klachten

De Milieuverklaringen zoals deze op basis van deze studie zijn ingevoerd, zijn in beheer bij Stichting NMD. De studie is zorgvuldig uitgevoerd. Als een derde van mening is dat de ingevoerde productkaarten en/of de onderhavige rapportage fouten bevatten, dan kan er een verzoek tot rectificatie worden ingediend bij Stichting NMD. Deze zal een dergelijk verzoek conform haar procedures afwikkelen. Hiervoor kan een e-mail gestuurd worden aan info@milieudatabase.nl.

1.4 Actualisatie

Categorie 3-data worden automatisch geactualiseerd wanneer Stichting NMD de NMD-basisprocessendatabase bijwerkt, bijvoorbeeld als gevolg van een update van de EcolInvent database of door wijzigingen in de verwerkingsscenario's voor de eindelevensfase. Dit kan betekenen dat de waarden die in deze rapportage zijn beschreven, zullen verouderen.

In dit rapport staat beschreven welke versies van de NMD-Basisprocessendatabase en van de Bepalingsmethode zijn gebruikt voor het opstellen van de data en deze rapportage.

De meest actuele categorie 3 data kunnen altijd ingezien worden in de gevalideerde rekeninstrumenten of de viewer van Stichting NMD.

1.5 Zoekfunctie

In hoofdstuk 3, 4 en 5 zijn overzichten aangebracht voor snelle navigatie naar de informatie over betreffende milieuverklaringen.

- [Overzicht hoofdstuk 3: Materialisatie](#)
- [Overzicht hoofdstuk 4: Levenscyclusinventarisatie \(LCI\)](#)
- [Overzicht hoofdstuk 5: Milieuprestatie producten \(LCA\)](#)

2. Beschouwde elementen, componenten en productvarianten

De opgave is om met de beschikbare categorie 3 milieuverklaringen tot een WLC-GWP-invoer en MPG-invoer te kunnen komen, die het werkelijke gebouw(ontwerp) afdoende representeert. In dit hoofdstuk wordt uiteengezet op welke wijze dit voor de elementgroep /NL-SfB 61.9 en NL-SfB 56.5/ is uitgewerkt. Beschreven is welke type elementen in deze elementgroep zijn meegenomen en uit welke componenten ze kunnen bestaan. Vervolgens is te vinden welke productvarianten zijn uitgewerkt, om de componenten en elementen af te dekken. Per product wordt aangegeven wat de functionele eenheid is en wat de schalingsopties zijn.

2.1 Elementen

De elementgroep NL-SfB 61.9 en NL-SfB 56.5 vallen binnen de NL-SfB elementgroepcode [61 en 56]. Volgens de indeling van de NL-SfB is deze elementgroepcode verder opgedeeld in de volgende elementen:

- | | |
|---|--|
| <p>▼ 56 - Verwarming</p> <ul style="list-style-type: none">56.0 - verwarming; algemeen> 56.1 - verwarming; opwekking lokaal> 56.2 - verwarming; opwekking centraal> 56.3 - verwarming; distributie hoofdverdeling (t/m verdeler/verzamelaar)> 56.4 - verwarming; distributie (vanaf verdeler/verzamelaar)> 56.5 - verwarming; opslag> 56.8 - verwarming; afgifte> 56.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij verwarming | <p>▼ 61 - Centrale elektrotechnische voorzieningen</p> <ul style="list-style-type: none">61.0 - centrale elektrotechnische voorzieningen; algemeen> 61.1 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energie-opwekking> 61.2 - centrale elektrotechnische voorzieningen; aarding en bliksembeveiliging> 61.3 - centrale elektrotechnische voorzieningen; kanalisatie> 61.4 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie middenspanning >1kV> 61.5 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie laagspanning ≤1kV> 61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen |
|---|--|

In bijlage 2 zijn gedetailleerde beschrijvingen uit de NL-SfB opgenomen.

Scope

Er is voor gekozen om enkel voor de volgende elementen productvarianten uit te werken:

56.5 – verwarming; opslag.

61.9 – Vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen.

De andere elementen onder de elementgroepcode [61 en 56] zijn niet uitgewerkt in deze rapportage, deze elementen zijn onderdeel van andere rapporten.

2.2 Producten

Met het beschikbaar stellen van categorie 3 milieuverklaringen wordt geborgd dat een gebouw afdoende representatief ingevoerd kan worden. Dit betekent dat per element de meest relevante en generieke productvarianten beschikbaar moeten zijn. Met alleen deze generieke productvarianten is de verfijning bij categorie 3 beperkt. Voor specifiekere producten kan men gebruik maken van categorie 1 en categorie 2 producten.

2.2.1 Uitgesloten producten

De onderstaande producten zijn niet als categorie 3 milieuverklaringen uitgewerkt. Per product een korte toelichting:

Product	Toelichting
Nvt.	

2.3 Functionele eenheid

Functionele Eenheden staan opgenomen onder 3.3, Productsamenstelling.

2.4 Dimensionering en schaling

Toelichting op de dimensionering en schaling is opgenomen in paragraaf 3.3, Productsamenstelling.

3. Materialisatie & Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de producten.

Voor het bepalen van de productsamenstelling, het materiaalgebruik en de bijbehorende processen is gebruikgemaakt van generieke en gemiddelde producten en processen, welke representatief zijn voor het product.

Voor ieder product zijn per module de uitgangspunten en bronnen beschreven en gebaseerd op:

- Forfaitaire achtergrondprocessen, transportafstanden en scenario's volgens de NMD-Bepalingsmethode;
- Deskresearch, minimaal twee verschillende gedocumenteerde en vastgelegde bronnen, indien beschikbaar;
- Branche data en PCR;
- Expert judgement: praktijkinformatie (B&U-kennis) vanuit de branche, een ingenieurbureau, aannemer, opdrachtgever en/of producent met daarbij een korte onderbouwing van de achtergrond van de expert. Minimaal twee verschillende bronnen indien beschikbaar.

3.1 Generieke uitgangspunten

Voor de specifieke categorieregels is gekeken naar de NEN-EN 50693, die productcategorieregels (PCR) beschrijft voor levenscyclusanalyses van elektronische en elektrische apparatuur. Deze PCR richt zich echter niet specifiek op energieopslagsystemen. Voor energieopslagsystemen zijn er wel specifieke PCR's beschikbaar, waaronder:

- EPD Italy: Energy Storage Systems for Industrial and Stationary Applications, UN CPC code: 464
- EPD China: Energy Storage Battery

In tabel 3.1 staat een overzicht opgenomen van uitgangspunten.

In dit dossier gaan we uit van:

- Functionele eenheid: op basis van kWh capaciteit van het opslagsysteem.
 - In deze rapportage wordt geen rekening gehouden met geleverde energie over de gehele levensduur DoD en Cycli. De capaciteit is gebaseerd op de initiële capaciteit.
- RSL: 10 jaar voor Li-Ion systemen in overeenstemming met de PCR voor EPD Italy. Voor ander type energieopslagsystemen nemen we een conservatieve aanname op basis van beschikbare bronnen.

- Productsamenstelling: thuisbatterijen bestaan uit verschillende onderdelen. De batterijcellen, elektronische componenten, batterijmanagementsysteem en een behuizing. Een inverter is nodig bij een thuisbatterij om te schakelen van DC-stroom van bijvoorbeeld PV-panelen, naar AC-stroom zoals toegepast in het net. Een inverter kan opgenomen zitten in een thuisbatterij, deze kan afzonderlijk zijn. In deze studie zijn inverters niet meegenomen.
- Toepassing achtergronddata: Ecoinvent-processen voor batterijen zijn gebaseerd op batterijen voor elektrische voertuigen. Het batterijsysteem zal verschillen voor thuisbatterijen en batterijen voor voertuigen. In deze studie wordt Ecoinvent-data aangevuld met beschikbare EPD-data voor thuisbatterijen.
- Gebruiksfase (B1-B4): Binnen de gebruiksfase van energieopslagsystemen valt operationeel energiegebruik voor het systeem en energieverlies van laden/ontladen bij toepassing van het systeem (module B6). Operationeel energiegebruik maakt geen onderdeel uit van product-LCA's volgens de Bepalingsmethode en is daarom niet opgenomen in de milieuverklaringen van de energieopslagsystemen. De volgende paragraaf beschrijft de methode waarmee energieverbruik en verliezen worden berekend binnen PCR-2021-0006. Deze toelichting is uitsluitend ter informatie en is niet verwerkt in de milieuverklaringen.

Module B6, eigen energieverbruik en verlies

Operationeel energiegebruik is geen onderdeel van product LCA's volgens de NMD Bepalingsmethode en is dit vormt geen onderdeel van de milieuverklaringen van de energieopslagsystemen. In de NTA8800:2024 wordt energieverbruik van energieopslagsystemen ook niet meegenomen. De volgende paragraaf schrijft ter referentie de methode uit waarmee energieverbruik en verliezen berekend kunnen worden, op basis van de PCR-2021-0006, UN CPC code: 464, energy storage systems for industrial and stationary applications.

De energie die tijdens de gebruiksfase wordt verbruikt, wordt beschouwd als eigenverbruik, en de herkomst van deze energie is identiek aan die van het primaire circuit dat de batterij voedt.

De totale energieconsumptie wordt berekend met de volgende formule:

$$E_{tot} [kWh] = E_{use} + E_{loss}$$

waarbij de totale energieconsumptie het resultaat is van twee parameters:

- E_use: energie benodigd voor de werking van het opslagsysteem;
- E_loss: energieverlies als gevolg van laad- en ontladcycli.

E_use is de energie die wordt verbruikt door de elektrische hulpsystemen van de batterij die niet gerelateerd zijn aan de laad-/ontlادcycli, namelijk de energie die nodig is om het regelsysteem actief te houden gedurende de volledige referentie-dienstlevensduur.

Deze kan als volgt worden berekend:

$$E_{use} = \frac{P_{use} \times RSL \times 8760}{1000}$$

waarbij:

- *P_{use}: het elektrisch vermogen dat wordt opgenomen door de hulpsystemen van het opslagsysteem die niet cyclisch zijn, om te kunnen functioneren (bijv. BMS, SCADA, brandbeveiligingssysteem, enz.), uitgedrukt in watt (W).*

In het CFP-rapport moet informatie worden opgenomen over metingen en het elektrisch schema van het systeem, inclusief hulp- en accessoireverbruik, zodat P_{use} kan worden afgeleid uit de technische productspecificaties.

- RSL: referentie-dienstlevensduur van het product, vastgesteld op 10 jaar (voor Li-ion systemen);
- 8760: het aantal uren per jaar;
- 1000: conversiefactor om het energieverbruik in kWh uit te drukken.

E_{loss} houdt rekening met het energieverlies dat optreedt bij iedere laad- en ontlaadcyclis van de batterij. Dit verlies kan als volgt worden berekend, waarbij i loopt van 1 tot 10 (RSL = 10 jaar voor Li-ion-systemen) en ervan wordt uitgegaan dat alle parameters binnen jaar i constant zijn, met uitzondering van de laadefficiëntie:

(formule zoals opgenomen in de PCR)

$$E_{loss} [kWh] = \sum_{i=0}^{RSL} \frac{E_{useful\ i} * N_{cycles} * 365}{1000 * DC\ RTE_i}$$

waarbij:

- *DC RTE_i (DC Round Trip Efficiency in jaar i):*
de efficiëntie van de batterij tijdens een volledige laad-/ontlaadcyclis, gedefinieerd als de ontladen energie gedeeld door de geladen energie, gemeten aan de DC-aansluitingen, bij maximaal continu vermogen zonder rusttijd en bij nominale bedrijfstemperatuur;
- *E_{useful}:*
de maximaal ontlaadbare energie van het batterijsysteem (DC-zijde) tijdens ontlading bij maximaal continu vermogen en nominale bedrijfstemperatuur, uitgedrukt in kWh.
In het rapport moeten aannames en hypothesen worden beschreven die zijn gebruikt om deze waarde af te leiden uit de technische productspecificaties;
- *Nominale bedrijfstemperatuur:*
de omgevingstemperatuur van de batterijruimte waarbij degradatie wordt geminimaliseerd en de vereiste elektrische prestaties worden behaald.
Indien niet expliciet opgegeven door de fabrikant, wordt een nominale bedrijfstemperatuur van 25 °C ± 5 °C aangenomen;

- *N_cycles:*
het aantal volledige laad-/ontlaadcycli per dag; in het referentiescenario wordt één volledige cyclus per dag verondersteld;
- *365:* *het aantal dagen per jaar;*
- *1000:* *conversiefactor om het energieverbruik in kWh uit te drukken.*

De totale energieconsumptie tijdens de gebruiksfase (in kWh per RSL) moet in het CFP/LCA-rapport worden gerapporteerd, samen met de gebruikte emissiefactoren voor elektriciteit. Voor verliezen is dezelfde elektriciteitsbron van toepassing als voor de toegepaste elektriciteit.

Verlies per functionele eenheid

Deze energieconsumptie wordt vermenigvuldigd met de elektriciteits-emissiefactoren en gedeeld door de nominale batterijcapaciteit (C_{batt} , kWh) om de milieubelasting van de gebruiksfase te relateren aan de functionele eenheid.

Tabel 3.1

Overzicht norminformatie voor energieopslag (elektrisch)

Thema	PCR 2021-0006 Energy Storage Systems (CFI/EPDIItaly)	EPD China PCR Energy Storage Battery	EN 50693:2019
Type document	Productspecifieke PCR voor energieopslagsystemen	Productspecifieke PCR voor energieopslagbatterijen	Generieke <i>core PCR</i> voor alle elektronische en elektrische producten en systemen
Scope producten	Industriële en stationaire energieopslagsystemen (CPC 464), alle batterijtechnologieën	Stationaire energieopslagbatterijen (Li-ion, flow batteries)	Alle EE-producten en -systemen; PSR's vereist voor productdetails
Functionele eenheid (FU)	1 kWh opgeslagen energie per module	kWh geleverde energie over de volledige levensduur (capaciteit $\times$ DoD $\times$ cycli)	Moet per product in PSR worden vastgelegd (functie, prestatie, RSL)
Referentie levensduur (RSL)	Vast: 10 jaar	Afgeleid uit aantal cycli of kalenderduur	Productafhankelijk; te definiëren in PSR
Gebruiksfase (B)	Uitgebreid gemodelleerd: hulpprocessen, efficiëntieverliezen ($E_{use} + E_{loss}$) Energiegebruik en verlies opgenomen in B1/B2	Gedetailleerd: laad/ontlaadverliezen, zelfontlading, onderhoud, vervanging. Energiegebruik Energiegebruik en verlies opgenomen in B1	Algemeen kader; invulling via PSR of productspecifieke scenario's

3.2 Opbouw

In de volgende paragrafen worden de verschillende producten en hun varianten één voor één behandeld. Elk product heeft een eigen overzichtstabel met daarin een korte omschrijving van het product en de relevante product-, schaling- en materiaal informatie op gelijke wijze gepresenteerd.

3.3 Productsamenstellingen

Voor de materialisatie van thuisbatterijen gaan we uit van de massaopbouw van de batterijcel, lineair schaalbaar per kWh capaciteit. Daarnaast zijn er de overige componenten zoals elektronica en behuizing. Voor de overige componenten wordt in deze studie uitgegaan van beschikbare EPD-data en productdata. De beschikbare materialisatie data is op dit moment beperkt, wanneer specifieke categorie 1 of 2 milieuverklaringen beschikbaar komen moet gecontroleerd worden of de toegepaste massaverdeling nog representatief is.

Voor de materiaalsamenstelling naast de batterijcellen gaan we in deze studie uit van de materiaalsamenstelling van de referentie EPD van Xolta BAT-5¹. De inverter is buiten beschouwing gelaten, deze kan namelijk ook los worden toegepast naast een batterijsysteem. De BAT-5 en BAT-10 illustreren dit verschil met een respectievelijk een capaciteit van 4,8 en 9,7 kWh en een productmassa van 117 en 147 kg. De materialisatie naast de batterij en de inverter heeft een massa van ongeveer 73 kg voor beide varianten.

Binnen deze studie gaan we uit van de materialisatie van de Bat-5 voor de niet schaalbare materiaalsamenstelling van thuisbatterijen binnen het bereik van 2-10 kWh. De batterijcellen schalen op basis van de capaciteit. Onderstaande tabel geeft deze materialisatie weer.

Tabel 3.2

Overzicht materialisatie thuisbatterij (LFP), op basis van Xolta BAT-5 en BAT-10

Materialen	BAT-5 117 kg totaal	BAT-10 147,5 kg totaal	Toegepaste massa voor thuisbatterijen, niet schaalbaar, o.b.v.. BAT-5	Toegepast model
Inverter (buiten scope)	12,30%	9,90%		
Electronic board	1,30%	1,00%	1,521	0000-fab&Elektronica, batterijmanagementsysteem (o.b.v. Battery management system, for Li-ion battery {GLO}) market for battery management system, for Li-ion battery Cut-off, U)
LiFePO ₄	25,20%	40,30%		0000-fab&Batterijcel, Li-ion LFP, Lithium-ijzer- fosfaat, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, LFP {GLO}) market for battery cell, Li-ion, LFP

¹ XOLTA A/S, MD-25040, issued 30-04-2025, valid to 30-04-2030. [BAT-5 and BAT-10](#)

Materialen	BAT-5 117 kg totaal	BAT-10 147,5 kg totaal	Toegepaste massa voor thuisbatterijen, niet schaalbaar, o.b.v.. BAT-5	Toegepast model
				Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair
Electronic component	0,70%	0,60%	0,819	0000-fab&Elektronica voor besturingsunit (o.b.v. Electronics, for control units {GLO}) market for electronics, for control units Cut-off, U
Aluminium (Alu)	0,10%	0,00%	0,117	0379-fab&Aluminium, kneedlegering (o.b.v. Aluminium, wrought alloy {GLO}) market for Cut-off, U; 70% primair, 30% secundair)
Aluminium / Zink	2,00%	1,60%	2,34	0151-fab&Aluminium (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO}) market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair)
Steel	48,50%	38,00%	56,745	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} (79,0% primair, 21,0% secundair)
Steel – recycled	8,70%	7,00%	10,179	0317-fab&Staal, warmgewalst, plaat- en bandstaal {GLO} (79,0% primair, 21,0% secundair)
Cable	1,20%	1,00%	1,404	66% 0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper, cathode {GLO}) electrorefining of copper, anode , 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper, cathode {GLO}) market for; 82,6% primair, 17,4% secundair 34% 0199-fab&PVC, geëxtrudeerd (o.b.v. Polyvinylchloride, suspension polymerised {GLO}) market for Cut-off, U + Extrusion, plastic pipes {GLO}) market for Cut-off, U)
SUM	100%	100 %		

Als tweede bron bekijken we het technische datablad van Sonnen² voor thuisbatterijen van 2-16 kWh. Hier zien we dat de massa van de overige componenten wel kan schalen ten opzichte van de opgestelde capaciteit.

Voor de berekening van de overige massa gaan we uit van een batterijcelmassa van 6,29 kg/kWh op basis van battery cell production, Li-ion, LFP. Bij een opgesteld vermogen van 10 kWh is de productmassa 96,7 kg naast de batterij en de inverter. Bij een opgesteld vermogen van 2 kWh is de productmassa 26,02 kg naast de batterij en de inverter. Sonnen geeft echter geen verdere materiaalspecificering. De op materiaalniveau meer gedetailleerde informatie van de BAT5/10 kom op een massa van 73 kg.

In deze studie gaan we uit van de materialisatie van de BAT-5 voor de massa naast de batterij. Dit is ten opzichte van Sonnen een conservatief uitgangspunt voor een capaciteit onder de 8 kWh. Bij een capaciteit van 8-10 kWh zou Sonnen een hogere productmassa hebben buiten de batterijcellen om.

² Technical Data sonnenbatterie eco, <https://www.eon.se/content/dam/eon-se/swe-documents/swe-sonnen-solcellsbatteri-eco8.pdf>

Het effect van de mogelijke onderschatting bij 10 kWh is beperkt door de relatief grote invloed van de batterijcellen. De overschatting bij 2 kWh heeft een groter effect door de relatief kleinere bijdrage van de batterijcellen.

Tabel 3.3

Overzicht materialisatie thuisbatterij (LFP), op basis van Sonnen

Model	eco 8.0/2	eco 8.0/4	eco 8.0/6	eco 8.0/8	eco 8.0/10	eco 8.0/12	eco 8.0/14	eco 8.0/16
Usable battery capacity (kWh)	2	4	6	8	10	12	14	16
Weight (kg)	53	93	120	147	174	201	228	255
Dimensions H/W/D (cm)	70 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22	184 / 64 / 22
kg / kWh	26,5	23,3	20,0	18,4	17,4	16,8	16,3	15,9
LiFePO ₄ , batterijcelmassa, op basis van 6,29 kg / kWh	12,6	25,2	37,7	50,3	62,9	75,5	88,1	100,6
Overige massa (excl. inverter, 14,4kg)	26,0	53,4	67,9	82,3	96,7	111,1	125,5	140,0

Als derde referentie kijken we naar de 'algemene' specificaties volgens Solar2led. Deze pagina geeft een gemiddeld gewicht van 50 kg voor een 5 kWh thuisbatterij op. Op basis van deze bron blijkt de toegepaste referentiemassa uit de EPD van Xolta relatief hoog. We concluderen dat de toegepaste data voor de materialisatie van thuisbatterijen op basis van Xolta conservatief is in sommige gevallen.

Tabel 3.4

Referentiegegevens thuisbatterij Solar2Led: [Wat zijn de afmetingen van een thuisbatterij? | Solar2Led](#)

Afmetingen en specificaties van thuisbatterijen				
Capaciteit	Afmetingen (b x h x d)	Gewicht	Plaatsing	Toepassing
5 kWh	50 x 60 x 20 cm	ca. 50 kg	Muur of vloer	Klein huishouden, basisverbruik
10 kWh	70 x 90 x 25 cm	ca. 90-100 kg	Muur (stevig) of vloer	Gemiddeld huishouden met zonnepanelen
20 kWh	100 x 120 x 30 cm	140-160 kg	Vloer	Groot huishouden, intensief gebruik
30+ kWh	120 x 140 x 40 cm (modules)	200+ kg	Vloer, eventueel buiten (IP65)	Bedrijven, villa's, off-grid of volledige backup

3.3.1 Thuisbatterij, Lithium-ijzer-fosfaat batterij, per stuk, schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh)

Een lithium-ion thuisbatterij is het meest gebruikte type thuisaccu voor het opslaan van (zonne-)energie. Deze batterij is relatief licht, compact en heeft een lange levensduur.

Dankzij de hoge energiedichtheid kan een lithium-ion thuisbatterij veel energie opslaan in een relatief klein formaat. Dit type batterij is geschikt voor huishoudens die hun zelf opgewekte stroom optimaal willen benutten en minder afhankelijk willen zijn van het elektriciteitsnet³.

Een thuisbatterij op basis van lithium-ijzerfosfaat (LiFePO₄, of LFP) is een oplaadbare batterij. Dankzij het gebruik van lithium-ijzerfosfaat als kathodemateriaal is deze batterij stabiel en gaat hij langer mee dan traditionele lithium-ion batterijen.

LFP-batterijcellen hebben een energiedichtheid van 0,159 kWh / kg cel volgens onderliggende Ecoinvent-processen. Dit komt neer op 6,289 kg batterijcel per kWh capaciteit.

Product	Thuisbatterij, lithium-ijzer-fosfaat, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
Variant(en)	61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen.
Omschrijving	Thuisbatterij, lithium-ijzer-fosfaat, LFP, per stuk. Levensduur 10 jaar. Schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh). 10 kWh is de referentiecapaciteit. Schaling is van toepassing op de batterijcellen. Op basis van een

³ [Lithium-ion thuisbatterij: kosten & voor- en nadelen](#)

	batterijcelmassa van 6,289 kg / kWh. Overige materialen (niet schaalbaar): 2,34 kg elektronica, 2,46 kg aluminium, 66,92 kg staal, 1,4 kg bekabeling. Dit model bevat geen inverter.	
Naam NMD	Thuisbatterij, lithium-ijzer-fosfaat (LFP, LiFePO ₄), per stuk [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	
Eenheid	kWh	
Levensduur	10 jaar	De levensduur van een LFP-thuisbatterij varieert, maar gaat gemiddeld 15 tot 20 jaar mee. De exacte levensduur hangt af van het specifieke type, hoe deze wordt gebruikt. Gezien de generieke aard van deze milieuverklaring wordt uitgegaan van een conservatieve levensduur van 10 jaar in lijn met beschikbare PCR richtlijnen.
Schaling 1	Parameter: capaciteit Eenheid: kWh Referentie: 10 kWh Ondergrens: 2 kWh Bovengrens: 10 kWh Schalingsformule: $y = 1 * x$ voor de batterijcellen. Andere onderdelen (behuizing, elektronica) zijn niet schaalbaar.	Toelichting schaling(en): LFP-batterijen worden veelal toegepast met een capaciteit van 5 tot 15 kWh binnen huishoudens. In deze studie gaan we uit van een schaalbare batterij capaciteit van 5 – 10 kWh, met referentiewaarde 10 kWh. Grotere systemen kunnen worden gemodelleerd door meerdere batterijen te modelleren totdat de juiste capaciteit is bereikt.
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
	0000-fab&Batterijcel, Li-ion LFP, Lithium-ijzer-fosfaat, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, LFP {GLO} market for battery cell, Li-ion, LFP Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair	LFP-batterijcellen hebben een energiedichtheid van 0,159 kWh / kg cel volgens onderliggende Ecoinvent-processen. Dit komt neer op 6,289 kg batterijcel per kWh capaciteit.
	Materialisatie zoals opgenomen in tabel 3.2	Materialisatie van behuizing en elektronica.

3.3.2 Thuisbatterij, Lithium-ion NMC811, per stuk, schaalbaar naar capaciteit

Product	Thuisbatterij, Lithium-ion, NMC811, per stuk, schaalbaar naar capaciteit	
Classificatie	61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen.	
Omschrijving	Thuisbatterij, Lithium-ion NMC811, per stuk. Levensduur 10 jaar. Schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh). 10 kWh is de referentiecapaciteit. Schaling is van toepassing op de batterijcellen. Op basis van een batterijmassa van 4,78 kg / kWh. Overige materialen (niet schaalbaar): 2,34 kg elektronica, 2,46 kg aluminium, 66,92 kg staal, 1,4 kg bekabeling. Dit model bevat geen inverter.	
Naam NMD	Thuisbatterij, Lithium-ion, prismatisch, per stuk, schaalbaar naar capaciteit [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	
Eenheid	kWh	
Levensduur	10 jaar	De levensduur van een lithium-ion (Li-ion) thuisbatterij varieert, maar gaat gemiddeld 10 tot 20 jaar mee of 5.000 tot 10.000 laadcycli. De exacte levensduur hangt af van het specifieke type Li-ion-batterij, hoe deze wordt gebruikt, de temperatuur waarin hij geplaatst is en de diepte van ontlading (DoD). De gemiddelde levensduur van een thuisbatterij wordt vaak uitgedrukt in het aantal laadcycli dat deze meegaat. Gezien de generieke aard van deze milieuverklaring wordt uitgegaan van een conservatieve levensduur van 10 jaar. Een garantieperiode van 10 jaar is gangbaar.
Schaling 1	Parameter: capaciteit Eenheid: kWh	Toelichting schaling(en):

	Referentie: 10 kWh Ondergrens: 2 kWh Bovengrens: 10 kWh Schalingsformule: $y = 1 * x$ Alleen batterijcellen schalen Andere onderdelen (behuizing, elektronica) zijn niet schaalbaar.	Thuisbatterijen worden veelal toegepast met een capaciteit van 3 tot 20 kWh binnen huishoudens. Grotere batterijsystemen zijn beschikbaar, bijvoorbeeld tot 48,9 kWh, of tot 100 kWh en hoger. In deze studie gaan we uit van een batterij capaciteit van 2– 10 kWh, met referentiewaarde 10 kWh. Grotere systemen kunnen worden gemodelleerd door meerdere batterijen te modeleren totdat de juiste capaciteit is bereikt.
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
	0000-fab&Batterijcel, Li-ion NMC 811, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, NMC811 {GLO} market for battery cell, Li-ion, NMC811 Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair	Batterijcel, 0,209 kWh/kg op basis van onderliggende Ecoinvent-data
	Materialisatie zoals opgenomen in tabel 3.2	Materialisatie van behuizing en elektronica.

3.3.3 Thuisbatterij, loodzuur, per stuk, schaalbaar naar capaciteit

Een loodzuur thuisbatterij slaat elektrische energie op met behulp van lood, loodoxide en zwavelzuur, vergelijkbaar met de startaccu's in auto's. Hoewel ze een goedkopere en betrouwbare technologie zijn, zijn ze ook groot, zwaar en minder efficiënt dan moderne alternatieven, met een kortere levensduur en beperkte ontlaadmogelijkheden.

Voor de behuizing en de toegepaste elektronica is uitgegaan van de opbouw van het toegepaste Ecoinvent proces: Battery, lead acid, rechargeable, stationary {GLO}| market for battery, lead acid, rechargeable, stationary | Cut-off, U, met 'Includes manufacturing of grid, paste, and plate, plastic moulding, assembly/formation.'

Product	Thuisbatterij, loodzuur, per stuk, schaalbaar naar capaciteit	
Variant(en)	61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen	
Omschrijving	Thuisbatterij, Loodzuur, per stuk. Levensduur 5 jaar. Schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh). 10 kWh is de referentiecapaciteit. Schaling is van toepassing op het totale product. Op basis van een batterijmassa van 33,3 kg / kWh. Inclusief kunststof behuizing. Dit model bevat geen inverter.	
Naam NMD	Thuisbatterij, Loodzuur, per stuk, schaalbaar naar capaciteit [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]	
Eenheid	kWh	
Levensduur	5 jaar	De levensduur van een loodzuur thuisbatterij varieert, maar gaat gemiddeld 5 tot 10 jaar mee. De exacte levensduur hangt af van het specifieke type, hoe deze wordt gebruikt. Gezien de generieke aard van deze milieuverklaring wordt uitgegaan van een conservatieve levensduur van 5 jaar. Een garantieperiode van 5 jaar is gangbaar ⁴ .
Schaling 1	Parameter: capaciteit Eenheid: kWh Referentie: 10 kWh Ondergrens: 2 kWh Bovengrens: 10 kWh	Toelichting schaling(en): Loodzuur thuisbatterijen worden veelal toegepast met een capaciteit van 3 tot 15 kWh binnen huishoudens. In deze studie gaan we uit van een

⁴ [Degradatie en levensduur thuisbatterij: 10 a 15 jaar](#)

	Schalingsformule: $y = 1 * x$ Alleen batterijen schalen Andere onderdelen (behuizing, elektronica) zijn niet schaalbaar.	schaalbare batterij capaciteit van 2 – 10 kWh, met referentiewaarde 10 kWh. Grotere systemen kunnen worden gemodelleerd door meerdere batterijen te modelleren totdat de juiste capaciteit is bereikt. De loodzuurbatterij heeft een massa van 33,3 kg er kWh capaciteit.
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		Kg
Batterij	0000-fab&Batterij, loodzuur, herlaardbaar (o.b.v. Battery, lead acid, rechargeable, stationary {GLO}) market for battery, lead acid, rechargeable, stationary Cut-off, U), 61,9% primair, 39,1% secundair,	Model op basis van 'Battery, lead acid, rechargeable, stationary {GLO}) market for battery, lead acid, rechargeable, stationary Cut-off, U' (per kg). Het achterliggende Ecoinvent-proces is gebaseerd op Energy density: 27 Wh/kg (at 8 h discharge), 32 Wh/kg (at 24 h discharge rate) DC/DC. Voor de omrekening gaan we uit van een energiedichtheid van 30 Wh/kg. De NMD-milieuverklaring voor batterijopslag is schaalbaar per kWh capaciteit. 1 kWh bevat $1/0,030 = 33,3$ kg batterij. Hierbij veronderstellen we (in lijn met de Ecoinvent data) dat alle componenten lineair met elkaar schalen. Dit Ecoinvent-proces bevat de volledige batterij, niet alleen de batterijcel.

3.3.4 Thuisbatterij, zoutwater NaCl, per stuk, schaalbaar naar capaciteit

De NaCl zoutwaterbatterij is een energieopslagsysteem dat gebruikmaakt van een elektrolyt op basis van natriumchloride (keukenzout) opgelost in water.

In tegenstelling tot conventionele batterijen bevat deze technologie geen zware metalen of giftige stoffen, waardoor ze potentieel beter recyclebaar is. Dankzij de thermische stabiliteit en het ontbreken van brandbare componenten biedt de zoutwaterbatterij een veilige oplossing voor energieopslag.

NaCl batterijen werken op een hogere temperatuur (+-250 graden Celsius), dit vraagt om meer isolatiemateriaal, hittebestendige materialen. In tegenstelling tot Li-ion thuisbatterijen is er geen koeltechniek van toepassing. Voor de behuizing en de toegepaste elektronica is uitgegaan van de opbouw van het toegepaste Ecoinvent proces: Battery, NaCl {GLO}) market for battery, NaCl | Cut-off, U met 'included activities: 'The dataset includes the production of the cells and the assembly into a battery, complete with casing, battery management interface (control unit) and activation of the cells.'

Product	Thuisbatterij, zoutwater NaCl, per stuk, schaalbaar naar capaciteit
Variant(en)	61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen
Omschrijving	Thuisbatterij, zoutwater, NaCl, per stuk. Levensduur 10 jaar. Schaalbaar naar capaciteit (2-10 kWh). 10 kWh is de referentiecapaciteit. Schaling is van toepassing op het totale product. Op basis van een batterijmassa van 8,62 kg / kWh. Inclusief batterijcellen, assemblage, behuizing, batterijmanagement interface. Dit model bevat geen inverter.
Naam NMD	Thuisbatterij, zoutwater (NaCl), per stuk, schaalbaar naar capaciteit [capaciteit 2-10 kWh, referentie 10 kWh]

Eenheid	kWh	
Levensduur	10 jaar	De levensduur van een NaCl-thuisbatterij varieert, maar gaat tot 20 jaar mee. De exacte levensduur hangt af van het specifieke type, hoe deze wordt gebruikt. Gezien de generieke aard van deze milieuverklaring wordt uitgegaan van een conservatieve levensduur van 10 jaar in lijn met de levensduur voor Li-ion-batterijen.
Schaling 1	Parameter: capaciteit Eenheid: kWh Referentie: 10 kWh Ondergrens: 2 kWh Bovengrens: 10 kWh Schalingsformule: $y = 1 * x$ Alleen batterijen schalen Andere onderdelen (omhuizing, elektronica) zijn niet schaalbaar.	Toelichting schaling(en): De zoutwaterthuisbatterijen (NaCl) worden veelal toegepast met een capaciteit van 3 tot 15 kWh binnen huishoudens. In deze studie gaan we uit van een schaalbare batterij capaciteit van 2 – 10 kWh, met referentiewaarde 10 kWh. Grotere systemen kunnen worden gemodelleerd door meerdere batterijen te modeleren totdat de juiste capaciteit is bereikt.
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
		Kg
Batterij	0000-fab&Batterij, NaCl, natrium-ion-accu, herlaadbaar (o.b.v. Battery, NaCl {GLO} market for battery, NaCl Cut-off, U), 87% primair, 13% secundair	Model op basis van op basis van Battery, NaCl {GLO} market for battery, NaCl Cut-off, U'. Het achterliggende Ecoinvent-proces is gebaseerd op Energy density: 116 Wh/kg. 1 kWh bevat $1/0,116 = 8,62$ kg batterij. Hierbij veronderstellen we (in lijn met de Ecoinvent-data) dat alle componenten lineair met elkaar schalen.

3.3.5 Groot energieopslagsysteem, batterij (Lithium-ion), per stuk [1000 kWh -100.000 kWh]

Voor productsamenstelling van grootschalige energieopslagsystemen gaan we in deze studie uit van de referentie-EPD PowerIsland #3 van NHOA Energy⁵. PowerIsland #3 heeft een totale massa van 89.900 kg en een geïnstalleerde capaciteit van 7.455 kWh.

⁵ <https://www.epditaly.it/en/epd/powerisland-3/>

Dit resulteert in een massa van 12,06 kg / kWh capaciteit. De EPD geeft de massaverdeling weer als:

Material	Percentage [%]
Steel	21,9362
Copper	0,2255
Aluminium	4,2949
PP	0,5430
PA	0,1118
EPDM	0,0111
PUR	0,0800
Glass fiber	0,0113
PMMA	0,0006
Electronics	17,4608
Batteries	52,7736
Other	2,5512

Voor de productie (assemblage) is er 8.240 kWh elektriciteitsverbruik. Per kg product is er $1,72^{E-4}$ kg diesel verbruik in een 100kW graafmachine.

Per kWh capaciteit vertaalt dit zich tot:

Materiaal	Aandeel [%]	Massa totaal [kg]	Massa per kWh [kg/kWh]	Model
Batterijen	52,7736%	≈ 47 430	6,36	0000-fab&Batterijcel, Li-ion LFP, Lithium-ijzer-fosfaat, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, LFP {GLO}) market for battery cell, Li-ion, LFP Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair Voor de batterijcel gaan we uit van de massa per kWh zoals opgenomen in achterliggende Ecoinvent-data. Dit komt neer op 6,29 kg / kWh.
Staal	21,9362%	≈ 19 720	2,65	0054-fab&Staal, gemoffeld (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U, Sheet rolling, steel {GLO}) market for Cut-off, U + 1,4% Powder coat, steel {GLO}) market for Cut-off, U)
Elektronica	17,4608%	≈ 15 700	2,11	0000-fab&Elektronica, batterijmanagementsysteem (o.b.v. Battery management system, for Li-ion battery {GLO}) market for battery management system, for Li-ion battery Cut-off, U) Dit proces draagt het meest bij aan de MKI. Door de algemene aard van 'elektronica' gaan we dit niet verder specificeren binnen deze studie.
Aluminium	4,2949%	≈ 3 860	0,52	0018-fab&Aluminium, met poedercoating (o.b.v. Aluminium, cast alloy {GLO}) market for Cut-off, U; 26% primair, 74% secundair + Powder coat, aluminium

Materiaal	Aandeel [%]	Massa totaal [kg]	Massa per kWh [kg/kWh]	Model
				sheet {RER} powder coating, aluminium sheet Cut-off, U)
Polypropyleen (PP)	0,5430%	≈ 488	0,065	0198-fab&Polypropeen, PP, spuitgegoten (o.b.v. Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, U + Injection moulding {GLO} market for Cut-off, U)
Polyamide (PA)	0,1118%	≈ 101	0,014	0015-fab&Polyamide, PA 6, PA 66 (o.b.v. Nylon 6 {GLO} market for Cut-off, U)
Polyurethaan (PUR)	0,0800%	≈ 72	0,010	0032-fab&PUR, hardschuim (o.b.v. Polyurethane, rigid foam {RER} market for polyurethane, rigid foam Cut-off, U)
EPDM	0,0111%	≈ 10	0,0013	0014-fab&EPDM, rubber, chloropreen, neoprene, styrene butadiene rubber - SBR (o.b.v. Synthetic rubber {GLO} market for Cut-off, U)
Glasvezel	0,0113%	≈ 10	0,0014	0374-fab&Glasvezel (o.b.v. Glass fibre {GLO} market for Cut-off, U)
PMMA	0,0006%	≈ 0,5	< 0,0001	0196-fab&PMMA, acryl (o.b.v. Polymethyl methacrylate, sheet {GLO} market for Cut-off, U)
Koper	0,2255%	≈ 203	0,027	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper, cathode {GLO} electrorefining of copper, anode , 9% Copper {RER} treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper, cathode {GLO} market for; 82,6% primair, 1
Overig	2,5512%	≈ 2 295	0,31	0198-fab&Polypropeen, PP, spuitgegoten (o.b.v. Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, U + Injection moulding {GLO} market for Cut-off, U)
TOTAAL	100 %	89 900	≈ 12,06	
Elektriciteit voor assemblage		8.240 kWh	1,11 kWh	0569-pro&Elektriciteit, Nederlandse mix, bij consument, per kWh (73% grijs, 27% hernieuwbaar) (o.b.v. zie toelichting in proces), (01-2028)
Diesel graafmachine		15,5 kg	0,0021 kg	0335-pro&Dieselverbruik, bouwmaschine cat. IIIB, 75-130kW, per l (diesel: 35,9 MJ/liter en 0,832 kg/liter)



Product		
Variant(en)	61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen	
Omschrijving	Grootschalig energieopslagsysteem, Lithium-ion LFP, per stuk. Levensduur 10 jaar. Schaalbaar naar capaciteit (1.000-100.000 kWh). 1.000 kWh is de referentiecapaciteit. Schaling is van toepassing op het totale systeem (batterij en overige materialisatie). Op basis van een LFP-batterijmassa van 6,29 kg / kWh. Totale massa van 12 kg / kWh.	
Naam NMD	Energieopslagsysteem, batterij (Lithium-ion), per stuk [1000 kWh -100.000 kWh, referentie 1000 kWh]	
Eenheid	kWh	Capaciteit
Levensduur	10 jaar	In lijn met de Li-Ion-batterij, conservatief ten opzichte van referentie EPD (met 20 jaar RSL)
Schaling 1	Parameter: capaciteit Eenheid: kWh Referentie: 1000 kWh Ondergrens: 1000 kWh Bovengrens: 100.000 kWh Schalingsformule: $y = 1 * x$	Bereik gebaseerd op de referentie EPD voor een opslagsysteem van 7.455 kWh. Dit energieopslagsysteem is opgebouwd uit een serie van batterij units. We gaan ervanuit dat schalen binnen een bereik van 1000 – 100.000 kWh evenredig verloopt.
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
		Kg
Batterijen	0000-fab&Batterijcel, Li-ion LFP, Lithium-ijzer-fosfaat, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, LFP {GLO}) market for battery cell, Li-ion, LFP Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair	6,29 kg/kWh. Batterij, 0,159 kWh/kg (obv. Ecoinvent data)
		Overige materialisatie zoals bovenstaand opgenomen.

3.3.6 Warmteopslag, grote warmwatertank, 5000 m³

Het model voor de grote warmwatertank baseren we in deze studie op een referentiematerialisatie zoals toegepast binnen gemeente Rotterdam. We gaan uit van de volgende uitgangspunten.

Inhoud tank:	5000	m³
Hoogte:	12	m
Diameter:	23,1	m
	5029,156	
Materiaal tank: Staal		
Totaalgewicht:	123500	kg (*opgegeven data)
Isolatie: Gewatteerde synthetische minerale vezel, steenwol		
Dikte isolatie:	14	cm
Oppervlak isolatie:	870,849	m²
Isolatie volume:	121,918	m³
	25	kg/m³ dichtheid
	3.048	kg steenwol
Beplating tank: Gecoat stalen profielplaten		

Wanddikte:	0,4	mm
Oppervlakte benodigd:	1709,0421	m² (omtrek + bovenkant en onderkant).
Materiaal oppervlak:	2392,6596	m², o.b.v. Factor 1,4. 40% meer materiaal nodig dan oppervlak. (opgeven data)
Benodigd staal, verzinkt/ gecoat	7512,9491	kg staal, o.b.v. 7850 kg/m³. 0233-fab&Staal, staalplaat, verzinkt (o.b.v. 98,6% Steel, unalloyed {GLO}) market for Cut-off, U + Sheet rolling; 0,06 m² Zinc coat, coils; 20,7% secundair)
Coating dikte:	25	micrometer (opgegeven)
Materiaal coating:	512,7126	kg polyester coating, *o.b.v. 1200 kg/m³ polyester verf
Verzinking:	275	g/m²
Benodigd zink:	469,9865	kg
Staal RVS	112.426	kg (rest van de massa ter kloppend maken massabalans)

Materialisatie fundering:

Plaat beton met paalfundering		
Beton volume totaal	483	m³ beton & betonpomp
soortelijk gewicht beton	2373,03	kg/m³
Gewicht beton	1.146.173	kg
Gewicht Staal (wapening)	54000	kg

Product		
Classificering	NL-SfB 56.5 voor warmteopslag.	
Omschrijving	Warmteopslag, grote stalen warmwatertank, 5000 m³. per stuk. Levensduur 20 jaar. Schaalbaar naar volume (1000-10.000 m³ water). 5000 m³ is het referentievolume. Schaling is van toepassing op het totale systeem. Totale massa van de warmwatertank 123.500 kg bij 5000 m³, met een fundering van 483 m³ beton en 54.000 kg wapening. In dit systeem zit geen warmtewisselaar opgenomen.	
Naam NMD	Warmteopslag, grote warmwatertank, [volume 1000 m³ - 10.000 m³, referentie 5000 m³]	
Eenheid	5000 m³	Capaciteit/ volume warmwatertank
Levensduur	20 jaar	Levensduur gelijkgesteld aan de referentie levensduur van categorie 3 data van buffervaten.
Schaling 1	Parameter: volume Eenheid: m³ Referentie: 5000 m³ Ondergrens: 1000 m³ Bovengrens: 10.000 m³ Schalingsformule: $y = 7,464E-10x^3 + -1,731E-05x^2 + 3,683E-01x + 2,043E+02$ In decimalen: $y = 7,46405608403777E-10x^3 + -0,000017308480890759x^2 + 0,368269138166241x + 204,280290432857$	De referentiedata betreft een warmwatertank van 5000 m³. Om de milieuverklaring breder inzetbaar te maken gaan we uit van schaling voor het variabele volume in 'm³' van 1000 m³ tot 10.000 m³. Hierbij gaan we ervan uit dat alle materialen gelijk meeschalen met het oppervlak van de tank (cilindervorm).
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
		Materialisatie, zie categorie 3 invoer en rekenblad.

3.3.7 Seizoensopslag warmte, Lage temperatuur bodemenergie o.b.v.. WKO gesloten 200 m diep

De materialisatie van een gesloten WKO-systeem staat opgenomen in de rapportage van energiedragers, warmtelevering:

"Gesloten WKO"

Het gesloten bronsysteem, ook wel een verticale bodemwisselaar genoemd, bestaat uit gesloten leidinglussen die in de bodem zijn aangebracht. Via deze lussen wordt warmte aan de bodem onttrokken of juist aan de bodem afgegeven. Deze techniek wordt vooral toegepast bij kleinschalige installaties, bij een warmtepomp met een vermogen van 0 tot 100 kW. Dit is circa 2.000 m² of 50 woningen⁶.

⁶ [Open of gesloten bodemenergie? | Bodemenergie](#)

We hebben de volgende onderdelen relevante elementen geïnventariseerd:

- Leidinglussen 200 meter met koudemiddel
- Distributiepomp 1,77 kW

De buismaterialen zijn gebaseerd op een LCA-studie uit het VK⁷. Voor het gesloten systeem is dit geschaald naar 200 meter diepte.”

Voor NL-SfB 56.5, warmteopslag, maken we het model voor het volledig WKO-systeem per ‘stuk’, zonder operationeel energieverbruik. Ter referentie, het gesloten WKO-systeem voor warmtelevering gaat uit van een jaarlijkse levering van 41.624 kWh en een systeemlevensduur van 50 jaar. Dit betekent dat het volledig systeem gelijk staat aan $41.624 * 50 = 2.081.200$ kWh levering over de volledige levensduur.

Product		
Classificering	NL-SfB 56.5 voor warmteopslag.	
Omschrijving	1 stuk warmte-koude-opslag (WKO), gesloten systeem. Uitgangspunten: leidinglussen van 200 meter diep met koudemiddel (glycol), distributiepomp van 1,77 kW. Thermisch vermogen van 9,5 kW. Debiet 11.4 m³ / h.	
Naam NMD	Warmte-koude-opslag (WKO), gesloten systeem, 200 meter, stuk,	
Eenheid	Stuk	
Levensduur	50 jaar	50 jaar levensduur.
Schaling 1	Parameter: Eenheid: Referentie: Ondergrens: Bovengrens: Schalingsformule:	Niet schaalbaar
Schaling 2		
Opmerking(en) variant:		
Omschrijving per component, gekozen materialisatie en omschrijving bepaling hoeveelheden.		
	Bodemlus – 200 meter diep	Materialisatie, zie categorie 3 invoer en rekenblad.
	Zand	Materialisatie, zie categorie 3 invoer en rekenblad.
	Installatieproces	Materialisatie, zie categorie 3 invoer en rekenblad.
	Distributiepomp (1,77 kW)	Materialisatie, zie categorie 3 invoer en rekenblad.

⁷ [Domestic heat pumps: Life cycle environmental impacts and potential implications for the UK – ScienceDirect](#)

4. Levenscyclusinventarisatie (LCI)

In dit hoofdstuk wordt uitgewerkt hoe de totaalproducten zijn opgebouwd, inclusief uitgangspunten en bronnen. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Toepassing in het bouwwerk: alle producten worden toegepast als energieopslagsystemen, elektrisch, of thermisch.
- (Functionele) Eenheid: stuk
- Levensduur (jaar): Opgenomen in tabel productsamenstelling
- Alle materialen zijn gekozen uit de NMD processendata.

In dit hoofdstuk worden de productbeschrijving, productsamenstelling en de decompositie besproken van de onderdelen, zoals beschreven in de scope van hoofdstuk 2.

4.1 Dataverzameling

Voor het bepalen van de processtappen, het materiaal- en brandstofgebruik en de bijbehorende processen rondom energieopslag is gebruikgemaakt van bureaustudie en de al beschikbare milieuverklaringen.

Voor het berekenen van de levenscyclusanalyse zijn gegevens verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de *precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie* en *reproduceerbaarheid* van de gegevens volgens eisen en richtlijnen uit het “Protocol Opstellen en Peer Reviewen categorie 3 productkaarten B&U”.

Vanuit de NMD processendatabase geeft de Bepalingsmethode ook forfaitaire waarden voor de meest belangrijke achtergrondprocessen waarmee gerekend moet worden.

4.2 Aannamen levensloopsценario's, Thuisbatterij, elektrische opslag

4.2.1 Productiefase (A1-A3)

Gebaseerd op Ecoinvent achtergrondprocessen, teruggerekend naar '1 kWh' voor vergelijkbaarheid tussen verschillende elektrische opslagsystemen. Berekeningen en keuzes staan in hoofdstuk 3.3.

4.2.2 Transportfase (A4, C2)

Voor transport zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor In de transportfases A4 en C2 wordt er uitgegaan van het volgende NMD proces: 0001- tra&Transport, vrachtwagen (o.b.v. Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | Cut-off, U). Dit proces heeft de eenheid tonkilometer.
- Het aantal tonkilometer is de optelsom van de massa in A1-A3 gedeeld door duizendmaal de forfaitaire afstand naar de projectlocatie van 150 km. Zoals vastgelegd in de Bepalingsmethode.
- Voor het transport einde levensduur in C2 is de meegenomen forfaitaire transportafstand afhankelijk van het einde levensscenario van het materiaal. Zoals vastgelegd in de Bepalingsmethode. De forfaitaire eindelevensscenario's verschillen per materiaal en hiervoor is aangesloten bij de Bepalingsmethode.

C2 einde leven	Forfaitaire transportafstand	
Laten zitten	0	km
Stort	100	km
AVI	150	km
Recycling	50	km
Hergebruik	50	km

4.2.3 Bouw- en aanlegfase (A5)

Het installeren van een thuisbatterij vereist minimaal gebruik van materieel. Het gaat met name om manueel werk en elektriciteitsgebruik voor monteren (bijvoorbeeld met een boormachine) en testen. Deze impact is verwaarloosbaar en niet meegenomen in dit model.

Er gaan geen materialen verloren bij het transport en de montage van energieopslagsystemen. Daarom wordt uitgegaan van 0% in plaats van de gebruikelijke 3% verlies in de vorm van bouwafval voor prefab producten.

Aandeel verlies van opgegeven massa in A1-A3	
Prefab	3%
In-situ	5%
Hulp- en afwerkingsmaterialen	15%

4.2.4 Gebruiksphase (B1-B4)

Voor de gebruiksphase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Tussentijds is er, op een hoge uitzondering na, geen sprake van emissies (B1), onderhoud (B2), reparatie (B3) of vervanging van onderdelen (B4). Hier vinden daarom geen processen in plaats.

4.2.5 Sloopfase (C1)

Voor de sloopfase zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Verondersteld wordt is dat deze impact in C1 verwaarloosbaar is.

4.2.6 Verwerkingsfase en baten en lasten buiten systeemgrenzen (C3, C4 en D)

Voor de einde levensduurfases zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor het einde levensscenario wordt uitgegaan van door de Bepalingsmethode gestelde forfaitaire waarden voor elektronische componenten. Er is geen specifiek proces voor batterijen beschikbaar.

Materiaal	Forfaitair scenario	Laten zitten	Stort	Verbranding	Recycling	Hergebruik
Batterijen	95 Elektronische componenten (Printed wiring board en passieve componenten)	0%	5%	35%	60%	0%

Gezien de toegepaste materialisatie een samengesteld product betreft is deze opgedeeld naar materiaalstromen per kg batterij. Voor materiaalstromen in de batterij(cel) hebben we een proxy toegepast voor module D baten voor uitgespaarde materialen bij recycling op basis van de materiaalsamenstelling.

Er zijn geen baten toegekend aan vermeden materialen voor energieproductie bij het scenario verbranding voor de batterijcellen. Voor andere materialen met een verbrandingswaarde zijn module D baten bij afvalverbranding met energierugwinning wel meegenomen.

Voor de batterijen en batterijcellen is er niet één specifiek module D-proces beschikbaar voor uitgespaarde materialen. Voor de materialen die het meest bijdragen aan de MKI van de materialisatie (3% afkap) en waarvoor module D-processen beschikbaar zijn bij recycling hanteren we de NMD forfaitaire scenario's. Hierbij gaan we uit van de toegepaste massa per kg batterij(cel) en het secundaire aandeel van het toegepaste materiaal.

Materiaal, per kg		Module D process	
0000-fab&Batterijcel, Li-ion LFP, Lithium-ijzer-fosfaat, herlaadbaar (o.b.v. Battery cell, Li-ion, LFP {GLO}) market for battery cell, Li-ion, LFP Cut-off, U), 96% primair, 4% secundair			
Aluminium 0,0837 kg (30% secundair)		0269-reD&Module D, aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO}) aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER}) treatment of aluminium scrap, new, at refiner Cut-off, U; excl. toevoegingen	
Copper collector foil 0,11 kg (17,4% secundair)		0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)	
Anode graphite 0,178 kg		-	
Cathode, LFP 0,368 kg		-	
Battery separator, 0,0156 kg		-	
Electrolyte, for Li-ion battery, 0,221 kg		-	

Battery cell, Li-ion, NMC811 {GLO}) market for battery cell, Li-ion, NMC811 Cut-off, U		Module D process	
0,0693 kg Aluminium (30% secundair)		0269-reD&Module D, aluminium, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Aluminium, cast alloy {GLO}) aluminium ingot, primary, to market Cut-off, U; Aluminium, cast alloy {RER}) treatment of aluminium scrap, new, at refiner Cut-off, U; excl. toevoegingen	
0,124 kg Copper cathode (17,4% secundair)		0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)	
0,374 kg cathode NMC811		-	
0,186 kg anode, silicon		-	
0,0182 kg battery separator		-	
0,168 kg electrolyte		-	

Materiaal per kg: 'Battery, lead acid, rechargeable, stationary {GLO}| market for battery, lead acid, rechargeable, stationary | Cut-off, U'

Materiaal	Hoeveelheid per kg	Eenheid	Secundair	Onderbouwing	Netto doorgeven materiaal per kWh (33,3 kg batterij), obv. 60% recycling
Lead	0,71	Kg	55 %	Op basis van Lead {GLO} market for lead Cut-off, U	33,3 * 0,71 * 60% - 33,33 * 0,71 * 55% = 1,18 kg per kWh Module D proces: 0281-reD&Module D, lood, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Lead {GLO} primary lead production from concentrate Cut-off, U)
Copper cathode	0,00735	Kg	17,4 %		33,3 * 0,00735 * 60% - 33,33 * 0,00735 * 17,4% = 0,10 kg per kWh 0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)

Materiaal per kg 'Battery, NaCl {GLO}| market for battery, NaCl | Cut-off, U'

Materiaal	Hoeveelheid per kg	Eenheid	Secundair	Onderbouwing	Netto doorgeven materiaal per kWh (8,62 kg batterij), obv. 60% recycling
Aluminium oxide, non-metallurgical {RoW} market for aluminium oxide, non-metallurgical Cut-off, U	0,166	Kg	36 %	Obv. Aluminium oxide, non-metallurgical {RoW} market for aluminium oxide, non-metallurgical Cut-off, U	Geen substitutie meegenomen, geen toereikend substitutieproces
Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, U	0,0688	Kg	17,4%	Obv. Copper, cathode {GLO} market for copper, cathode Cut-off, U	0,253 kg 0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)
Nickel, class 1 {GLO} market for nickel, class 1 Cut-off, U	0,178	Kg	0%	-	0,921 kg 0493-reD&Module D, nikkel, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Nickel, 99.5% {GLO} smelting and refining of nickel ore Cut-off, U)
Pig iron {RER} market for pig iron Cut-off, U	0,198 kg	Kg	0%	-	1,024 kg 0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW} steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW} steel production, converter, unalloyed Cu
Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for steel, chromium steel 18/8 Cut-off, U	0,113	Kg	49%	Obv: 0202-fab&Staal, hooggelegeerd, RVS (o.b.v. Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U; 51% primair, 49% secundair)	0,584 kg bruto geleverd, obv. 0647-reD&Module D, RVS, per kg BRUTO geleverd RVS schroot (constructieprofielen, plaatmateriaal en leidingen) (vermeden: Ferronickel, 25% Ni en Ferrochromium, high-

					carbon, 68% Cr o.b.v. verhoudingen chromium steel 18/8 {GLO} market for)
--	--	--	--	--	--

Materiaal per kg: 'Battery management system, for Li-ion battery'

Materiaal	Hoeveelheid per kg	Eenheid	Secundair	Onderbouwing	Netto doorgeven materiaal per kWh (1,521 kg battery management system per thuisbatterij), obv. 60% recycling
Gold	0,00017	Kg	0 %		1,521 * 0,00017 * 60% = 0,000155 kg per thuisbatterij. Module D proces: 0625-reD&Module D, goud, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Gold, unrefined {RoW}) gold mine operation and gold production, unrefined Cut-off, U)
Copper cathode	0,269	Kg	17,4 %	0059-fab&Koper, kathode, voor draad (European mix for cathodes o.b.v. 49% Copper, cathode {GLO}) electrorefining of copper, anode, 9% Copper {RER}) treatment of scrap by electrolytic refining & 42% Copper, cathode {GLO}) market for; 82,6% primair, 17,4% secundair)	1,521 * 0,269 * 60% - 1,521 * 0,269 * 17,4% = 0,174 kg per thuisbatterij. 0277-reD&Module D, koper, per kg NETTO geleverd schroot (vermeden: Grondstoffen equivalent globale marktmix koper)
Steel, low alloyed	0,411	Kg	17,6	0432-fab&Staal, laaggelegeerd (o.b.v. Steel, low-alloyed {RER}) steel production, converter, low-alloyed Cut-off, U; 82,4% primair, 17,6% secundair)	1,521 * 0,411 * 60% - 1,521 * 0,411 * 17,6% = 0,265 kg per thuisbatterij. 0282-reD&Module D, staal, per kg NETTO geleverd ongelegeerd schroot (World Steel methode obv Steel, low-alloyed {RER&RoW}) steel production, electric, low-alloyed Cut-off, U - Steel, unalloyed {RER&RoW}) steel production, converter, unalloyed Cut-off, U)

Materiaal per kg: '0000-fab&Elektronica voor besturingsunit (o.b.v. Electronics, for control units {GLO})| market for electronics, for control units | Cut-off, U

Materiaal	Hoeveelheid per kg	Eenheid	Secundair	Onderbouwing	Netto doorgeven materiaal per kWh (0,819 kg battery management system per thuisbatterij), obv. 60% recycling
Gold	0,000151	Kg	0 %		0,819 * 0,000151 * 60% = 7,42E-5 kg per thuisbatterij. Module D proces: 0625-reD&Module D, goud, per kg NETTO geleverd (o.b.v. Gold, unrefined {RoW}) gold mine operation and gold production, unrefined Cut-off, U)

Een deel van de thuisbatterijen worden mogelijk hergebruikt (in een andere toepassing), hier is geen data van beschikbaar, dit is niet meegenomen in het model.

4.3 Aannamen toegepaste basisprofielen

Bij categorie 3 milieuverklaringen wordt gebruikgemaakt van generieke NMD-basisprocessen. In deze paragraaf is een toelichting gegeven op de keuze van de basisprofielen, in combinatie met de gehele LCI.

Algemeen geldt dat voor het vaststellen van de te koppelen processen gegevens zijn verzameld van de verschillende productieprocessen die binnen de systeemgrenzen van deze LCA-studie vallen. Hierbij is in de uitwerking aandacht besteed aan de precisie, compleetheid, representativiteit, consistentie en reproduceerbaarheid van de gegevens volgens eisen en richtlijnen uit het “Protocol Initiëren, opstellen en peer reviewen categorie 3 data”.

4.4 Koppeltabellen

In deze paragraaf is per product aangegeven wat de uitgangspunten zijn, inclusief de koppeling aan de basisprofielen. De informatie in de koppeltabellen komt overeen met de informatie die in de invoermodule wordt ingevoerd. Met deze informatie kan de milieuprestatie van het product, uitgesplitst naar modules en productonderdelen bepaald worden. Per product zijn koppeltabellen opgesteld, waarbij de complete producten een optelling zijn van verschillende combinaties van deze componenten. Deze koppeltabellen zijn hieronder te vinden.

Koppeltabellen zijn bijgevoegd bij het dossier.

5. Referenties

- NEN-EN-ISO 14040 Environmental management –Life cycle assessment –Principles and framework (ISO 14040:2006,IDT), juli 2006
- NEN-EN-ISO 14044 Environmental management –Life cycle assessment –Requirements and guidelines (ISO 14044:2006,IDT), juli 2006
- NEN-EN 1580+A2:2019 Duurzaamheid van bouwwerken –Milieuverklaringen van producten –Basisregels voor de productgroep bouwproducten, november 2019
- Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken, versie 1.2 (januari 2025)
- Protocol Initiëren, opstellen en peer reviewen categorie 3 data (versie augustus 2025)
- Processendatabase (Nationale Milieu Database): NMD versie 3.11
- Ecolnvent Database versie 3.6 voor set 1 en versie 3.9.1 voor set 2

Bijlagen

Bijlage 1: Databronnen per milieuverklaring

De LCA-berekeningen voor alle milieuverklaringen in versie 1 van dit rapport zijn opgesteld op basis van de volgende databronnen:

- Bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' versie 1.2 (januari 2025)
- Processendatabase Nationale Milieudatabase (NMD) versie 3.11
- Ecoinvent-database versie 3.6 voor set A1 en versie 3.9.1 voor set A2
- Software: De categorie 3 invoermodule Excel spreadsheet

In de onderstaande tabel zijn de verschillende milieuverklaringen opgenomen met daarbij de gebruikte versie van de Bepalingsmethode, NMD, Ecoinvent, de rekenmethode en de gebruikte software. Deze moeten worden aangevuld als een milieuverklaring gewijzigd wordt en er een nieuwere versie wordt gehanteerd.

ID	Milieuverklaringen	Eenheid	Bepalingsmethode versie	NMD- processendatabase versie	EcoInvent versie	Software incl. versie
	[plaats hier de ID, naam en eenheid van alle milieuverklaring in dit rapport]					

Bijlage 2: Definities NL-SfB

▼ 56 - Verwarming

- 56.0 - verwarming; algemeen
- 56.1 - verwarming; opwekking lokaal
- 56.2 - verwarming; opwekking centraal
- 56.3 - verwarming; distributie hoofdverdeling (t/m verdeler/verzamelaar)
- 56.4 - verwarming; distributie (vanaf verdeler/verzamelaar)
- 56.5 - verwarming; opslag
- 56.8 - verwarming; afgifte
- 56.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij verwarming

▼ 61 - Centrale elektrotechnische voorzieningen

- 61.0 - centrale elektrotechnische voorzieningen; algemeen
- 61.1 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energie-opwekking
- 61.2 - centrale elektrotechnische voorzieningen; aarding en bliksembeveiliging
- 61.3 - centrale elektrotechnische voorzieningen; kanalisatie
- 61.4 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie middenspanning >1kV
- 61.5 - centrale elektrotechnische voorzieningen; energiedistributie laagspanning ≤1kV
- 61.9 - vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen



verwarming; opslag

Omschrijving

Verzameling van voorzieningen voor distributie, verdeling en afgifte van warmte met als medium water voor het klimaat, vanaf de hoofdverdeling van de warmte-opwekking tot en met de warmteafgifte-eenheden in ruimten.



Functie

Warmteopslag voor het klimaat met water
(opslag / buffer)

Inbegrepen

Benodigde materialen, arbeid, materieel en hulpconstructies

Bijvoorbeeld:

- opslagsystemen

Uitgezonderd

- opwekking lokaal
- opwekking centraal
- hoofdverdeling
- primaire verdeling
- afgifte

Meeteenheid

Totaal benodigde inhoud van warmte c.q. warmwater in m³ alsmede aantal voorzieningen (buffers).



vaste gebouwgebonden voorzieningen behorend bij centrale elektrotechnische voorzieningen



Omschrijving

Verzameling van bijkomende gebouwgebonden werken waaronder bouwkundige voorzieningen behorend bij centrale elektrische voorzieningen.

Functie

Bijkomende bouwkundige werken voor installaties.

Inbegrepen

- sparingen, doorvoeringen, instortvoorzieningen
- lucht- en waterdicht en brandwerend afwerken van sparingen en doorvoeringen
- benodigde hulpconstructies, over het hoofdstuk

Bijvoorbeeld:

- hulpmiddelen
- sparingen in constructie
- constructieve voorzieningen ten behoeve van installaties

Uitgezonderd

Werktuigbouwkundige en electrotechnische Installatieonderdelen.

Meeteenheid

Bouwkundige voorzieningen voor de Installatie worden gemeten in m², m³ en in aantallen (st).