

Brandveiligheid Lichte Elektrische Voertuigen

**Beheersmaatregelen voor risico's bij laden en stallen van
LEV's**

In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

20 april 2023

Contactpersonen



CEES SMIT
Adviseur Veiligheid

T +316 (0) 6 5073 6567
E cees.smit@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

Studie uitgevoerd door Florine Nieland, Liza van Erk en Cees Smit

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Afkortingenlijst	6
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding en doel	7
1.2 Onderzoeksvragen	7
1.3 Aanpak	7
1.3.1 Scope van het onderzoek	8
1.3.2 Begeleidingscommissie	9
1.4 Leeswijzer	9
2 Categorisering en gebruik van LEV's	10
2.1 Geschiedenis van LEV's	10
2.2 Categorisering	12
2.2.1 Het LEV-kader	12
2.2.2 Het Europese stelsel	14
2.2.3 Indeling en afbakening in dit rapport	15
2.3 Gebruik en aantallen	16
2.4 Stallen van LEV's	18
2.5 Laden van LEV's	22
3 Wet- en regelgeving	27
3.1 Nationale wetgeving	27
3.2 Internationale wetgeving	30
3.3 Normen en richtlijnen	31
4 Onderzoekresultaten	33
4.1 Het risico: kans en effect	33
4.2 Incidenten in de praktijk	35
4.3 Analyse	37

4.4	Beheersmaatregelen	38
4.4.1	Type maatregel: gedrag	38
4.4.2	Type maatregel: techniek	41
4.4.3	Type maatregel: organisatie	43
4.4.4	Incidentmanagement	45
5	Conclusies en aanbevelingen	47
5.1	Beantwoording hoofdvragen	47
5.2	Conclusies	48
5.3	Aanbevelingen	50
	Bijlagen	52
	Bijlage 1 Overzicht gesproken stakeholders	52
	Bijlage 2 Aandachtskaart Brandweer Nederland	53
	Bijlage 3 Gebruik Li-ion accu (RAI Vereniging)	54
	Bijlage 4 Door de RDW toegelaten LEV's	55
	Bijlage 5 Overzicht incidenten	56
	Literatuur	58
	Colofon	61

Samenvatting

Onder de zogeheten LEV's (*Lichte Elektrische Voertuigen*) worden in dit rapport vele typen voertuigen verstaan met als kenmerken dat zij kleiner en langzamer zijn dan personenauto's, dat zij toegepast worden in de openbare ruimte en deelnemen aan het verkeer en dat zij zijn voorzien van een accu als energiebron. Het betreft onder meer elektrische stadswagentjes, bezorgkarren, scooters, bakfietsen, scootmobiel, speed pedelecs, fietsen, steps en hoverboards. Deze voertuigen kunnen bedoeld zijn voor goederenvervoer of personenvervoer.

Een groot voordeel van dit type voertuigen is dat zij ten behoeve van de voortstuwing geen CO₂ uitstoten wat past binnen gestelde duurzaamheidsdoelstellingen. Het gaat dan ook om een marktsegment dat sterk groeit, zowel in kwantiteit als in diversiteit.

Voor deze groep voertuigen is nieuw beleid en wetgeving in de maak. Deze ontwikkeling staat bekend onder de term 'LEV-kader' en is momenteel in de fase van het publiceren van een wetsvoorstel. De groep voertuigen die binnen dit LEV-kader vallen, verschilt van de door ons benoemde verzameling voertuigen. De indeling en terminologie van LEV's komt daarom uitgebreid ter sprake.

Het LEV-kader is hoofdzakelijk gericht op het regelen en bevorderen van de *verkeersveiligheid*, met het accent op het toelatingsregime voor de diverse voertuigen. In het bredere perspectief van veiligheid trekt een ander aspect de aandacht, namelijk de *brandveiligheid*. Het komt regelmatig voor dat een LEV betrokken raakt in een brand of dat de losse accu van een LEV dit lot ondergaat.

Meer dan eens blijft een dergelijke brand niet beperkt tot het object zelf, maar vindt escalatie plaats naar de omgeving. Het resultaat kan dan een schuurbrand, woningbrand, winkelbrand of magazijnbrand zijn en/of een overslag naar andere zeer nabije LEV's met meervoudige schadegevallen tot gevolg. Vooral bij fietsen (e-bikes) en scooters is dit laatste scenario al vaker opgetreden (zie de cijfers van stichting Salvage in paragraaf 4.2).

Anders dan bij elektrische (personen)auto's worden LEV's niet geladen bij specifieke laadinstallaties (zoals laadpalen in de publieke omgeving en kasten buitenshuis in de particuliere omgeving (mode 3 oplaadpunten)), maar via opladers aan een normaal stopcontact. Dit kan ofwel het hele voertuig zijn ofwel de losse accu. Het laden en stallen van LEV's neemt in dit rapport een belangrijke plaats in, omdat beide niet los staan van het brandrisico.

In dit rapport is een aantal subthema's gepresenteerd om het hoofdonderwerp verder te belichten:

- Relevante wet- en regelgeving.
- Algemeen (fysisch-chemische invalshoek): het verloop van een LEV-gerelateerde accubrand, de kenmerken van Li-ion-houdende accu's en de eigenschappen van de grondstoffen.
- Oorzaken van (brand)incidenten.
- Gevolgen van (brand)incidenten; praktijkvoorbeelden.
- Factoren die van invloed (kunnen) zijn.
- Prioritaire doelgroepen, zoals bezorgdiensten, aanbieders van deelmobiliteit en extra kwetsbare locaties (zoals mega-stallingen en besloten, drukke ruimtes [trein, veerboot en dergelijke]).
- Bestrijding en incidentenmanagement.
- Beheersmaatregelen om het ontstaan of de ernst van incidenten te beïnvloeden.
- Aanbevelingen om het brandrisico te verminderen.

Naar aanleiding van de resultaten uit dit rapport is het verkieslijk om op korte termijn een verbeterprogramma op te zetten en uit te voeren. De casuïstiek in Nederland en in het buitenland geeft onderbouwing dat er een gemeenschappelijk belang is om het brandrisico substantieel omlaag te brengen (zie de aanbevelingen in paragraaf 5.3).

Afkortingenlijst

Afkorting	Voluit
ADN	Het Europees Verdrag inzake het internationale vervoer van gevaarlijke goederen over de binnenwateren
ADR	Europees verdrag over het internationaal vervoeren van gevaarlijke goederen over de weg
AVB	Aansprakelijkheidsverzekering voor bedrijven
AVP	Aansprakelijkheidsverzekering voor particulieren
BMS	Battery Management System
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
DOET	Dutch Organisation for Electric transport
HAN	{ <i>historische naam, niet meer geldend</i> } Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
KiM	Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
LEV	Lichte Elektrisch Voertuig
LLEV	Low Level Emission Vehicle
MID	Motor Insurance Directive
NAL	Nationale Agenda Laadinfrastructuur
NIPV	Nederlands Instituut Publieke Veiligheid <i>Voorheen: Instituut Fysieke Veiligheid</i>
NKL	Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur
NLA	Nederlandse Arbeidsinspectie
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PEV	Personal Electric Vehicle
RAI	Nederlandse vereniging voor Rijwiel- en Automobiel Industrie
RDW	Rijksdienst voor het Wegverkeer
RID	Het reglement betreffende het internationaal spoorwegvervoer van gevaarlijke goederen
SEV	Small Electric Vehicle
SWOV	<i>Tegenwoordig: Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid</i>
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
WAM	Wet Aansprakelijkheidsverzekering Motorrijtuigen

1 Inleiding

Steeds vaker duiken lichte elektrische voertuigen (LEV's) op in het Nederlandse straatbeeld. Als gevolg hiervan ontstaat een sector vol innovatie die welvaart en verscheidene milieuvoordelen met zich meebrengt. Nieuwsberichten laten echter zien dat er regelmatig branden kunnen ontstaan die hun oorsprong en oorzaak vaak vinden in het accusysteem van de LEV's. Naar aanleiding van deze ontwikkeling is een onderzoek uitgevoerd naar de brandveiligheidsrisico's van LEV's.

1.1 Aanleiding en doel

Zowel in Nederland als in andere landen is een ontwikkeling gaande waarbij mobiliteit een transitie doormaakt van aandrijving door (koolstofhoudende) vloeibare brandstoffen naar aandrijving via elektrische bronnen. Nieuwe vervoermiddelen worden steeds vaker uitgerust met oplaadbare accu's of worden gevoed met brandstofcellen met waterstof, waardoor geen CO₂ wordt geëmitteerd. Nieuwe technieken brengen echter ook onzekerheden met zich mee, met name vanwege de nog onbewezen kwaliteit en stabiliteit van deze vernieuwingen. In de praktijk vinden er regelmatig incidenten plaats waarbij LEV's indirect of direct brand veroorzaken. Incidenten met betrekking tot LEV's beperken zich niet alleen tot de LEV's of hun losse accu's zelf; escalaties naar de omgeving doen zich ook voor.

- 'Gebruikte accu's deelscooters vliegen spontaan in brand in vrachtwagen' (Flashphoto.nl, 19 september 2022);
- 'Picnic haalt bezorgauto's van de weg na brand in Almelo, duizenden klanten gedupeerd' (NRC, 12 juli 2022);
- 'Politie jaagt 50 mensen hun bed uit om brandende fietsaccu's in Lelystad' (de Stentor, 24 november 2022).

In dit onderzoek worden de intrinsieke (brand)veiligheidsrisico's en de kenmerken van het laden en stallen van LEV's in kaart gebracht. Naast een overzicht van de brandveiligheidsaspecten, een inventarisatie van de ontwikkelingen en een beoordeling van de effecten worden ook maatregelen en aanbevelingen gegeven om de (brand)veiligheidsrisico's te mitigeren.

1.2 Onderzoeksvragen

Om antwoord te geven op de in paragraaf 1.1 geformuleerde doelstellingen zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

1. Welke LEV's zijn er op de markt of in ontwikkeling en waarvoor worden ze gebruikt?
2. Welke regelgeving en normering is er? Is dit afdoende en wordt deze nageleefd?
3. Wat zijn per type LEV en/of accu de risico's voor de verschillende (brand)veiligheidsaspecten?
4. Welke maatregelen helpen om de risico's te mitigeren en welke kennishiaten zijn er?

1.3 Aanpak

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden en het doel van het onderzoek te bereiken is de volgende onderzoeks aanpak gehanteerd gedurende de periode van juni 2022 t/m januari 2023:



Het onderzoek is gestart met een documentstudie waarbij relevante (inter)nationale literatuur en informatie verzameld is. Doel van de documentstudie is om een beeld te krijgen van de reeds bekende informatie ten aanzien van de geformuleerde onderzoeksvragen. Aanvullend op de documentstudie hebben interviews plaatsgevonden waarbij met diverse stakeholders is gesproken (zie bijlage 1). Doel van de interviews is om kennishiaten vanuit de documentstudie op te vullen vanuit de praktijk. In zowel de documentstudie als de interviews staan de onderzoeksvragen centraal. Vervolgens is alle informatie (zowel vanuit de theorie als de praktijk) geanalyseerd en geïntegreerd en verwerkt in voorliggend rapport.

1.3.1 Scope van het onderzoek

Voertuigen

In het onderzoek wordt de volgende scope gehanteerd:

- Het betreft voertuigen die worden gebruikt in de publieke ruimte (weg/straat, fietspad, trottoir en dergelijke).
- Voertuigen bedoeld voor hoofdzakelijk gebruik binnen gebouwen of binnen (de hekken van) terreinen worden niet meegenomen in het onderzoek.
- Het is – binnen dit onderzoek – geen voorwaarde dat een voertuig goedgekeurd is door de RDW in relatie tot het LEV-kader of andere kaders.
- Het is geen voorwaarde dat het voertuig een kenteken heeft of moet hebben.
- Het betreft voertuigen die in beweging komen en worden bestuurd door personen; autonome voertuigen worden niet meegenomen in het onderzoek.
- Zowel personen- als goederenvervoer vallen binnen de scope.
- Voor de schaalgrootte is gekozen om een maximaal toegestane snelheid van 50 km/uur te hanteren.
- (Kinder)speelgoed is niet inbegrepen. Steps, segways, hoverboards en monowheels et cetera zijn wel inbegrepen.

In onderstaande tabel volgt een overzicht van de meegenomen typen LEV's in dit onderzoek:

Categorie LEV	Toepassing	Voorbeeld(en)
1. Mini auto	Persoonlijk vervoer van 1 of 2 personen	Birò ; Carver ; Microlino
2. Mini bestel-/bezorg auto	Vaste service - goederen	Picnic, AH, Jumbo, PostNL
3. E-scooter		
a. E-scooter	Particulier	Senzo, Iva, La Souris, ESCOO
b. E-scooter	Deelsysteem of bezorgdiensten	Felyx, Go e.a.; Pizza-besteldiensten
4. Scootmobiel	Minder validen	Mango, Comfyga, IVA
5. Speed Pedelec	Particulieren, vaak woon-werk	Van Moof, Klever, Stromer
6. E-bike	Particulieren, recreatie en dagelijks vervoer	Stella, Cortina, Stromer, Gazelle e.v.a.
7. Cargo-bike		
a. Cargo-bike	Vervoer van goederen - bedrijf	Plasticity, Coolblue, PostNL, DHL
b. Cargo-bike	Vervoer van goederen - privé	Babboe, Cangoo, Popal
8. E-bakfiets		
a. E-bakfiets	Vervoer van kinderen - bedrijf	BSO-bus
b. E-bakfiets	Vervoer van kinderen - privé	Babboe, Dolly, GoCab
9. E-step	Particulieren, divers	In NL toegelaten: o.a. Ninebot, Paukool, Yedoo, Segway, zie bij RDW ¹
10. Balanceerboard	Particulieren, voor verplaatsing en/of voor fun	Hoverboard, Segway-achtige, monowheel

Tabel 1. Meegenomen LEV's in huidig onderzoeksrapport

Personenauto's en interne bedrijfs- en bouwvoertuigen worden in het onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Zie hoofdstuk 2.2 voor een indeling van de voertuigen en een nadere positionering en indeling van de term 'LEV' in het kader van dit onderzoek

¹ <https://www.rdw.nl/over-rdw/actueel/dossiers/bijzondere-bromfietsen>

Veiligheidsaspecten

In het onderzoek worden de volgende veiligheidsaspecten meegenomen:

- Batterijschade en brandveiligheid;
- Veiligheid bij het stallen en laden (al dan niet in afgesloten ruimtes);
- Incidentmanagement;
- Veilig onderhoud en gebruik.

Het onderzoek richt zich niet op verkeersveiligheid, diefstal en vandalisme.

1.3.2 Begeleidingscommissie

Gedurende het onderzoek is een begeleidingscommissie betrokken. Deze commissie bestaat uit partijen die op verschillende manieren betrokken zijn bij - en kennis hebben van - LEV's. De begeleidingscommissie heeft een adviserende rol vervuld gedurende het onderzoek. Zo was de commissie betrokken bij het vaststellen van de aanpak, maar ook bij het interpreteren van de resultaten van de documentstudie en de interviews.

In de begeleidingscommissie waren de volgende partijen vertegenwoordigd:

- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W),
- Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland (VRAA).
- Gemeente Amsterdam.
- NIPV (Nederlands Instituut Publieke Veiligheid).
- ElaadNL.
- DOET.
- RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland).
- RAI Vereniging.
- LEV kenniscentrum.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de categorisering en het gebruik van de LEV's toegelicht. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de (inter)nationale wet- en regelgeving besproken. In hoofdstuk 4 komt de praktijk van incidenten en beheersmaatregelen aan de orde. In hoofdstuk 5 volgen de conclusies en aanbevelingen.

2 Categorisering en gebruik van LEV's

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag: *Welke LEV's zijn er op de markt of in ontwikkeling en waarvoor worden ze gebruikt?*

In paragraaf 2.1 wordt de geschiedenis van de LEV's en de ontwikkelingen vanuit het verleden besproken en in paragraaf 2.2 de categorisering van de LEV's. In paragraaf 2.3 volgt informatie over de wijze van gebruik en de bestaande aantallen LEV's. In paragraaf 2.4 komt de wijze van laden aan bod en tot slot wordt in paragraaf 2.5 ingegaan op de wijze van stallen van LEV's.

2.1 Geschiedenis van LEV's

Eén van de belangrijkste oorzaken van het op de markt komen van LEV's is de toenemende vraag naar het vervangen van vloeibare, koolstofhoudende brandstoffen (benzine, diesel) als aandrijvende energiebron door een elektrische vorm van energie. De achterliggende drijfveer achter deze ontwikkeling is het besparen op de uitstoot van CO₂ vanwege klimaatveranderingen. Het toepassen van een groenere vorm van energie is dus een doelbewuste stap in de ontwikkeling van diverse typen vervoermiddelen die op (herlaadbare) batterijen kunnen voortbewegen. Dat er ook een bijkomend effect is van gemak en comfort is uiteraard mede een aanleiding geweest die de groei van het aantal voertuigen verklaart.

In de jaren '70 reden er al opvallende, elektrisch aangedreven witkarren door Amsterdam (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1. Elektrische witkar

Rond 2005 wordt gebruik gemaakt van de eerste vormen van elektrische fietsen (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Elektrische fietsen uit 2005

Sommige LEV's kwamen op maar gingen ook snel weer in de vergetelheid, zoals de Eggasus uit 2012 (zie afbeelding 3). Niet lang daarna kwam de Birò op de markt; een elektrische City Car (zie afbeelding 4). Met name in enkele grote steden wordt momenteel veelvuldig gebruik gemaakt van de Birò die met 45 km/uur goed past in het binnenstedelijke verkeer. Volgens de leverancier rijden er in Nederland nu zo'n 3000 exemplaren rond.



Afbeelding 3. Eggasus uit 2012



Afbeelding 4. Birò's

Vanwege de ontwikkeling van LEV's in de afgelopen jaren zijn er tegenwoordig uiteenlopende soorten voertuigen beschikbaar. Van skateboards, steps, fietsen, fatbikes, speed pedelecs tot cargobikes, brommobielen en mini-auto's. Steeds vaker worden LEV's, met name scooters en e-bikes, gebruikt in deelconcepten. Voorbeelden van veelgebruikte hedendaagse type LEV's zijn weergegeven in afbeelding 5 die uit verschillende bronnen zijn bijeengezet.



Afbeelding 5. Voorbeelden van hedendaagse typen LEV's

Ook vandaag de dag worden nog steeds nieuwe typen voertuigen ontworpen, van klein tot groot, van één wiel tot meer dan vier wielen en van langzaam tot snel. Actueel is de introductie van het elektrische amfibievoertuig 'Triton', dat onder andere in oktober 2022 is gepresenteerd op de World of e-Mobility-beurs in Hoofddorp; een camper, boot en

elektrische fiets ineen (zie afbeelding 6).² Andere voorbeelden van bijzondere LEV's zijn elektrische bierfietsen (onder andere bij Stella) en elektrische ligfietsen (onder andere Hase Bikes).



Afbeelding 6: Amfibievoertuig 'Triton'

2.2 Categorisering

In deze paragraaf volgt een uitwerking van de verzameling van voertuigen die in dit rapport onder de categorie LEV's vallen.













Een categorisering van LEV's is niet eenduidig te maken omdat de term LEV niet universeel hetzelfde wordt toegepast. Het LEV-Kenniscentrum van de HAN spreekt in een eigen rapport van een *containerbegrip* [Ref 04]. Momenteel zijn er twee relevante categorisering van LEV's in omloop, namelijk de categorisering in: 1) het nationale LEV-kader en 2) het Europese stelsel. Onderstaand worden deze categorisering besproken. Op basis van deze informatie en in overleg met de opdrachtgever en begeleidingscommissie is uiteindelijk een definitie voor dit rapport opgenomen. In hoofdstuk 3 is meer achtergrondinformatie over het LEV-kader en het Europese stelsel weergegeven.

2.2.1 Het LEV-kader

In Nederland is een proces in gang gezet om wet- en regelgeving voor een bepaalde groep van LEV's op te stellen en in te voeren. Deze wet- en regelgeving is er vooral op gericht dat de vervoermiddelen aan kwaliteitseisen voldoen om veilig aan het verkeer te kunnen deelnemen. Het opstellen en vastleggen van een nationaal LEV-kader, welke nog in ontwikkeling is, is onderdeel van dit proces.

In het nationale LEV-kader [Ref 01] zijn 4 LEV-categorieën opgenomen (zie afbeelding 7). De eerste twee categorieën betreffen voertuigen voor individueel vervoer, zoals fietsen met trapondersteuning (1a) en e-steps (1b). De andere twee categorieën zijn bedoeld voor het vervoer van goederen (2a) en van meerdere personen (2b).

² <https://www.rtlnieuws.nl/tech/artikel/5290001/e-bike-boot-fiets-camper-triton>

	Categorie 1a	Categorie 1b	Categorie 2a	Categorie 2b
	e-(bak)fiets volledige traandersteuning < 75 kg	alle andere LEVs dan 1a < 55 kg	goederenvervoer	personenvervoer
1. Wijze van toelating en toezicht				
2. Eisen voor toelating tot de weg				
3. Eisen voor gebruik op de weg				

Afbeelding 7. Voertuigen die binnen het LEV-kader vallen

1. Wijze van toelating en toezicht

Per categorie is gekeken naar de wijze van toelating tot de weg (zelfcertificering of goedkeuring) en de wijze van toezicht (op de markt of op de fabricage). Bij zelfcertificering is de fabrikant er verantwoordelijk voor dat het voertuig aan de gestelde eisen voldoet en wordt hier toezicht op gehouden door de inspectiedienst. Bij goedkeuring controleert de goedkeuringsinstantie (RDW) of het voertuig aan alle eisen voldoet voordat deze de weg op mag. De ILT controleert in de handelsfase of voertuigen, die op de markt worden aangeboden, daadwerkelijk voldoen aan de Europese en nationale regelgeving.

2. Eisen voor toelating tot de weg

Voor iedere categorie is een specifieke set van technische eisen waar het voertuig aan getoetst wordt voor toelating (ongeacht het toelatings- en toezichtsregime). De meest onderscheidende eisen zijn de maximale afmetingen, de maximumconstructiesnelheid, de maximummassa, het maximaal nominaal vermogen en het maximale aantal passagiers.

3. Eisen voor gebruik op de weg

Onder de eisen voor gebruik op de weg vallen het kenteken, de verzekering m/z WA-verzekering, de helm, het rijbewijs en de minimumleeftijd.

In afbeelding 8 is een indeling te zien van kenmerken van LEV-categorieën (kolom 2 t/m 5 in het kader) en voertuigen die buiten het LEV-kader vallen (kolom 1, 6 en 7). Dit LEV-kader wordt gebruikt binnen het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

Fiets	LEV				Elektrische scooter / speed-pedelec	
Gewone en bakfietsen	1a E-fiets, e-bakfiets < 55 kg	1b E-step, Segway < 55 kg	2a LEVs voor goederen- vervoer > 55 kg	2b LEVs voor personen- vervoer > 55 kg	Bromfiets speed-pedelec	Snorfiets
Geen minimum leeftijd	Geen minimum leeftijd	16 jaar	18 jaar	18 jaar	16 jaar	16 jaar
NVT	25 km/u	25 km/u	25 km/u	25 km/u	45 km/u	25 km/u
Geen helmplicht	Geen helmplicht	Geen helmplicht	Geen helmplicht	Geen helmplicht	Helmplicht	Geen helmplicht ¹
Geen rijbewijs	Geen rijbewijs	Geen rijbewijs	AM	AM	AM	AM
Technische eisen Machine-richtlijn	Technische eisen Machine-richtlijn	Nieuwe technische eisen	Nieuwe technische eisen	Nieuwe technische eisen	Verorde-ning (EU) nr. 168/ 2013	Verorde-ning (EU) nr. 168/ 2013
Zelfcerti-ficering	Zelfcerti-ficering	Nationale goedkeur door RDW	Nationale goedkeur door RDW	Nationale goedkeur door RDW	EU regels voor goedkeur	EU regels voor goedkeur
Toezicht op de markt	Toezicht op de markt	Toezicht op fabricage	Toezicht op fabricage	Toezicht op fabricage	Toezicht op fabricage	Toezicht op fabricage
Geen kenteken	Geen kenteken	Kenteken	Kenteken	Kenteken	Kenteken	Kenteken
AVP/ AVB	AVP/ AVB	WAM	WAM	WAM	WAM	WAM
Fietspad	Fietspad	Fietspad	Fietspad/ rijbaan	Fietspad/ rijbaan	Rijbaan	Fietspad ¹

¹ Helmplicht is voorzien per 1 juli 2022 en via maatregel «Snorfiets naar de rijbaan» heeft de wegbeheerder de mogelijkheid de snorfiets naar de rijbaan te sturen.

Afbeelding 8. Indeling en kenmerken van LEV-categorieën binnen (kolom 2 t/m 5, zie kader) en buiten het LEV-kader (kolom 1, 6 en 7)

2.2.2 Het Europese stelsel

De Europese wet- en regelgeving die van toepassing is op LEV's en hun energiebron is breed en divers. Onderlinge categorisering van voertuigen is met name toegepast bij verordening EU/168/2013 (*Verordening betreffende de goedkeuring van en het markttoezicht op twee- of driewielige voertuigen en vierwielers*). Voor het wegverkeer is in Europees verband een indeling gemaakt die bestaat uit 7 hoofdcategorieën (genummerd L1e t/ L7e, zie tabel 1). Hierbij gaat het om een grotere groep voertuigen dan in het nationale LEV-kader zijn ondergebracht, maar onder andere het gehandicaptenvoertuig, de fiets met trapondersteuning (250Watt, 25km/h) en voertuigen die niet met ten minste één zitplaats zijn uitgerust, zoals monowheels en andere zelfbalancerende voertuigen, vallen niet in het toepassingsgebied van deze Europese Verordening.

Het doel van deze verordening is om regels vast te stellen voor de goedkeuring van categorie L-voertuigen om op die manier een goede werking van de interne markt te waarborgen. Voertuigen van categorie L zijn twee-, drie- of vierwielige voertuigen zoals gemotoriseerde tweewielers, driewielers en vierwielers.

Voertuigcategorie	Naam van de voertuigcategorie	Subcategorieën (en subsubcategorieën bij L6e en L7e)
L1e	Licht gemotoriseerd voertuig op twee wielen	L1e-A: Gemotoriseerd rijwiel ³ L1e-B: Bromfiets op twee wielen

³ Voertuigen van de subcategorie L1e-A mogen ook zijn uitgerust met 3 of 4 wielen.

L2e	Bromfiets op drie wielen	L2e-P: Bromfiets op drie wielen bestemd voor passagiersvervoer L2e-U: Bromfiets op drie wielen bestemd voor vrachtvervoer
L3e	Motorfiets op twee wielen	L3e-A1: Motorfiets met laag vermogen L3e-A2: Motorfiets met middelhoog vermogen L3e-A3: Motorfiets met hoog vermogen L3e-AxE en L3e-AxT: Enduro-motorfiets, resp. Trialbike
L4e	Motorfiets op twee wielen met zijspan	-
L5e	Gemotoriseerde driewieler	L5e-A: Driewieler L5e-B: Bedrijfsdriewieler
L6e	Lichte vierwieler	L6e-A: Lichte quad voor gebruik op de weg L6e-B: Lichte quadri-mobile L6e-BP: Lichte quadri-mobile voor personenvervoer L6e-BU: Lichte quadri-mobile voor vrachtvervoer
L7e	Zware vierwieler	L7e-A: Zware quad voor gebruik op de weg L7e-B: Zware terreinquad L7e-C: Zware quadri-mobile L7e-A1: Zware A1-quad voor gebruik op de weg L7e-A2: Zware A2-quad voor gebruik op de weg L7e-B1: Terreinquad L7e-B2: Side-by-side buggy L7e-CP: Zware quadri-mobile voor personenvervoer L7e-CU: Zware quadri-mobile voor vrachtvervoer

Tabel 2. Europese voertuigindeling volgens Verordening [EU] 168/2013.

In een rapport van TNO is een visualisatie van de Europese indeling gegeven (afbeelding 9) [Ref 02]:

vehicle categories	L1e		L2e		L3e	L4e	L5e		L6e		L7e		
	light two-wheel powered vehicle		three-wheel moped		two-wheel motorcycle	two-wheel motorcycle with side-car	powered tricycle		light quadricycle		heavy quadricycles		
sub (sub) categories	L1e-A	L1e-B	L2e-P	L2e-U	L3e-A1/2/3	L4e-A1/2/3	L5e-A	L5e-B	L6e-A	L6e-BU/BP	L7e-A1/A2	L7e-B1/B2	L7e-CU/CP
		powered cycle	two-wheel moped	three-wheel moped for passenger transport	three wheel moped for utility purposes	two-wheel motorcycle <small>special use: E (enduro) or T (trial)</small>	two-wheel motorcycle with side-car	tricycle for passenger transport	commercial tricycle for the carriage of goods	light on-road quad	light quadri-mobile	heavy on-road quad	heavy all terrain quad

Afbeelding 9. Europese voertuigindeling volgens TNO [TNO, 2020 R10704].

2.2.3 Indeling en afbakening in dit rapport

In bovenstaande twee rangschikkingen is bij beide geen link met de brandveiligheid van de voertuigen. Voor het thema brandveiligheid is bijvoorbeeld het precieze gewicht van het voertuig een ondergeschikte factor, evenals de topsnelheid, het aantal wielen, het aantal meerrijders en de leeftijd van de gebruiker. Al die kenmerken spelen wel een rol bij het brandrisico, maar zijn niet van doorslaggevende betekenis voor de brandveiligheid.

Waar het bij de brandveiligheid vooral om gaat is de accu (opgebouwd uit herlaadbare batterij-elementen), hetgeen een bredere groep lichte voertuigen omvat dan die in het nationale LEV-kader zijn benoemd. In Nederland zijn meer

categorieën LEV's (met een accu) op de markt waarbij ook risico's aanwezig zijn voor brandveiligheid dan nu vermeld in de bestaande afbakeningen. Dit betekent dat de scope van voorliggend onderzoek meer categorieën (voertuigen) omvat dan de aanduiding van een LEV in bijvoorbeeld het nationale LEV-kader van het ministerie. Voor de scope en indeling van het begrip LEV's is daarom in dit onderzoek een ruimere selectie-methodiek gehanteerd, zie tabel 1. Daarbij moet bovendien worden opgemerkt dat 'brand' in dit geval de verzamelnaam is voor sterke rookverschijnselen, vonken, brand, lichte explosies en/of het wegschieten van fragmenten.

Scope

In dit onderzoek wordt de scope gehanteerd zoals in de inleiding (tabel 1) weergegeven.

2.3 Gebruik en aantallen

De diversiteit van de type LEV's is zeer groot. Ook de doelgroep van gebruikers varieert. Over het algemeen wordt een LEV primair gebruikt voor het verplaatsen of vervoeren van personen of (lichte) goederen (zie als voorbeeld de BSO-bus op afbeelding 10). Daarnaast wordt een groot deel van de LEV's ook gebruikt voor vermaak (zie als voorbeeld het hoverboard op afbeelding 11 dat veelal als speelgoed wordt gebruikt). Veelal is er sprake van een combinatie van vervoer én vermaak.



Afbeelding 10. BSO bus



Afbeelding 11. Hoverboard

LEV's worden ook steeds vaker gebruikt door (maaltijd) bezorgbedrijven en ondernemingen die deelmobiliteit leveren (zie afbeelding 12). Met een grote vloot aan voertuigen en wisselende berijders is dit een relevante doelgroep voor dit onderzoek. Wisselende berijders kunnen een verschillende omgang veroorzaken met zowel de elektrische systemen (rijgedrag, remgedrag) als de voertuigen zelf (zorg voor het betreffende vervoermiddel, denk aan ruwe omgang (laten omvallen, toelaten trillingen of schokken) en weinig rekening houden met weeromstandigheden, regenplassen op het wegdek en dergelijke, gevoed door de gedachte dat het niet in eigen bezit is. Wat betreft de deelmobiliteit gaat het in Nederland bijna altijd om deelfietsen en -scooters.



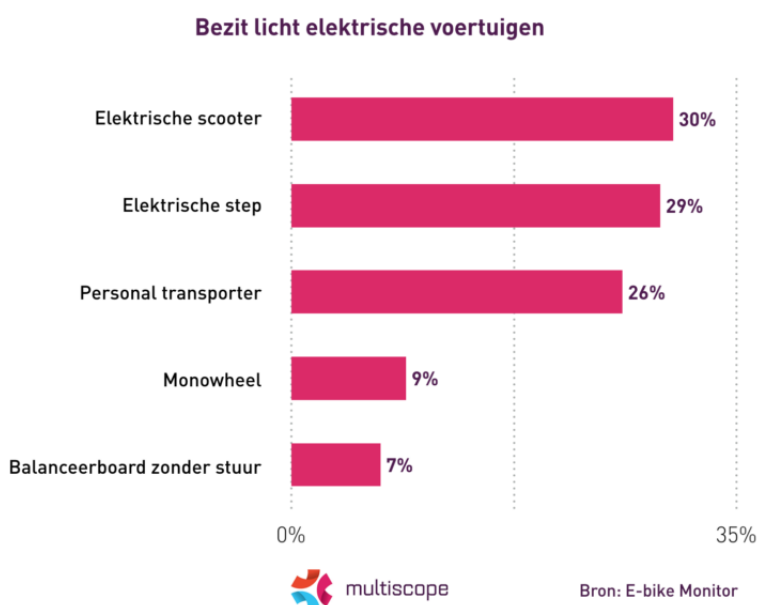
Afbeelding 12. GO sharing deelscooters

Om een meer kwantitatieve impressie te verkrijgen van de typen LEV's is het marktonderzoekbureau Multiscope⁴ een handige bron. In deze monitor, waarvan de derde versie verscheen op 14 februari 2023, zijn de resultaten van

⁴ www.multiscope.nl

grootschalig marktonderzoek bijeengezet aangaande elektrische fietsen en andere LEV's. De totale marktgroei van 2022 ten opzichte van 2021 heeft men bepaald op 24%. Deze 'E-bike monitor' geeft een duidelijk overzicht van bezit, gebruik en de toekomst van LEV's. Ze maken hierbij onderscheid tussen e-bikes enerzijds en LEV's (als "de rest") anderzijds. De productcategorie LEV's in deze monitor bestaat uit elektrische steps, scooters, monowheels, personal transporters (zoals Segways) en balanceerboards zonder stuur (skateboards en hoverboards). Volgens Multiscope zijn er in februari 2023 5,5 miljoen e-bikes in Nederland.

In afbeelding 13 is de verdeling van het bezit over vijf geïdentificeerde typen LEV's (dus met uitzondering van de e-bikes) weergegeven van de 405.000 voertuigen. Het grootste deel van de bezitters heeft een elektrische scooter (30%). Dat komt neer op 126.000 elektrische scooters in Nederland. 29% van de bezitters heeft een elektrische step, dat zijn er in totaal ruim 117.000. Daarna bezit men het vaakst een personal transporter (26%). Minder vaak wordt gekozen voor een monowheel (9%) of balanceerbord zonder stuur (7%).

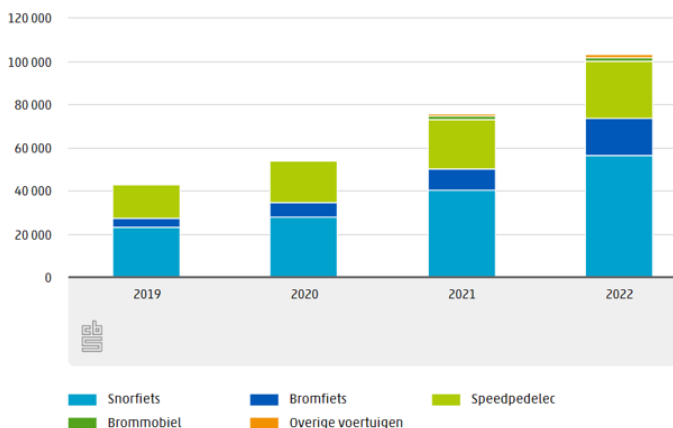


Afbeelding 103. Verdeling van het bezit van 405.000 voertuigen over vijf geïdentificeerde typen LEV's E-bike Monitor

Naast de E-bike monitor van Multiscope, heeft het CBS cijfers gepubliceerd over het aantal elektrische bromfietsvoertuigen per 1 januari van de jaren 2019 tot en met 2022 (zie afbeelding 14)⁵. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen snorfiets, brommobiel, bromfiets, speed pedelec en overige voertuig. Onder overige voertuigen vallen onder andere bromfiets-quads en bakbromfietsen. In afbeelding 14 is duidelijk zichtbaar dat het aantal bromfietsvoertuigen in 2022 ruim is verdubbeld ten opzichte van 2019.

⁵ <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/onderzoeksomschrijvingen/korte-onderzoeksbeschrijvingen/bromfietsenpark>

Elektrische bromfietsvoertuigen, 1 januari



Afbeelding 14: Aantallen elektrische bromfietsvoertuigen 2019-2022 CBS

2.4 Stallen van LEV's

Met de term 'stallen' worden periodes bedoeld dat er met de LEV niet actief wordt deelgenomen aan het verkeer; de gebruiker is tijdens het stallen in principe niet aanwezig bij of bezig met de LEV voor de eigen mobiliteit. Het kan dus ook gaan om splinternieuwe voertuigen in fietsfabrieken, groothandels, winkels of magazijnen of binnen in transportmiddelen voor vrachtverkeer (busjes, containers, vrachtwagens).

Het stallen van LEV's, dat wil zeggen de precieze plek van het parkeren of achterlaten van het voertuig, heeft vele en uiteenlopende relaties met de brandveiligheid van LEV's, zie ter illustratie de onderstaande situaties en aspecten (zie tabel 3). Omdat de praktijk leert dat branden niet alleen tijdens het laden plaatsvinden, maar ook bij louter stallen⁶, worden beide mogelijkheden hier samen beschouwd. De tabel is opgesteld op basis van onze bevindingen.

Stallen van de LEV (incl. accu)	Binnen (woning of ander gebouw)	Buiten (in open lucht)
Stel, een beginnende brand treedt op in de accu. Welk verder verloop is denkbaar:		
Algemeen: directe omgeving (binnen enkele meters)	Kans op escalatie: effect varieert van letsel bij aanwezigen tot een pand dat afbrandt.	Kans op escalatie: effect in de meeste gevallen overzienbaar en hanteerbaar.
Bij deelmobiliteit of bij bezorgdiensten	Kans op escalatie: effect tussen LEV's onderling en effect naar gebouw/interieur.	Kans op escalatie: effect tussen LEV's onderling, evt. overslag naar pand. Tevens grotere kans op vandalisme.
Bij fietsfabrikanten, fietsengroothandels, in/bij fietswinkels, fietsverhuurbedrijven	Kans op escalatie: effect tussen LEV's onderling en effect naar gebouw/interieur. Overlast voor de omgeving bij ontwikkeling naar een grote brand.	Kans op escalatie: effect tussen LEV's onderling, evt. overslag naar hoofdpand
Bij een brandgevoelige omgeving (chemiebedrijf, tankstation e.d.).	Kans op escalatie: kans op ontstaan van brand klein, maar als het gebeurt kan effect – bij ongunstige omstandigheden – zeer groot worden.	Kans op escalatie: kans op ontstaan van brand klein, maar als het gebeurt kan effect – bij ongunstige omstandigheden – zeer groot worden.
Stallen in een interne looproute (scoot-mobiel in gangpad, elektrische (bak-)fiets in trapportaal etc.)	Kans op escalatie: effect kan zeer ernstig worden (denk aan problemen bij vluchten en aan belemmering brandweer).	N.v.t

⁶ Waarbij met stallen wordt bedoeld dat de accu in het voertuig blijft.

In bijzondere ruimtes, zoals grote ferry's, grote stallingen (scholen, stations etc.), in hotels, veerboten, ziekenhuizen enz.	Kans op escalatie: effect kan ernstig tot zeer ernstig worden.	N.v.t.
Invloed van het weer	Relatief gering.	Extra belasting van accu: hitte, vorst, vocht, stormkracht è verhoging kans op directe of latente brand.

Tabel 1. Situaties/aspecten m.b.t. brandveiligheid van het stallen van LEV's

Maatregelen ter brandpreventie

Een ander vraagstuk bij het stallen van grotere partijen LEV's is de benodigde veilige ruimte tussen de LEV's om te voorkomen dat een ontstane brand mogelijk overslaat op een andere LEV. Voor efficiënt ruimtegebruik is het vanzelfsprekend om de LEV's zo dicht mogelijk op elkaar te stallen. Dit verhoogt echter de kans op escalatie.



Afbeelding 15. Voorbeeld van compact stallen

Organisaties kunnen zich midden in dit dilemma bevinden. Een goed voorbeeld zijn de stallingen bij treinstations. In deze stallingen werden tot voor kort met name elektrische fietsen en scooters (vooral e-bikes/speed pedelecs, maar ook bakfietsen en scooters) van reizigers en andere particulieren gestald. Sinds kort zijn er ook vier deel-pilots van OV-E-bikes gaande (in de stations Driebergen-Zeist, Arnhem Centraal, Groningen en Maastricht) van OV Fiets. Hierbij wordt gebruik gemaakt van modulaire beschermkasten van Battery Control waarbij lithium ion accu's opgeladen kunnen worden (zie afbeelding 16). Het stallen van de e-bikes en e-scooters is een groot aandachtspunt voor de beheerders van treinstations en mobiliteitshubs.



Afbeelding 16. Modulaire beschermkasten voor de accu van OV-fiets e-bikes op station Driebergen-Zeist.

In een studie van NIPV/IFV voor ProRail met betrekking tot het stallen van elektrische fietsen is een groot aantal brandgerelateerde adviezen opgenomen [Ref 03]. De onderzoekers hebben daarvoor gebruik gemaakt van een cascademodel (van 1 elektrische fiets in brand escaleerend tot en met een brand die tot buiten de stalling is uitgebreid). In tabel 4 zijn voorbeelden van de adviezen opgenomen. Het volledige incidentmanagement omvat in totaal 41 van dergelijke richtlijnen en aanwijzingen.

1.	Communiqueer tips voor het veilig gebruik van elektrische fietsen met gebruikers van de fietsenstallingen, bijvoorbeeld door middel van borden in de fietsenstalling of via de NS-app.
2.	Sta laden van elektrische fietsen niet toe in de fietsenstalling.
3.	Zet de betreffende fiets tijdig buiten de fietsenstalling wanneer een accu begint te roken, bol gaat staan of er een penetrante lucht vandaan komt.
4.	Voorzie een in pandige fietsenstalling van een brandmeldinstallatie met automatische bewaking.
5.	Het toepassen van een brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie, bij voorkeur met gesproken woord.
6.	Het verhinderen van de toegang tot de fietsenstalling bij een brand.
7.	Het ontgrendelen van belemmeringen in de vluchtwegen, zoals OV-chip poortjes, bij een brand.
8.	Indien de kans bestaat dat een brand onopgemerkt blijft, kan een brandmeldinstallatie aangebracht worden.
9.	Er kunnen onbrandbare schermen (bijvoorbeeld een stalen plaat of brandwerend glas) op plekken in de stallingen gezet worden om de uitbreiding van brand tegen te gaan.

Tabel 2. Brand gerelateerde adviezen IFV

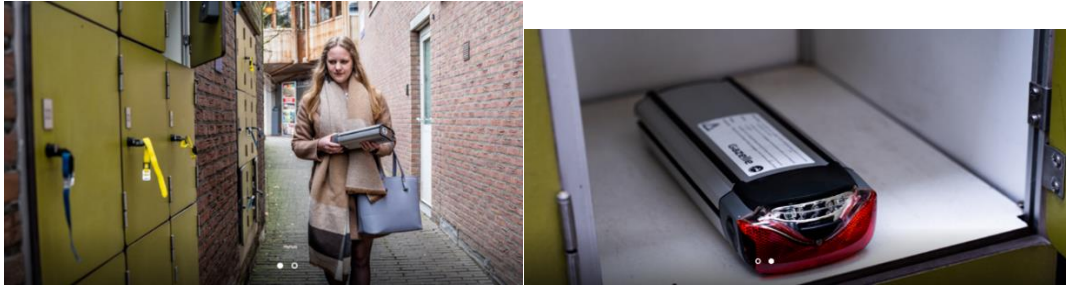
Met betrekking tot het stallen van LEV's ontstaat een andere situatie wanneer een LEV is gestald in een specifieke beschermingskast die ontworpen is voor het beperken (en eventueel bestrijden) van het brandeffect. In onderstaande afbeelding een aantal voorbeelden van dergelijke producten:



Afbeelding 17. Beschermende constructies; (links) voor scootmobiel; (midden) voor e-bike of speedelec; (rechts) [FalcoCargoBox] voor grotere fietstypen

Deze wijze van stallen geeft minder risico dan zonder de voorziening, vooral ten opzichte van stallen in een woning. Echter is het niet uitgesloten dat er bij brand door drukopbouw vanuit de vrijkomende energie toch nadelige verschijnselen optreden, zoals het losschieten van een paneel (explosie) of het verspreiden van ongezonde dampen door de kieren.

Voor het stallen van uitneembare accu's zijn ook voorzieningen bekend. Bijvoorbeeld de service bij Burgers' Zoo voor de bezoekers om hun accu in een kluis te kunnen plaatsen (zie afbeelding 18). Dit biedt twee voordelen: anti-diefstal en beheersing van een mogelijke brand escalatie.



Afbeelding 18. Wand met kluisjes, specifiek voor accu's

Ondanks de komst van voorzieningen voor het veilig stallen en laden van de uitneembare accu's maken eigenaren van LEV's ook minder veilige keuzes, zoals:

- Accu's van e-bikes op de hotelkamer laten laden in de nachtelijke uren voor die hotels die geen beschikking hebben over een berging;
- Steps en hoverboards thuis laten laden op de slaapkamer;
- E-bikes laten laden op willekeurige plaatsen op scholen of kantoren.
In de provincie Limburg ziet de brandweer dat er bij scholieren een extra toename van het aantal e-bikes gaande is om de heuvelachtige routes met minder inspanning te hoeven afleggen.

Voor meer informatie voor het stallen (en laden) van LEV's verwijzen we tevens naar een rapport van het LEV-Kenniscentrum van de Hogeschool Arnhem Nijmegen [Ref 04]. Zij geven de volgende aanbevelingen voor parkeren, laden en veiligheid:

Parkeren

- ✓ *Deel als overheden en beleidsmakers ervaringen omtrent de transitie van parkeerruimte voor auto's naar groene recreatieve ruimtes en (deels) stallingen voor lichtere voertuigen;*
- ✓ *Stem de spreiding van de parkeer-/stallingsplekken voor een gemeente af op lokale behoefte van bewoners en mkb (winkels en kantoren);*
- ✓ *Creëer duidelijke wet- & regelgeving ten aanzien van stalling van LEV's om problemen te voorkomen, zoals onveilige situaties en blokkeren van doorgangen;*
- ✓ *Zorg per modaliteit voor duidelijk herkenbare stallingsplekken, waarbij geïnvesteerd moet worden in bewegwijzering, infrastructuur en parkeervoorzieningen;*

Laden

- ✓ *Stem het beleid ten aanzien van parkeren en laden van LEV's af op het (vergunning- en concessie-) beleid van deelconcepten en Mini E-Cars;*
- ✓ *Stem laadbehoefte en –voorziening van eHUB's af op de soort voertuigen dat wordt gestald geparkeerd, beladen en/of gelost. Neem daarbij mee dat ondernemingen een juiste afstemming van de capaciteit en actieradius van de gekozen voertuigen overwegen;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar de optimale weginfrastructuur waarin is opgenomen dat zowel stallingsplekken als eventuele laadvoorzieningen veilig bereikbaar zijn;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar inhoud en procedure van vergunningen voor laadvoorzieningen ten behoeve van Mini E-Cars en deelconcepten;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar uniforme systemen voor laadvoorzieningen. Dit advies geldt met name voor (peer-to-peer) deelconcepten;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar uniformering van laadconnectoren die elk (deel)voertuig met een laadvoorzieningen kan verbinden;*

Veiligheid

- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar een standaard voor laadtechnieken in samenspraak met fabrikanten van LEV's;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar de veiligheid van de verschillende laadtechnieken;*
- ✓ *Onderzoek is wenselijk naar batterijveiligheid bij laden thuis en in publieke ruimtes.*

2.5 Laden van LEV's

Het onderwerp laden van LEV's staat in een directe relatie tot het hoofdthema 'brandrisico' en is ook onlosmakelijk verbonden met het thema uit de vorige paragraaf; het stallen van LEV's. Stallen kan, letterlijk genomen, niet overal, maar er is op zich veel vrijheid om een plek te kiezen, zolang er niet geladen wordt. Voor laden neemt het aantal mogelijke plekken om te stallen af. Bij laden bij een niet uitgenomen accu is een elektrische laadbron, meestal een stopcontact, nodig. Dan is de LEV in een bepaalde omgeving terechtgekomen; deze omgeving is van invloed op het brandrisico. Wanneer een losse, uitneembare accu zal worden geladen, hoeft de LEV zelf niet in de nabijheid van een stopcontact te verblijven.

Om te benadrukken dat er allerlei varianten zijn van laden en laad-omstandigheden en er dus niet gesproken kan worden van 'laden' in het algemeen volgt onderstaand een aantal varianten van laden:

Groep 1: **Accu blijft in voertuig**

Laden, waarbij de accu een vast onderdeel is van het voertuig (niet ontworpen en bedoeld om uit te nemen).

1A) Zonder beschermingskast/-huisje.

- 1B) In een beschermingskast/-huisje.
- 1C) Aan een specifiek oplaadpunt voor het opladen van de LEV.
- 1D) Met een laadmethode via een gewone stekker en stopcontact.

Groep 2: **Accu is uitgenomen**

Laden van een uitgenomen, losse accu:

- 2A) Met een andere laadmethode dan via een gewone stekker en stopcontact.
- 2B) Bij een willekeurig stopcontact, vrij geïmplementeerd.
- 2C) In een specifieke beschermingskast.
- 2D) Laden van een groter aantal losse accu's tegelijk in een specifieke beschermingskast.
- 2E) Laden van een groter aantal losse accu's tegelijk zonder een beschermingskast.

Verkeerd gebruik van laadinstallaties

Een basisvraag omtrent de brandveiligheid van het laden van LEV's is de toepassing van het oplaadpunt. Er zijn twee soorten connecties tussen de elektrische bron en de ontvangende LEV en/of de daarbij behorende accu:

1. Uit een traditioneel stopcontact (in NL: 230 Volt, en Schuko-stekker) [staat bekend als Mode 1 protocol]; Binnen deze manier van laden vindt er geen communicatie tussen het laadpunt en de LEV plaats. Als de parameters buiten het 'safety window' komen, wordt het laadproces niet gestopt [Ref 05].
2. Via laadapparatuur die historisch gezien is ontwikkeld voor elektrische personenauto's [bekend als Mode 3 protocol]; Binnen deze manier van laden vindt er, wanneer het type geschikt is om te laden aan het laadpunt, communicatie plaats tussen het laadpunt en de LEV. Wanneer de safety parameters buiten de grenzen komen wordt het laadproces gestopt [Ref 05]. Niet elke LEV is geschikt om te laden van deze oplaadpunten. Er zijn bijvoorbeeld ook laadsnoeren te koop die je kunt aansluiten op een sigarettenaansteker in een personenauto. Die methode van laden is niet direct voor de hand liggend bij het zoeken van gewenste manieren van laden.
3. In aanvulling, Mode 2 laden voor personenauto's houdt in, dat je in een in-cable control-box dezelfde functionaliteit en veiligheid hebt als met een mode 3 laadpunt aan de muur. Maar je sluit aan op een reguliere wandcontactdoos (230 Volt). Voor LEV's is deze wijze van laden niet de bedoeling.

De Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) heeft zich over het laden van LEV's gebogen en stelt [Ref 05]:

Om de LEV's (light electric vehicles) zoals e-scooters, 'Biro-achtige' voertuigen en andere vergelijkbare voertuigen op te kunnen laden aan de inmiddels in het straatbeeld veel voorkomende laadpalen, dient men het mode 3 protocol te simuleren. Anders is laden niet mogelijk. Om het betreffende oplaadpunt te laten "denken" dat er een elektrische auto of motorfiets (die wel mode 3 kan laden) wordt aangesloten, bouwt men hiervoor een stukje elektronica in een stekker en maakt samen met deze stekker een stukje snoer en een Schuko contrastekker, een zgn. verloop. Met dit verloop kan men vervolgens een lader (al dan niet ingebouwd in de bewuste LEV) via een Schuko stekker aansluiten op het oplaadpunt. Vervolgens wordt dan het voertuig geladen, echter volgens het mode 1 protocol in plaats van het mode 3 protocol. Het laden van een accu met mode 1 of te wel aan een gewoon "Schuko" stopcontact houdt per definitie een groter risico in. Er vindt namelijk geen enkele communicatie plaats tussen het laadproces en de levering van stroom. Helaas vindt er, indien op deze mode 1 manier wordt geladen, geen monitoring plaats van de eerdergenoemde mogelijke oorzaken voor een accu brand. Als de parameters buiten het safety window geraken, volgt er geen enkele actie en wordt het laadproces dus niet gestopt. Dit houdt een potentieel risico in.

Voor het laden wordt dus onderscheid gemaakt tussen moderne laadinstallaties zoals laadpunten aan de ene kant, en klassieke, normale stopcontacten (Schuko's) aan de andere kant. Voor LEV's zijn momenteel in Nederland geen eigen, toegesneden laadinstallaties beschikbaar, afgezien van de genoemde laadkasten of laadkluisen. Het reguliere stopcontact is dus dé plek om je LEV op te laden. Dit is in groot contrast met de personenautobranche, waarin juist een uitgebreide, doorontwikkelde en goed gereguleerde markt tot stand is gekomen, omgeven door instanties en allerhande stakeholders. Organisaties en koepels als DOET, ELaadNL en NKL zijn opgekomen als centrale belangenbehartigers. Wetten, normen en standaarden zijn opgesteld en de infrastructuur voor individuen en voor groepen is al in ruime mate aangelegd, bijvoorbeeld bij verzorgingsplaatsen (grote P-terreinen) en langs de snelwegen waar snelladen mogelijk is gemaakt (type voorzieningen van Fastned e.a.).

De enige LEV die logischerwijs in de openbare ruimte geparkeerd en dus geladen moet worden is de Mini E-Car. Deze vraagt voor laadinfrastructuur dan ook aandacht. Deze LEV kan geladen worden op een laadplek voor elektrische auto's, maar dat heeft niet de voorkeur. De verloopstekker tussen de laadpaal en de Mini E-Car is niet tegen loshalen beveiligd, terwijl de stroom van de laadpaal, na het ongewenst loshalen, wel beschikbaar blijft wat (levens)gevaarlijke situaties kan veroorzaken. Ook gebruikt de software van de Mini E-Car niet het volledige laadprotocol van de laadpaal, wat ook tot onveilige situaties kan leiden zoals kortsluiting of brand [Ref 04].

Nieuwe technologieën

Een nieuwe technologie is het inductieladen. Een voorbeeld daarvan is het snoerloos laden via inductie.⁷ Inductieladen is voor elektrische fietsen al ver ontwikkeld. Via een stoeptegel en de standaard van de fiets wordt de elektrische fiets opgeladen (zie afbeelding 19). Er hoeven dus geen kabels meer aan het laden te pas te komen. Het risico van gebruik van verkeerde laders wordt hiermee weggenomen.



Afbeelding 19. Voorbeelden snoerloos laden (via inductie)

Verkeerd gebruik van laders

Onder deze titel kunnen diverse situaties worden ondergebracht, aangezien er verschillende methoden en apparaten mogelijk zijn. Interessant is de volgorde van aansluiten: deze blijkt bij verschillende adviserende bronnen niet altijd hetzelfde te zijn: doe je eerst de adapter (lader) in het stopcontact en sluit je dan de accu aan? Of sluit je eerst accu en adapter aan elkaar en dan naar het stopcontact? Het is niet identiek en het kan op den duur van invloed zijn. De meeste tips van leveranciers en winkeliers over de volgorde van het aansluiten van de accu op het stroomnet zijn hetzelfde, namelijk dat je eerst accu en laadsnoer aan elkaar koppelt en dan de stekker van het laadsnoer in het stopcontact steekt⁸. Maar bijvoorbeeld Giant geeft weer de omgekeerde volgorde aan.⁹ Het is goed voor te stellen, dat de aansluitvolgorde enig verschil maakt in de kortdurende piekbelasting op laadsnoer en/of accu op het moment dat de stekker contact maakt in het stopcontact. Wanneer dit verschil uiteindelijk tot een andere conditie of levensduur van de accu leidt, is het raadzaam om dit aspect nadrukkelijk aan de consument te laten weten.

Aandacht is gewenst voor de herkomst van de lader: hoort deze bij de accu? Dan is het gebruik in orde. Is het een los aangeschafte lader? Dan kom je eerder in de problemen. 'Verkeerd gebruik' neemt toe als er bijzondere weersomstandigheden zijn (kou, hitte, vocht), of als men de lader te lang (bijvoorbeeld 24 uur) aan het stopcontact laat liggen.

De conditie van de accu

De interne technologie zegt heel veel over de kans dat het misgaat. In afbeelding 20 zijn enkele voorbeelden weergegeven van accu's waarbij het gaat om het concept van de accu, waarbij de lithium-ionbatterij gebruikt is. Het merk is niet relevant voor deze studie.

⁷ [Draadloos E-Bike Pools Opladen Met TILER \(tilercharge.com\)](https://draadloos-e-bike-pools-opladen-met-tiler-tilercharge.com)

⁸ <https://atlas-fietsen.nl/fietsaccu-opladen/>

⁹ <https://www.giant-bicycles.com/nl/campaigns/hoelaaadje-jouw-e-bike-het-beste-op/21542>



Afbeelding 20. Voorbeelden accu's en inwendige cellen.

Gekeken naar het interieur bestaat een accu uit verschillende (lithium-ion) batterij-eenheden (ook wel 'cellen' genoemd). De conditie van de cellen en hun eventuele onderlinge verschillen zijn veelal de bron van een beginnend desintegratieproces, uitmondend in effecten zoals de 'thermal runaway' in het product en gevaarlijke gevolgen als (giftige) rook, brand en explosies, al dan niet gepaard gaande met het lanceren van projectielen (met name ook de afzonderlijke batterijen). De cellen (vaak van het standaardtype 18650) kunnen in kwaliteit of capaciteit achteruitgaan door invloeden als vochtindringing, hitte, schokken en trillingen, overladen/te lang laden, of juist te weinig laden en leegloop (diepontlading, al dan niet bewust). Diepontlading is een situatie waar in beginsel geen enkele verkeerde of onverstandige handeling aan te pas komt; het is het resultaat van het langdurig niet gebruiken en laden van de accu en het verhoogt de achteruitgang doordat het op termijn de chemische samenstelling doet wijzigen.

De cellen (en dus de accu) zijn gevoelig voor een reeks van externe invloeden, waaronder warmte/hitte, vocht en mechanische belasting (vallen, stoten, botsen) en een reeks van interne invloeden, waaronder overladen, ongelijkmatig of met verkeerde adapters laden en langdurige 'leegstand' (geen vermogen). Ieder type invloed brengt in potentie een toegevoegd risico mee. Aan de buitenzijde van de accu, de behuizing, is meestal niets te zien van achteruitgang van de kwaliteit.

Door de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) is aangegeven hoe het laden van grotere LEV's in de publieke ruimte veiliger gemaakt kan worden [Ref 05]:

Hoe zouden LEV's veilig kunnen laden in de publieke ruimte:

1. De LEV-industrie zou het initiatief kunnen nemen om het mogelijk te maken voertuigen via mode 3 te laden. Dit is echter niet zonder risico's. Het daadwerkelijk realiseren van mode 3 kost de fabrikanten echter veel geld. Het is technisch niet heel moeilijk om de eerder beschreven oplossing met verloopkabels in een meer gestandaardiseerde manier in een voertuig te bouwen, zonder dat daarmee wordt voldaan aan de volledige genormeerde mode 3 communicatie. Er verandert dan wezenlijk niet veel t.o.v. de situatie met de verloopstekkers Dit is dan alleen niet meer zichtbaar. Met een verplichting tot een volwaardige realisatie van mode 3 in LEV's kan dit voorkomen worden.

2. Er is op dit moment (januari 2021) slechts één ander alternatief bekend. De Oostenrijkse firma bike-energy, heeft een universele lader ontwikkeld met per voertuig eigen oplaadkabels die via een chip communiceren met het oplaadpunt. In deze chip is vastgelegd met welke spanning en met welk vermogen een accu mag worden geladen. Ook signaleert de chip wanneer een accu vol is, waarna het laadproces wordt gestopt. Hiervoor zijn dedicated kabels (per type voertuig) noodzakelijk die elke fabrikant voor zijn voertuig dient te laten vervaardigen. Dit is vele malen goedkoper nu hiervoor niet veel aan het voertuig dient te worden gewijzigd. Aanvullende opmerkingen hierover:

- De stekker dient aan laadpaal zijde te zijn vergrendeld tijdens het laden;*
- De laadpaal zal moeten stoppen met laden als iemand de stekker bij het voertuig los neemt zonder eerst met een laadpas de sessie te beëindigen;*
- De kabel is via een unieke code (Eprom) gekoppeld aan één bepaald voertuig, hierdoor kan de LEV-rijder niet toch de laadkabel van de buurman gebruiken;*
- Om handhavers deze oplossing te laten herkennen zou de kabel visueel gelabeld moeten zijn als goedgekeurde oplossing.*

Het NIPV keek naar de extra risico's die zouden kunnen bestaan wanneer men oplaadt bij temperaturen beneden de 0°C. Uit diverse literatuurbronnen concluderen de onderzoekers dat er degeneratie kan plaatsvinden bij vorst en ze raden derhalve af om (bijvoorbeeld In een schuur) bij deze weersomstandigheid te laden.

3 Wet- en regelgeving

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag: *Welke regelgeving en normering is er? Is dit afdoende en wordt deze nageleefd?*

Wet- en regelgeving met betrekking tot LEV's is in beweging en vanwege het grote aantal verschillende typen LEV's ook verspreid over diverse wettenstelsels. In de paragraaf 3.1 wordt nationale wetgeving besproken en paragraaf 3.2 internationale wetgeving. In paragraaf 3.3 worden normen en richtlijnen besproken. Voor de geïnteresseerde lezer verwijzen we tevens naar de bij Infomil gepresenteerde documentatie.¹⁰

In dit rapport worden niet alle afzonderlijke regels opgenomen die voor elke afzonderlijke vertegenwoordiger van de diverse LEV-typen gelden.

3.1 Nationale wetgeving

De bestaande regelgeving in Nederland voor LEV's richt zich nauwelijks op het brandrisico, het laden dan wel het stallen van LEV's. De huidige regelgeving (met name het toekomstige, nu reeds gepubliceerde LEV-kader, zie 3.1.2) houdt zich bezig met de geschiktheid om veilig aan het verkeer deel te kunnen nemen. Dat neemt niet weg dat er buiten de directe voertuigen en hun gebruikers, ook nog andere wetgeving van toepassing is. Zo is er voor accu's een brede regelgeving en normering opgezet omtrent de productie, opslag, transport en recycling. Deze regelgeving staat los van het voorwerp waarin de accu gebruikt gaat worden. Toch zijn er aangrijpingspunten te vinden voor ons hoofdthema 'brandveiligheid'. Dat komt dan wel neer op interpretatie, en niet op letterlijke, expliciete voorschriften en verplichtingen. Bijvoorbeeld *De Regeling beheer batterijen en accu's 2008*, in het bijzonder Artikel 3 welke ter hand genomen zou kunnen worden als preventiemiddel tegen kwaliteitsarme batterijpakketten voor LEV's:

Fabrikanten van batterijen en accu's nemen maatregelen:

- a. ter vermindering van de schadelijkheid voor het milieu van batterijen en accu's gedurende de gehele levenscyclus daarvan;*
- b. ter bevordering van de ontwikkeling en het op de markt brengen van batterijen en accu's:*
 - o 1°. met een zo klein mogelijke hoeveelheid stoffen, die gevaarlijk zijn voor de gezondheid van de mens of voor het milieu,*
 - o 2°. met stoffen die zo min mogelijk gevaarlijk zijn voor de gezondheid van de mens of voor het milieu.*

Onderstaand volgen een aantal nationale wetten, normen en kaders omtrent LEV's:

LEV-kader

Stapsgewijs is binnen Nederland een LEV-kader in ontwikkeling. Via Kamerbrieven vanuit de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en bijbehorende Beslisnota's is deze regelgeving aan het ontstaan. Het formele wetgevingstraject (Koninklijke Boodschap, Voorstel van Wet, Memorie van Toelichting, Advies Raad van State enzovoort) is vanaf december 2022 gepubliceerd en te volgen met het recente dossiernummer *Tweede Kamer 36269*.¹¹ Recente publicaties over het LEV-kader zijn te vinden op de website van de Rijksoverheid.¹²

Het huidige LEV-kader is een kader dat geheel is gericht op verkeersveiligheid en de daaraan gekoppelde procedure voor toelating om op de weg en in de publieke ruimte te mogen deelnemen aan het verkeer. In de huidige versie is geen aandacht voor de brandveiligheid en de brandrisico's van de LEV's. Ook de juiste werking van de elektrische aandrijving (accu) komt niet ter sprake. Verkeersveiligheid is, naast de brandveiligheid, een uiterst belangrijk onderwerp en het kader voorziet daarom in een evidente behoefte. Wie zich op dit onderdeel van de

¹⁰ <https://www.infomil.nl/%40217276/opslag-lithium-ion-batterijen/>

¹¹ Serie TK 36269 [tot nu toe nr. 1 t/m nr. 7]: Wijziging van de Wegenverkeerswet in verband met het laten vervallen van de mogelijkheid tot het aanwijzen van bijzondere bromfietsen en het mogelijk maken van implementatie van het kader voor lichte elektrische voertuigen (LEV-kader).

¹² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/11/22/stand-van-zaken-verkeersveiligheid-najaar-2022>

verkeersveiligheidsaspecten van LEV's wil richten, kan veel documentatie raadplegen, waaronder recente factsheets van de SWOV¹³ en bij organisaties als de ANWB en Veilig Verkeer Nederland.

Het LEV-kader zal in de komende jaren bepalend zijn voor wet- en regelgeving in Nederland. De inhoudelijke zaken zijn gepubliceerd waardoor bekend is welke voertuigen er onder het kader vallen (en welke niet) en hoe de Rijksoverheid de positie en toepassing van LEV's wil reguleren. Met beslisnota's als begeleidende informatie is goed zichtbaar wat er momenteel is en wat er dient te gebeuren voor de verdere invulling. Bij de totstandkoming van dit nationale toelatingskader werken het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, SWOV en RDW samen.

Eind 2022 heeft de Minister van Infrastructuur en Waterstaat een stand-van-zaken brief aangaande het LEV-kader naar de Tweede Kamer gezonden [TK 29398-1028; 22-11-22] met bijlagen bij deze Tweede Kamerbrief die beslist informatief zijn, maar niet ingaan op de brandveiligheid. Zo vindt men tussen de bijlagen waardevolle informatie over het opvoeren van e-bikes, de LEVV's (waarbij de extra V voor 'Vracht' staat: zoals de cargo-bike) en uitgevoerde snelheidsmetingen aan diverse LEV's.

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit kent in Hoofdstuk 5 (artikel 5.14 t/m 5.16) regels voor laadinfrastructuur voor 'elektrische voertuigen' (zonder onderscheid naar grootte, maar vermoedelijk zijn personenauto's bedoeld; mede met verwijzing naar de EPDB¹⁴ III). In de Toelichting vindt men regels voor het veilig stallen van – niet nader omschreven – fietsen:

“Een buitenberging bij een woning is vooral van belang om eenvoudig en veilig de fiets op te bergen en daarmee uiteindelijk het fietsgebruik te stimuleren. Bovendien is in veel gevallen een buitenberging achteraf moeilijk in te passen. Daarom is besloten om de bergruimte bij nieuwbouw met de invoering van dit besluit opnieuw voor te schrijven.”

Wegenverkeerswet

Tot voor kort was de Wegenverkeerswet niet breed op LEV's toegepast; alleen bepaalde regels die over bromfietsen gaan, dienden te worden gevolgd voor de LEV-typen die daar onder vallen. Zeer recent is een wetsvoorstel ingediend (reeds genoemde serie TK 36269) en deze processtap betekent dat het LEV-kader onder deze wetgeving een plek gaat krijgen.

RDW - Toelating op de weg

De RDW is verantwoordelijk voor de toelating van LEV's en past daarvoor een zorgvuldig en intensief proces toe ten aanzien van én met de leveranciers. Zo is er een strikte toets op de kwaliteit van het productieproces (ook als dat in het buitenland is) en mag een te koop aangeboden product nergens afwijken van het door de RDW gekeurde exemplaar. Een andere laadkabel is niet toegestaan, een andere batterij evenmin. De keuring richt zich vooral op de verkeersveiligheid van LEV's.

Op verschillende webpagina's van de RDW is relevante informatie te vinden over toelating van LEV's op de weg; “Wegwijzer Bijzondere bromfietsen”¹⁵, “Lichte elektrische voertuigen”¹⁶, “Nationaal kader in de maak voor lichte elektrische voertuigen”¹⁷ en het boekje “Ontwikkelingen 2022” (pagina 8-12).

Gekeken naar de toelating van bijvoorbeeld e-steps wordt duidelijk dat in Nederland de meeste elektrische steps niet toegestaan zijn op de openbare weg. In de meeste andere lidstaten worden hiervoor minder strikte regels toegepast. Op onderstaande kaart (afbeelding 21) is zichtbaar in welke Europese landen het gebruik van een elektrische step

¹³ <https://swov.nl/nl/factsheet/elektrische-fietsen-en-speed-pedelecs#:~:text=Er%20zijn%20veel%20minder%20speed,4.701%20in%202020%20%5B9%5D>, <https://swov.nl/nl/factsheet/lichte-elektrische-voertuigen-levs>, <https://swov.nl/nl/publicatie/risico-inventarisatie-van-de-elektrische-step>, <https://swov.nl/nl/publicatie/risico-inventarisatie-van-de-bso-bus>, <https://swov.nl/nl/publicatie/voorstel-voor-een-methode-van-risico-inventarisatie-voor-lichte-elektrische-voertuigen>

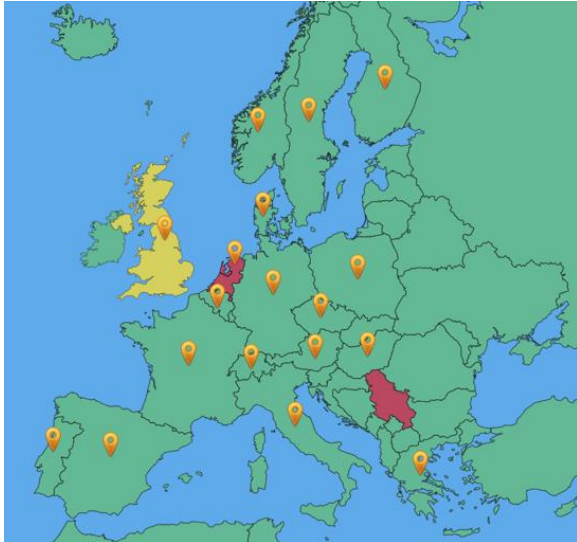
¹⁴ EPDB: Energy Performance of Buildings Directive.

¹⁵ <https://www.rdw.nl/over-rdw/actueel/dossiers/bijzondere-bromfietsen>

¹⁶ <https://www.rdw.nl/over-rdw/actueel/dossiers/lichte-elektrische-voertuigen>

¹⁷ <https://www.rdw.nl/over-rdw/nieuws/2021/nationaal-kader-in-de-maak-voor-lichte-elektrische-voertuigen>

wel/niet is toegestaan.¹⁸ Wel zijn er in Nederland enkele e-step-'achtige' voertuigen door de RDW goedgekeurd voor gebruik.



Groen = legaal
Rood = niet legaal
Geel = enkel deelsteps toegestaan

Afbeelding 21. Overzicht toelating elektrische steps Europa.

Machinerichtlijn (Warenwetbesluit Machines)

Dit Warenwetbesluit betreft de Nederlandse uitwerking van de Europese richtlijn (2006/42/EG) voor de industrie die machines bouwt en op de EU-markt brengt. De Machinerichtlijn bevat voornamelijk veiligheids- en gezondheidseisen en een klein gedeelte administratieve eisen. Het toezicht op naleving van de Machinerichtlijn voor machines bestemd voor professioneel gebruik wordt uitgevoerd door de NLA (Nederlandse Arbeidsinspectie). Voor machines bestemd voor privégebruik wordt het toezicht uitgevoerd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). Vervoermiddelen zoals LEV's vallen onder het begrip machines.

In december 2022 is berichtgeving vanuit Brussel gekomen om de richtlijn om te zetten in een verordening. In de toelichting zegt de woordvoerder onder meer:

“Om rechtszekerheid te waarborgen, hebben Raad en Parlement besloten het toepassingsgebied en de definities die door de Commissie zijn voorgesteld, te verduidelijken. Ze zijn met name overeengekomen dat de regels ook moeten gelden voor kleine privévoertuigen en lichte elektrische voertuigen, zoals elektrische steps en fietsen. Deze worden namelijk op grote schaal gebruikt en kunnen mogelijk gevaarlijk zijn voor de gebruikers ervan”.

Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers

De circulaire¹⁹ is uitgebracht in afwachting van de totstandkoming van PGS-37-1 en PGS-37-2 en beschrijft de brandrisico's van lithium-ion energiedragers uitgebreid, evenals een serie preventiemaatregelen. Vooruitlopend op regelgeving en in afwachting van de totstandkoming van de PGS-373 bevat deze circulaire adviezen om de veiligheid in de omgeving van de toepassingen van de lithium-ion energiedragers te verhogen. De circulaire heeft geen bindend karakter en kan daarom niet meer dan richtinggevend zijn. Het gestelde in de circulaire is niet afdwingbaar. Uiteraard is wel sprake van afdwingbaarheid als de adviezen uit de circulaire door het bevoegd gezag worden omgezet in voorschriften of regels in omgevingsvergunning, bestemmingsplan of omgevingsplan. Ook is in de circulaire uiteengezet dat er sprake is van een vergunningplicht indien een bedrijf meer dan 10.000kg lithiumhoudende energiedragers opslaat in een opslagvoorziening. De scope betreft zowel EOS'en (grotere energieopslagsystemen) als accu's voor LEV's.

¹⁸ <https://elektrische-steps.com/buitenland/>

¹⁹ Staatscourant nr. 34193, 1 juli 2020.

3.2 Internationale wetgeving

In internationale context wordt de afkorting LEV weliswaar breed gebruikt, maar er zijn ook een aantal andere afkortingen gangbaar, zoals 'LLEV' (low level emission vehicle), 'SEV' (small electric vehicle), 'PMD's' (personal mobility devices), 'PEV' (personal electric vehicle) en 'PLEV' (personal light electric vehicles). Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van termen zoals 'micro mobility' en 'mini mobility'. Overigens ligt het zwaartepunt bij deze alternatieve termen meer bij de drie- en vierwielers.

In een rapport heeft de Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) [Ref 03] de relevante Europese richtlijnen, verordeningen en normen bijeengezet (afbeelding 22).

Reference	Title	Power assisted bikes, up to 250 W and 25 km/h	L1e-A category vehicles up to 1 000 W and 25 km/h	L1e-B category vehicles up to 4 000 W and 45 km/h
Regulation 168/2013	Approval and market surveillance of two- or three-wheel vehicles and quadricycles		x	x
Regulation 134/2014	Environmental and propulsion unit performance requirements		x	x
Regulation 3/2014	Vehicle functional safety requirements		x	x
Regulation 44/2014	Vehicle construction and general requirements		x	x
Regulation 901/2014	Administrative provision		x	x
Directive 2001/95/EC	General product safety (GPSD)	x	x	x
Directive 2006/42/EC	Machinery	x		
Directive 2006/66/EC	Battery Directive (BD)	x	x	x
Directive 2011/65/EC	Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)	x		
Directive 2012/19/EU	Waste of electrical and electronic equipment (WEEE)	x		
Directive 2014/30	Electromagnetic compatibility (EMC)	x		
Directive 2014/35/EU	Voltage limits (VLD)	x		
EN 15194 (2009) standard	Electrically Power Assisted Cycles (EPAC)	x		
EN 50604 (2016) standard	Secondary lithium batteries for light electric vehicle applications	x		

Afbeelding 22. Overzicht Europese richtlijnen, verordeningen en normen LEV's.

In de (in de afbeelding hierboven) als eerste genoemde Verordening (EU) nr. 168/2013 van het Europees Parlement en de Raad van 15 januari 2013 betreffende de goedkeuring van en het markttoezicht op twee- of driewielige voertuigen en vierwielers²⁰ zijn de eisen voor toelating vastgelegd voor twee- en driewielige voertuigen en vierwielers. De bromfiets (inclusief de snorfiets, de speed pedelec en de e-step met zadel) en de brommobiel vallen ook onder deze verordening. Een onafhankelijke goedkeuringsinstantie beoordeelt of een voertuig voldoet aan de Europese eisen en hiermee of deze op de weg mag. In Nederland herken je deze voertuigen aan een blauwe of gele kentekenplaat. Aan de hand van de kentekenplaat wordt duidelijk welke nationale eisen gelden voor het gebruik (helm,

²⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168&from=EN>

rijbewijs) en de plaats op de weg. Gehandicaptenvoertuigen, bepaalde elektrische fietsen, voertuigen zonder zitplaats en zelf balancerende voertuigen zijn uitgesloten van deze verordening.

Naast de richtlijnen/verordeningen/normen uit afbeelding 22 is er ook de *Richtlijn 2014/94/EU van het EP en de Raad over de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen*. Daarbij hoort specifiek de *Gedelegeerde Verordening (EU) 2019/1745 van de Commissie van 13 augustus 2019 als aanvulling en wijziging van Richtlijn 2014/94/EU van het Europees Parlement en de Raad op het gebied van oplaadpunten voor motorvoertuigen van categorie L (brom- en motorfietsen)*.¹

{Noot: de in oudere bronnen genoemde NEN-EN 14764 is ingetrokken, zie <https://www.nen.nl/nen-en-14764-2006-en-104272>}; EN-ISO 4210 is tegenwoordig de norm}.

Online is ook een mondiaal overzicht voor de regels en het toelatingsbeleid, voor met name balanceer-LEV's (Segway-achtige apparaten en hoverboards) te raadplegen.²¹

Voor LEV's verwijzen we ook naar Reglement nr. 136 van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties (VN/ECE) — *Uniforme bepalingen voor de goedkeuring van voertuigen van categorie L wat de specifieke voorschriften voor de elektrische aandrijflijn betreft* [2019/1120]. Ook noemen we Richtlijn 2014/94/EU van het EP en de Raad over de uitrol van infrastructuur voor alternatieve brandstoffen en specifiek de bijbehorende Gedelegeerde Verordening (EU) 2019/1745 van de Commissie van 13 augustus 2019 tot aanvulling en wijziging van Richtlijn 2014/94/EU van het Europees Parlement en de Raad op het gebied van oplaadpunten voor motorvoertuigen van categorie L (brom- en motorfietsen).¹

ADR, RID, ADN

De internationale transportregelgeving, in Nederland 1-op-1 overgenomen in het VLG²², VSG²³ en VBG²⁴ kent voorschriften voor Li-ion-batterijen, die in losse vorm onder UN-nummers 3090 en 3481 dienen te worden vervoerd.²⁵ Indien accu's/batterijen in apparaten komen, dan komen UN 3091 en UN 3481 in aanmerking, terwijl juist in vervoermiddelen dan ook nog UN 3171 leidend kan zijn.

Ontwikkelingen

Naast Europese normen worden ook verschillende gesprekken gevoerd over LEV's op Europees niveau. Zo is er nu overleg in de organen van de EU over LEV'S met een beperkte massa en snelheid. Vaak vallen deze voertuigen namelijk buiten de wettelijke regelgeving en aansprakelijkheid (Motor Insurance Directive (MID) [2009/103/EC; huidige versie EU/2021/2118] en de Europese richtlijn voor de Wam-verzekeringen). De MID is in december 2021 aangepast waardoor alle motorvoertuigen met beperkte massa en snelheid niet meer onder de Wam-richtlijn vallen. De redenering was dat deze voertuigen weinig schade kunnen leveren waardoor geen aansprakelijkheidsverzekering afgesloten dient te worden. Nu is het aan de lidstaten zelf om hier andere keuzes in te maken en bijvoorbeeld wel een aansprakelijkheidsverzekering te verplichten.

Verder houdt de LEVA-EU, de Europese branchevereniging, zich ook bezig met LEV's. De branchevereniging helpt leden met het begrijpen van regels om er op die manier voor te zorgen dat producten voldoen aan de juridische eisen die aan LEV's gesteld worden voor het toelaten ervan op de markt.

3.3 Normen en richtlijnen

Hoe in de praktijk regels ingevuld worden, zijn er weer onderliggende normen en richtlijnen van toepassing voor LEV'S. Dit is in de onderstaande tabel weergegeven. Deze tabel is een hulpmiddel voor het wegwijs worden en betreft geen complete opsomming van alle mogelijke verbanden met LEV's en/of accu's.

Norm

Toelichting

²¹ https://www.wikiwand.com/en/Personal_transporter

²² VLG: *Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen*

²³ *Regeling vervoer over de spoorwegen van gevaarlijke stoffen*

²⁴ *Regeling vervoer over de binnenwateren van gevaarlijke stoffen*

²⁵ <https://www.ilent.nl/onderwerpen/wet-en-regelgeving-gevaarlijke-stoffen/besluit-vervoer-gevaarlijke-stoffen>

EN 17128:2020 [ingegaan 30-04-2021]	Lichte gemotoriseerde voertuigen voor het vervoer van personen en goederen en gerelateerde voorzieningen en niet onderworpen aan type goedkeuring voor gebruik op de weg - Persoonlijke lichte elektrische voertuigen (PLEV) – Veiligheidseisen, beproevingsmethoden en keuringsmethoden voor elektrische voertuigen, inclusief LEV's.
EN 50604	Deze norm gaat in op de oplaadbare lithium accu's die toegepast worden op LEV's. De norm specificeert test procedures en beschrijft veiligheidseisen voor afneembare accu's. De norm gaat in op het gebruik van de accu, niet op de opslag, productie, reparatie etc. Zie https://www.nen.nl/nen-en-50604-1-2016-a1-2021-en-285781 .
PGS-37-2	Een genummerde Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS) is een document uit de officiële PGS-serie en behartigt primair de veiligheid van een chemische stof of van een object of product dat vanwege de gevaarlijke eigenschappen aan de gegeven voorschriften en veiligheidsmaatregelen dient te voldoen. Weliswaar is deze richtlijn nog in conceptfase, maar een deel van de inhoud is van aanzienlijk belang, vooral voor winkels en organisaties die veel LEV's hebben dan wel veel (losse) batterijen in voorraad hebben. De informatie is nuttig en actueel, vooral voor bedrijven.
IEC-61851	Een algemene, brede norm voor het laden van elektrische voertuigen is de IEC-61851. Deze norm, met enige tientallen sub-normen is nog steeds in verdere ontwikkeling. Het is de intentie dat deze overgaat in de redelijk vergelijkbare SO-15118. In deze norm is opgenomen dat in verschillende landen het laden via een klassiek stopcontact niet is toegestaan.
EN15194:2017 en EN15194:2017+A1:2022	Voor categorie 5 (E-Bike [eigenlijk is EPAC beter]) relevant. NB: De NEN-EN 50604-1:2016/A1:2021 verwijst ook naar: NEN-ISO 6469-1:2019 en Elektrisch aangedreven wegvoertuigen - Veiligheidsspecificaties - Deel 1: Oplaadbare energieopslagsystemen (RESS), zie https://www.nen.nl/nen-iso-6469-1-2019-en-258515 "

Tabel 3. Overzicht relevante normen en richtlijnen LEV's

4 Onderzoeksresultaten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de volgende onderzoeksvragen: *Wat zijn per type LEV en/of accu de risico's voor de verschillende (brand)veiligheidsaspecten?* en *Welke maatregelen helpen om de risico's te mitigeren en welke kennishiaten zijn er?*

In paragraaf 4.1 wordt een overzicht weergegeven van de mogelijke risico's in meer algemene zin en vervolgens is in paragraaf 4.2 een dwarsdoorsnee gemaakt vanuit de realiteit van kleine en grote incidenten. Daarna volgt in paragraaf 4.3 een analyse van de incidenten. Tezamen geven deze paragrafen antwoord op de eerste onderzoeksvraag. In paragraaf 4.4 volgt een uiteenzetting van de mogelijke en geadviseerde beheersmaatregelen welke antwoord geeft op de tweede onderzoeksvraag.

4.1 Het risico: kans en effect

De gangbare omschrijving van een risico is 'kans * effect'. Toepassing van deze definitie van een risico vereist wel een kwantitatieve valide onderbouwing. In dit rapport is het om verschillende redenen niet haalbaar om in dit stadium een gedegen, wetenschappelijke benadering van het brandrisico's van LEV's in kaart te brengen. Meerdere aspecten staan een goede kwantificering in de weg. Deze aspecten worden onderstaand nader toegelicht.

1. Kansfactor

Kwantificering van de kansfactor wordt bemoeilijkt door de volgende aspecten:

- Goede toekenning van de kans vergt dat het juiste²⁶ aantal incidenten bekend is, dit is nu niet het geval;
- Goede toekenning van de kans vergt dat er inzicht is in de oorzaak van een incident, vooral het onderscheid tussen onopzettelijke incidenten en brandstichting, dit is nu niet het geval;
- Goede toekenning van de kans vergt dat de omvang van de 'populatie' (het totaal aantal LEV's of een deelverzameling, zoals e-scooters) bekend is, dit is nu beperkt het geval.

Daarnaast hebben de volgende aspecten invloed op de kans van ontbranding:

- De variatie in ontwerp en eigenschappen;
- De leeftijd (bouwjaar/productiedatum);
- De uitwerking van maatregelen kan de kansfactor beïnvloeden, de mate waarin vergt gedegen inzicht in de merites van de maatregel.

Aangezien er geen centrale registratie van brandincidenten van LEV's plaatsvindt is het feitelijke aantal incidenten niet bekend. Richtinggevend, meermaals vermelde ruwe inschattingen uit het veld (onder andere brandweer, verzekeringen Nationale Nederlanden²⁷) komen uit op gemiddeld 1 brandende accu per dag bij het optellen van alle accu's (inclusief laptops, telefoons, tuingereedschap etc.) en minstens 1 keer per week binnen de categorie van LEV's. Met behulp van diverse bronnen zou dit beeld aangevuld kunnen worden om hooguit de ondergrens te kunnen bepalen. Bronnen kunnen instanties zijn (verzekeringen, brandweer, politie, organisaties als Salvage enzovoort) of mediaberichten. Echter, levert een dergelijke inventarisatie, ondanks de voordelen van Internet en Google, geen betrouwbare weergave op van de werkelijkheid.

Uit mediaberichten is wel duidelijk dat er echte brandincidenten zijn. Als voorbeeld een tweetal branden, die veel impact hebben gehad. Dit is de brand waar in één keer meer dan 100 elektrische scooters verloren²⁸ gingen, het andere voorbeeld betreft een heel distributiecentrum in Almelo van Picnic²⁹.

²⁶ Bij het in brand geraken van uiteindelijk een x aantal (stel: 8) LEV's die vlakbij elkaar stonden gestald, zijn er 8 uit de populatie met brand belast in één (oorspronkelijk) incident. Men kan in principe kiezen tussen 1 of 8 als onderdeel [de noemer] van de kwantificering van de kans. Niet iedere analist zal dezelfde keus maken.

²⁷ <https://www.tweewieler.nl/49021/accukast-zorgt-volgens-risicodeskundige-bart-van-de-broek-voor-schijnveiligheid>

²⁸ <https://www.flashphoto.nl/nieuws/11173/zeer-grote-brand-in-loods-linschotenstraat-rotterdam.html>

²⁹ <https://www.rtinieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/5320337/grote-brand-distributiecentrum-picnic-almelo>

Voor een aantal sectoren is kennis van de oorzaken van branden van zeer groot belang, juist om deze gebeurtenissen uit te sluiten. Het betreft natuurlijk alle LEV-leveranciers en –verkopers, en de accusector, maar bijvoorbeeld ook de veiligheidsregio's en de verzekeringsbranche. Onder andere bij Nationale Nederlanden houdt men zich bezig met het vergroten van het inzicht in LEV-gerelateerde branden. Met praktijktesten op schaal in binnen- en buitenland wordt kennis opgedaan over het krachten spel van drukopbouw bij thermal runaways en de (on)geschiktheid van allerlei beschermingskasten. In publicaties en via videobeelden wordt kennis hierover overgedragen naar belangrijke counterparts, zoals de winkelbranche, bezorgdiensten of stallingbeheerders. Uit een interview met een betrokkene bij deze organisatie is gebleken dat er meer aandacht nodig is voor retailers en met name hun voorraden aan tweedehands voertuigen. Gebruikte en afgestane voertuigen, waarvan er bij fietsen en scooters al veel bestaan, hebben grotere kans op imperfectie van het laadsysteem en zijn latent brandgevoeliger.

2. Effectfactor

Effecten zijn in deze context ruwweg te verdelen in gezondheidseffecten, economische schade en milieuschade. De preventie van ernstig letsel (gewond of letaal) is de primaire insteek voor het beoordelen van het brandrisico van LEV's, terwijl het voorkomen van grote materiële schade uiteraard niet licht wordt opgevat.

Ieder incident is uniek. Dat betekent in deze context dat alle ingrediënten tezamen de afloop bepalen waarbij nooit alle ingrediënten exact hetzelfde zullen zijn. Het effect van een LEV-gerelateerd brandincident is al snel aanzienlijk. Mocht het beperkt blijven tot alleen een rookeffect (hetgeen vaak de eerste stap is in het ontbrandingsproces van een accu) dan is er over het algemeen rookschade, maar daarnaast kan er ook gezondheidsschade optreden omdat de rook meestal giftig is. Indien daadwerkelijk brand ontstaat dan zal het voertuig (of de losse accu) waarschijnlijk onbruikbaar worden en is het afhankelijk van diverse omgevingsfactoren in hoeverre enige of grote escalatie plaatsvindt. Voornamelijk hier ligt de focus in dit rapport. Grote escalatie is mogelijk, althans waar het de economische schade betreft. Het is tot nu toe mede een kwestie van geluk dat – in Nederland (voor zover bekend) – zwaar letsel is uitgebleven. De ernst, het aantal en de omvang van incidenten dienen als een waarschuwing voor de toekomst, juist ook omdat de aantallen LEV's snel toenemen. Maatregelen worden daarom nodig geacht. In stallingen is er toegenomen aandacht, op overige plekken, zoals in de treinen niet.

Om te accentueren dat de aard van branden in en van lithium-ion accu's/-batterijen niet 'gewoon' is, maar relatief heftig (en daardoor extra gevaarlijk) kan worden verwezen naar verscheidene beschikbare video's op internet (waaronder een door de politie van Almere geplaatste video van een e-step-incident³⁰). Een dergelijke brand zelf gaat snel en fel en kan dus overslaan op ander brandbaar materiaal in de nabije omgeving. De temperatuur nabij de vuurbron kan kortstondig tot ruim boven de 1000°C oplopen. Verder is er sprake van giftige, bijtende rook, en soms explosies en het rondvliegen van projectielen (van de accu zelf of objecten rondom de accu). Daarnaast is het bestrijden en blussen een knelpunt (zie elders in dit rapport bij Incidentmanagement, par. 4.4.4).

Effecten kunnen gekwantificeerd op het gebied van gezondheid, economische schade en milieuschade. Omdat er onvoldoende feitelijke informatie beschikbaar is van deze effecten is een dergelijke kwantificering die de werkelijkheid weerspiegelt niet in dit rapport opgenomen.

Formele documentatie

Het brandrisico van li-ion-accu's is bekend binnen de formele documentatie. Hoofdstuk 6 van de circulaire³¹ uit 2020 beschrijft expliciet wat er mis kan gaan:

6. De risico's

In hoofdstuk 1 is aangegeven dat er risico's zijn met betrekking tot lithium-ion energiedragers. Daarbij is het thermisch 'op hol slaan' (thermal runaway) een bepalende factor. Dieperliggende oorzaken kunnen zijn (combinaties van) productiefouten, ontwerpfouten of storingen in het BMS waardoor bijvoorbeeld overlading plaatsvindt, externe factoren zoals trillingen, schokken of beschadiging door een impact, zoals door vallen of door een aanrijding, alsmede een omgevingsbrand of blikseminslag. Ook

³⁰ De politie in Almere vraagt aandacht voor een video-opname die goed laat zien hoeveel rookontwikkeling mogelijk is, en vervolgens de felheid van een brand, zie op: <https://ms-my.facebook.com/PolitieAlmereStadHaven/videos/repost-van-brandweetjesniet-alleen-giftige-rook-maar-ook-duidelijk-een-thermal-r/740022100656585/>.

³¹ Staatscourant nr. 34193, 1 juli 2020.

kan veroudering of diepontlading leiden tot falen van de energiedrager met een daarop volgende ontbranding. Een bron van risico kan voorts zijn ondeskundig onderhoud of ondeskundig uitgevoerde montages of reparaties. Dit bijvoorbeeld door het op verkeerde wijze vervangen van (temperatuur)sensoren of (groepen van) energiedragers in een eenheid. Daarbij kan een ongebalanceerde samenstelling van een batterij ontstaan. Het gevaar bij ontbranding is de hitteontwikkeling, boven de 1.000°C, en sterke hittestraling van een lithium-ion energiedrager in geval van brand en de vorming van giftige rook die waterstoffluoride en lithiumhydroxide en andere giftige ontledingsproducten bevat. Dit laatste is mede afhankelijk van de samenstelling van de energiedrager, in het bijzonder de samenstelling van de elektrolyt. De brandbaarheid wordt veroorzaakt doordat elektrolyt ontleedt en reageert met vocht uit de lucht en de elektrolyt is opgelost in een brandbaar organisch oplosmiddel. Bij ontbranding kan het lithium reageren met vocht en zuurstof uit de lucht.

Uit testen bij onder andere de Technische Universiteit Eindhoven en uit praktijksituaties is voorts gebleken dat energiedragers die in thermal runaway overgaan soms wel en andere keren niet tot ontbranding komen. In het laatste geval is er alleen een chemische reactie die gepaard gaat met hoge temperaturen, het vrijkomen van giftige gassen en fysische explosies, doordat het omhulsel bezwijkt onder de druk van de gassen. Als eenmaal een thermal runaway plaatsvindt bij een energiedrager of een groep energiedragers, is de situatie uiterst moeilijk te stabiliseren. Dit wordt veroorzaakt doordat alle ingrediënten om een brand te onderhouden in een lithium-ion cel aanwezig zijn. Er is bijvoorbeeld geen externe zuurstof nodig om de brand te onderhouden. Doordat veelal meerdere cellen bijeengepakt zijn, is de kans groot dat oververhitting van een cel leidt tot oververhitting van de andere cellen, waardoor een kettingreactie ontstaat. De bundeling van cellen belemmert voorts de toegankelijkheid, wat ook de mogelijkheden voor bestrijding beperkt. Voor dicht op elkaar geplaatste cellenpakketten geldt dit temeer. Er is pas weer sprake van een veilige situatie als alle elektrische- en chemische energie uit de energiedrager is geneutraliseerd.

4.2 Incidenten in de praktijk

Uit dit onderzoek blijkt dat incidenten niet alleen in het (recente) verleden plaatsvonden, maar ook in de actualiteit. Iedere week zijn er nieuwe brandgevallen aan de orde, tot op de dag van vandaag. Het is een frequente aangelegenheid.

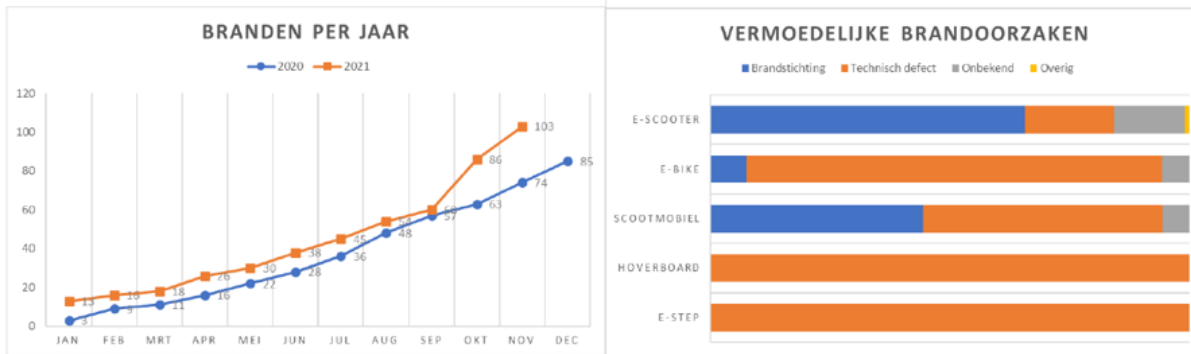
In bijlage 5 presenteren we voor de beeldvorming een overzicht van een aantal kleine en grote incidenten.

Naast het overzicht op basis van internet research is er van twee instanties die statistiek bijhouden informatie ontvangen, namelijk van het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV) en Stichting Salvage.

Het NIPV presenteerde in juni 2022 een eigen overzicht van branden met LEV's, inclusief en onderscheidenlijk met de oorzaak brandstichting. Op basis van mediaberichten is de data verzameld. Dit geeft het volgende beeld (zie afbeelding 23):

Voorlopige resultaten

2020: 85 branden
 2021: 103 branden (d.d. 30-11-2021)



Afbeelding 23: Resultaten LEV branden NIPV o.b.v. mediaberichten.

Duidelijk is dat een stijgende trend te zien is met betrekking tot het aantal incidenten. Daarbij moet vermeld worden dat er ook een stijgende trend te zien is in het aantal voertuigen. Of er een causaal verband is tussen het aantal incidenten en het aantal voertuigen is niet duidelijk. Verder zijn de meest voorkomende oorzaken volgens het NIPV-onderzoek technisch effecten en brandstichting.

Juist bij het voltooien van het voorliggende rapport bracht NIPV een actuelere versie uit, met weer andere doorsneden van de incidentenstatistiek, zie "Analyse mediaberichten van branden met Light Electric Vehicles 2020-2022" op de website van NIPV.

Ook Stichting Salvage houdt een registratie bij. Stichting Salvage wordt regelmatig ingeschakeld als nazorg na een brand. Vanuit die registratie kunnen branden met betrokkenheid van LEV's gefilterd worden. Stichting Salvage heeft daarbij de volgende filter toegepast: incidenten uit 2021 tot oktober 2022; hoofdoorzaak 'brand'; betrokkenheid van elektrische voertuigen. Alle meldingen met scooters of fietsen waarvan niet zéker was of deze elektrisch waren, of de meldingen waarbij scooters opzettelijk in brand zijn gestoken zijn er uitgehaald. Deze filteractie levert het volgende beeld op:

Voor het jaar 2021 zijn bij Stichting Salvage, op basis van genoemde zoektermen, **95 branden** met zekere aanwezigheid van LEV's bekend (zie afbeeldingen hieronder).

Jaren (meldingincidentdatumtijd) 2021		Jaren (meldingincidentdatumtijd) (Meerdere items)	
Rijlabels	Aantal van meldnummer	Rijlabels	Aantal van meldnummer
<input type="checkbox"/> Aanwezig	1	<input type="checkbox"/> Aanwezig	1
Scootmobiel	1	Scootmobiel	1
<input type="checkbox"/> Gevolgschade	7	<input type="checkbox"/> Gevolgschade	12
Elektrische fiets	4	Elektrische fiets	6
Scootmobiel	3	Scootmobiel	5
<input type="checkbox"/> Oorzaak	87	Brommobiel / Bromfiets	1
Elektrische fiets	48	<input type="checkbox"/> Oorzaak	146
Elektrische step	5	Elektrische fiets	87
Hoverboard	1	Elektrische step	8
Motorfiets	2	Hoverboard	1
Scootmobiel	5	Motorfiets	2
Brommobiel / Bromfiets	3	Scootmobiel	7
Elektrische scooter	23	Brommobiel / Bromfiets	5
Eindtotaal	95	Elektrische scooter	36
		Eindtotaal	159

Afbeelding 24: Cijfers incidenten LEV's Salvage 2021

Afbeelding 25: Cijfers incidenten LEV's Salvage 2021 + 2022 (tot oktober)

Omdat Salvage zelden bij kleinschalige branden wordt ingeschakeld, geeft dit overzicht een indruk van LEV-branden met een flinke omvang.

Internationaal

Een voorbeeld van een recent, zwaar incident in New York. In een hoog woonblok in New York was een e-bike verantwoordelijk voor een grote brand [Firefighters perform a rope rescue after a fire broke out inside a high-rise building on East 52nd Street in Manhattan on Nov. 5, 2022.].³²

“In Manhattan in New York zijn zeker 38 mensen gewond geraakt door een brand op de twintigste verdieping van een appartementencomplex. De politie meldt dat de brand is veroorzaakt door een lithium-ionbatterij. De brand brak omstreeks 10.25 uur uit in een 37 verdiepingen tellende woontoren in 429 east/52nd street, niet ver van het hoofdkwartier van de Verenigde Naties. De autoriteiten denken dat de bewoners van het appartement waar de brand uitbrak bezig waren met het repareren van fietsen. De New York Times meldt dat er vijf e-bikes in de woning stonden, in weerwil van het verbod om e-bikes mee het gebouw in te nemen.”³³

Deze gebeurtenis is bijzonder, omdat het in de hoogbouw heeft plaatsgevonden. Een ander aspect, namelijk het mogelijke sleutelen aan of manipuleren van de accu kun je tegenwerpen als een argument waarom deze brand niet echt representatief is voor ‘het intrinsieke brandrisico van LEV’s’. Toch is dit de praktijk; het intrinsieke brandrisico kan door hobbyisten worden gewijzigd; dit komt ook in ons land voor. Van belang is hier de omstandigheid dat het een zeer groot woongebouw betrof. Het roept de vraag op of we in Nederland goed zijn voorbereid op een incident met een LEV, of een LEV-batterij, in een groot en/of hoog gebouw.

4.3 Analyse

Bij het overzien van de ontwikkelingen bij de typen LEV's, de accu's, de wet- en regelgeving enerzijds en de casuïstiek van LEV-gerelateerde branden anderzijds, is er een indicatie van een brandrisico. Het toenemend aantal incidenten geeft reden om inspanningen die bedoeld zijn om branden te voorkomen op te voeren. Bij het streven naar minder incidenten is een interventieprogramma op het gebied van gedrag door bedrijfsmatige gebruikers en consumenten aan te raden.

³² <https://nypost.com/2022/11/05/fdny-battling-high-rise-blaze-on-nycs-east-52nd-street/>

³³ <https://nos.nl/artikel/2451232-tientallen-gewonden-in-new-york-bij-brand-door-batterij-e-bike>

Kwetsbaarheid: een gave accu is gevoelig voor een reeks van externe invloeden, waaronder warmte/hitte, vocht en mechanische belasting (vallen, stoten, botsen) en een reeks van interne invloeden, waaronder overladen, ongelijkmatig of met verkeerde adapters laden en langdurige 'leegstand' (geen vermogen). Ieder type invloed brengt in potentie een toegevoegd risico mee. Aan de buitenzijde van de accu, de behuizing, is meestal niets te zien van achteruitgang van de kwaliteit.

Schadelijke werking: lithium-ion batterijen hebben intrinsiek veel power en kunnen in een grote dosis energie voorzien. Die energie dient lichte tot zware vervoersmiddelen plus gebruikers en overige aanwezige mensen, dieren of goederen in beweging te brengen of te houden.

Maar bij het onverwacht en onbedoeld vrijkomen van diezelfde energie, dus tijdens een reëel incident, gaat dit zo krachtig en onbeheerst dat de schadelijke werking meestal fors is. Dit initiële, felle en ongezonde effect, kan in diverse omstandigheden leiden tot escalatie. Consumenten zijn zich niet bewust van de risico's die aan de producten zitten die ze kopen. Hier ligt een taak voor de branche om dit bewustzijn te vergroten.

De thema's van *stallen en laden* zijn van groot belang voor het verminderen van het brandrisico. Gedrag van gebruikers bepaalt voor een deel óf er een incident gaat plaatsvinden, én hoe dat zou kunnen aflopen. Onder gedrag is uiteraard ook inbegrepen dat de eigenaar van een LEV zelf zorgt voor goed onderhoud, zowel in de eigen omgeving als bij het kiezen van een onderhoudsservice-verlener.

Het gedrag is niet de exclusieve factor. Denk aan productiefouten in een accufabriek, daar kan men zich moeilijk tegen wapenen.

4.4 Beheersmaatregelen

Om verbeteringen en maatregelen te kunnen nemen is de eerste stap dat het brandveiligheidsprobleem van LEV's wordt ingezien door een brede groep van stakeholders. Dat dit zo is, blijkt wel uit de verscheidene beheersmaatregelen die in de afgelopen tijd zijn bedacht en ontwikkeld, zoals beschermingskasten en testapparatuur. Toch vinden er tot op de dag van vandaag nog steeds kleine en grote branden plaats. Het betekent dat er meer maatregelen nodig zijn. In ieder geval voorlichting aan consumenten, maar ook bij voorkeur een verandering van de kwetsbaarheid en/of de schadelijke werking, dus een technische aanpassing. Zolang de chemie en de fysica van accu's niet ook wordt gemodificeerd is een grote teruggang in incidenten niet zomaar te bereiken.

In deze paragraaf worden mogelijke beheersmaatregelen weergegeven die genomen kunnen worden om brandrisico te mitigeren. In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt tussen preventieve maatregelen en repressieve maatregelen. Binnen de preventieve en repressieve maatregelen wordt vervolgens onderscheid gemaakt tussen drie soorten maatregelen: gericht op gedrag, techniek en organisatie.

4.4.1 Type maatregel: gedrag

1) Voorlichting over laden

Voorlichting over het op de juiste en meest veilige wijze van gebruiken, laden en stallen van LEV's voor consumenten is een belangrijke beheersmaatregel. Zorg dat voorlichting duidelijk en simpel is (bijvoorbeeld door gebruik te maken van factsheets). Bekijk ook de mogelijkheden om voorlichting over laden in gezamenlijkheid met andere producten op te pakken. Veilig laden gaat over meer dan alleen LEV's. Zo is er reeds ook subsidie ontvangen voor burgervoorlichting over energietransitie waarbij de publieksvoorlichtingscampagne 'Veilige energietransitie in- en om huis' opgepakt is door de netwerken Veilige Energietransitie (VET) en Brandveilig Leven (BVL)³⁴. Dit zijn de netwerken van Brandweer Nederland.

Op dit moment zijn er al diverse voorlichtingsbrochures, -campagnes en -websites beschikbaar waarop diverse informatie te vinden is. We noemen onder andere:

³⁴ <https://www.brandweernederland.nl/nieuws/enthousiast-van-start-met-publieksvoorlichting-veilige-energietransitie/>.

1. In de brochure van DOET³⁵ worden vele adviezen en maatregelen gedeeld met betrekking tot het laden van elektrische personenauto's. Zo wordt onder andere uitgelegd welke voorzieningen geschikt zijn voor veilig opladen en welke niet. Onder meer wordt het gebruik van granny kabels (laadkabels voor personenauto's die gebruikt kunnen worden op het normale stopcontact) voor LEV's afgeraden. Ook wordt aanvullende informatie over het BMS (Battery Management System) en over de bijkomende risico's van een brand (steekvlammen, giftige stoffen, elektrocutiegevaar) gegeven.
2. Op de website www.iklaadaccuraat.nl (een campagne op initiatief van de RAI Vereniging in samenwerking met de brandweer en BOVAG) worden diverse tips gegeven over het veilig opladen en onderhouden van de accu.
3. Het LEV Kenniscentrum (onderdeel van HAN Automotive Research [Ref 04]) heeft een document opgesteld waarin het stallen en laden van diverse typen LEV's in de Nederlandse situatie wordt beschreven. In dit document wordt ook aandacht geschonken naar veilig laden.
4. Op de website van Allianz wordt in een blog beschreven hoe je brand in de accu van je e-bike kan voorkomen.³⁶ Kernboodschap is om altijd dezelfde lader te gebruiken die je bij het voertuig hebt ontvangen. Niet geschikte accu's kunnen snel beschadigen of oververhit raken.
5. Ook hulpdiensten geven voorlichting. Zo vraagt de politie in Almere via sociale media aandacht voor een video-opname waarin de rookontwikkeling en felheid van een brand van een elektrische step wordt getoond.³⁷
6. In het kader van voorlichting geeft de ANWB een aantal tips voor het opladen van de elektrische fiets³⁸ (zie onderstaande kader).

³⁵ <https://doetdoet.nl/lobby/factsheet-veilig-opladen-in-parkeergarages>

³⁶ <https://blog.allianz-assistance.nl/voorkomen-dat-de-accu-van-je-e-bike-in-brand-vliegt/>

³⁷ <https://ms-my.facebook.com/PolitieAlmereStadHaven/videos/repost-van-brandweetjesniet-alleen-giftige-rook-maar-ook-duidelijk-een-thermal-r/740022100656585/>

³⁸ <https://www.anwb.nl/fiets/fietsaccu/fietsaccus-en-veiligheid>

Tips voor de zomer

Het is voor de levensduur en veiligheid van de accu niet verstandig om je e-bike uren achtereen in de volle zon te stallen. Neem de accu indien mogelijk mee en bewaar 'm in de schaduw of koele plek. Is dit niet mogelijk? Dek de accu dan in ieder geval af zodat direct zonlicht geen invloed heeft op de accu. Zo zorg je er in ieder geval voor dat de temperatuur in de accu niet te hoog oploopt. Dit geldt ook voor accu's die in het frame zijn geïntegreerd.

Tips voor thuis

Wie zijn fiets thuis oplaadt, doet er verstandig aan dat niet in huis te doen. Zet de fiets op een stabiele ondergrond. Zorg dat de accu niet kan vallen. Plaats een rookmelder op de plek waar de fietsaccu ligt en zorg voor een brandblusser in de buurt. Ook al wordt het 's winters koud, het is niet verstandig de e-bike én de accu naar je verwarmde huis te verhuizen. Laat 'm gewoon in de schuur, opslag of garage staan. En gebruik de fiets ook als het wat kouder is toch geregeld, want dat is beter voor de accu. Een accu voelt zich er prettiger bij als deze op gezette tijden wordt ontladen en weer wordt opgeladen. Een accu die veel gebruikt wordt, doet het in de regel beter dan een accu van een fiets die lang heeft stilgestaan. Wellicht overbodig, maar toch: zet de fiets ook niet op een plek die je vluchtweg afsluit.

Tips voor onderweg:

Als je de fiets meeneemt op reis, is het van belang deze veilig te vervoeren. Dat geldt ook voor de accu's. Leg deze niet zomaar los in de kofferbak. Er zijn speciale veiligheidskoffers voor fietsaccu's die onder meer het risico op stoten voorkomen. Zorg ook altijd voor een branddeken en/of blusser in de auto.

Extra tips:

- Lees de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.
- Gebruik alleen de oplader die bij de e-bike geleverd is. Zet de naam van je fiets op de lader, dit voorkomt verwarring.
- Zorg dat de oplader zijn warmte kwijt kan.
- Haal de stekker van de lader uit het stopcontact als de fietsaccu geladen is.

Is je accu gevallen, beschadigd of vervormd? Neem geen risico: leg 'm buiten neer en breng 'm naar de fietsenmaker of gespecialiseerd bedrijf en laat de accu testen.

Niet blussen met water

Mocht ondanks al je voorzorgsmaatregelen de accu tijdens het opladen toch spontaan ontbranden, gaan roken of lekken, haal dan meteen de stekker uit het stopcontact. Ga niet blussen met water, dit geeft vaak een heftige, chemische reactie. De brandweer weet wat hij moet doen, bel dus direct 112.

2) Controleren van de accu

Op de website van de ANWB wordt geadviseerd om de accu regelmatig door te (laten) meten.³⁹ Met een apparaat zoals op afbeelding 26 kan bijvoorbeeld de fietsenmaker de accu doormeten. Met het van tijd tot tijd door (laten) meten van de accu houd je de levensduur en kwaliteit van de accu goed in de gaten. Een andere mogelijke maatregel met betrekking tot het controleren van de accu is het invoeren van een accucheck (met name bij tweedehands voertuigen). Hierbij valt te denken aan een soort APK voor de accu, gemeten door een onafhankelijke organisatie.



Afbeelding 26. Accu tester

³⁹ <https://www.anwb.nl/ fiets/ fietsaccu/ fietsaccus-en-veiligheid>

4.4.2 Type maatregel: techniek

1) Alternatieve technologieën voor laden

De problemen met accu's die veroorzaakt worden door omgevingsomstandigheden of fysieke gebeurtenissen kunnen onder meer worden verminderd of geëlimineerd door een goed fysiek ontwerp van de accu en gerelateerde mechanische systemen. Echter is er (nog) nauwelijks laadapparatuur ontwikkeld die specifiek is bedoeld voor LEV's (technisch, softwarematig, betalingstechnisch, stroom- en spanningsgewijs et cetera). Als mogelijke beheersmaatregel zouden daarom specifieke, unieke laadpunten gecreëerd kunnen worden voor LEV's in de publieke ruimte. Dat kan bijvoorbeeld door één type stekker plus contactpunt te hanteren (zoals dat destijds bij de elektrische auto's ook is gebeurd), maar dan geen gewoon stopcontact (Schuko), omdat men dan ook willekeurige andere apparaten zal willen aansluiten of verbinden.

Wel kan gedacht worden aan het toevoegen van normale stopcontacten aan laadpalen (iets wat in Frankrijk ook gebeurt), maar dan wel met een toegangsbeperking zoals een pas-verplichting. Of zie bijvoorbeeld afbeelding 27 waarop een fietsdeelplatform zichtbaar is. Bij specifieke laadpunten in de publieke ruimte zal vooral gekeken moeten worden naar laadpalen voor de grotere LEV's (zoals minicar, bezorgcar, scooter, bakfiets, et cetera). Voor kleinere voertuigen geldt dat het niet aannemelijk is dat deze buiten de persoonlijke sfeer (het thuisfront) zullen worden opgeladen.



Afbeelding 27. Fietsdeelplatform Linköping, Zweden

Wat in deze studie opvalt, is dat er geen uniforme laadmethode is voor LEV's, zoals inmiddels wel voor personenauto's het geval is. [Ref 05]. Een goed voorbeeld is Oostenrijkse firma bike-energy, welke een universele lader ontwikkeld heeft met per voertuig eigen oplaadkabels die via een chip communiceren met het oplaadpunt. In deze chip is vastgelegd met welke spanning en met welk vermogen een accu mag worden geladen. Ook signaleert de chip wanneer een accu vol is waarna het laadproces wordt gestopt. Hiervoor zijn dedicated kabels (per type voertuig) noodzakelijk die elke fabrikant voor zijn voertuig dient te laten vervaardigen. Dit is relatief goedkoper aangezien hiervoor niet veel aan het voertuig dient te worden gewijzigd. De Nationale Agenda Laadinfrastructuur [Ref 05] voegt de volgende opmerkingen toe aan dit idee van bike-energy:

- De stekker dient aan laadpaal zijde te zijn vergrendeld tijdens het laden;
- De laadpaal zal moeten stoppen met laden als iemand de stekker bij het voertuig los neemt zonder eerst met een laadpas de sessie te beëindigen;
- De kabel is via een unieke code (Eprom) gekoppeld aan één bepaald voertuig, hierdoor kan de LEV-rijder niet toch de laadkabel van de buurman gebruiken.



Afbeelding 28: Voorzieningen voor laden middels de bike-energy methode

Zoals besproken is een andere technologie inductieladen waarbij geen externe laders, kabels et cetera meer aan te pas komen en het risico op gebruik van verkeerde laders wordt weggenomen (zie paragraaf 2.5.)

Laadkluisen

Als een oplossing voor het laden van de accu hebben Domino's pizza en NS inmiddels laadkluisen toegepast (zie afbeelding 16 en 29). Deze laadkluisen zijn brandwerend voor het geval het tijdens het laden misgaat. Dit is een maatregel om het effect te beperken.



Afbeelding 29: Beschermkast in gebruik bij vestigingen van Domino

Om zowel het laden veiliger te maken, als het mogelijke effect te beperken is verder onderzoek naar accu's aan te bevelen. Het Battery Safety Lab is een speciale testfaciliteit van 'De Twente Safety Campus' waar de veiligheid van accu's en energieopslagsystemen en hun toepassing in de maritieme, netgekoppelde en automotieve sector worden getest.⁴⁰ Ze verzamelen informatie van hoe en waarom accusystemen falen en ontbranden. De testervaringen- en resultaten gaan bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe normen om de veiligheid van accuopslagsystemen te verbeteren. Tegelijkertijd zal het de hulpdiensten helpen om nieuwe,

⁴⁰ <https://www.twentesafetycampus.nl/nl/battery-safety-lab/>

verbeterde protocollen te ontwikkelen voor het omgaan met branden en andere incidenten als gevolg van defecten aan accusystemen.

2) BMS verplicht stellen en specificeren, c.q. perfectioneren

Het Batterij Management Systeem is de elektronica die de staat van de accucellen bewaakt. Daarmee beheert een BMS ook de kwaliteit (status) van het gehele batterypack. Een BMS stopt het laden wanneer de maximale spanning is bereikt. Daarnaast zal zo'n systeem de laadspanning van de afzonderlijke batterijcellen balanceren. Ook kan het de stroomtoevoer onderbreken om het voltage bij te stellen. Alle automatische handelingen van een Battery Management System zijn erop gericht het maximale uit de batterij te halen. Echter, niet alle LEV-accu's beschikken over een BMS.

Gebleken is dat het BMS de brandveiligheid van LEV's kan verhogen. Echter is dit wel een kostbare maatregel. Mogelijk kan een ondergrens gesteld worden aan welke LEV's over een BMS moeten beschikken. Daarnaast zal duidelijk aangegeven moeten worden welke functionaliteiten worden verwacht.

3) Doorontwikkelen van accu's

Er zijn verschillende mogelijkheden om accu's door te ontwikkelen tot een veiligere variant. Bijvoorbeeld het LFP (lithiumijzerfosfaat)type dat een hogere temperatuur tot thermal runaway heeft, waarbij de energiedichtheid lager is; door die eerste eigenschap is het brandrisico lager. Ook kan gekeken worden naar het toepassen van electrolyten als vaste stoffen in plaats van als vloeistoffen. In huidige accu's kan het membraan lek gaan waardoor de accu kan ontbranden. Bij een accu met een 'solid state' kan dit niet gebeuren. Het Nederlandse bedrijf SURE heeft daarnaast ook accu's ontwikkeld die ze zelf als onbrandbaar op de markt zetten.⁴¹

Wie de research-inspanningen en innovaties rond accu's van nabij wil volgen, kan goed terecht bij het Battery Competence Cluster. Alle pijlers van het Cluster worden gevoed vanuit de kennisinstellingen, zoals TNO Traffic & Transport, Holst Centre, TU Eindhoven en Maastricht University. Om de activiteiten te stroomlijnen en uit te breiden is een programmabureau opgezet, bemand door Brainport Development, RAI Automotive Industry NL en Nederlands Maritime Technology. De kennisinstellingen TU/e en TNO en de industriepartners DAF Trucks, VDL, ELEO en Damen Shipyards fungeren als stuurgroep.

4.4.3 Type maatregel: organisatie

1) Stallen

Vanwege de kans op een brand bij een LEV is het raadzaam om goed na te denken over plaatsen waar de aanwezigheid van LEV meer letsel of schade kan berokkenen dan gemiddeld. Hierbij kan men bijvoorbeeld denken aan vitale installaties en infrastructuur of onvervangbare objecten, zoals tankstations, hoogspanningsstations, drinkwatervoorzieningen, nucleaire of defensietransporten, of monumenten. Illustratief hierbij is de (petro)chemische sector, ofwel de zogeheten BRZO- en BEVI-bedrijven⁴². Ook zijn er risico's in het gedrag van burgers met kleine LEV's. Accu's van e-bikes, steps en hoverboards opladen in slaapkamers, hotelkamers, op scholen of kantoren is niet wenselijk. Aangeraden wordt daarom om regels op te stellen voor elektrische fietsen en ook voor andere LEV's over waar ze wel en niet geplaatst horen te worden in relatie tot de risico's van de omgeving. Speciale aandacht vergt (de plaats van) opladen voor berijders die in grote wooncomplexen gehuisvest zijn.

2) Leren van incidenten

Uit dit onderzoek blijkt dat er grote behoefte is om te kunnen leren van incidenten. Niet alleen over de lessons learned en oorzaken, maar ook over aantallen. Om ervoor te kunnen zorgen dat de gehele branche kan leren

⁴¹ <https://www.twentesafetycampus.nl/nl/battery-safety-lab/>

⁴² BRZO: Besluit Risico Zware Ongevallen en BEVI: Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen.

van incidenten zal samenwerking plaats moeten vinden op het gebied van informatie-uitwisseling. Hierbij zijn heldere afspraken nodig over de te hanteren definities.

3) Trainen van hulpverleners

Om de effecten te beperken is de vakbekwaamheid van hulpverleners (boa's, politie, brandweer et cetera) met betrekking tot gevaren omtrent laden van LEV's en bestrijden van LEV branden van groot belang.

4) Meer wetgeving

Er is wetgeving in de maak, die gaat over de toelating van LEV's op de markt, met vooral het oog op de verkeersveiligheid (Tweede Kamer serie nr. 36269). Wat in dit traject ontbreekt is het formuleren van brandveiligheidseisen. De preventieve werking van dergelijke eisen, juist ook bij toelating, is een beheersmaatregel die naar verwachting meer waarborgen kan gaan bieden.

5) Certificaat voor laadpaal installateurs

Geadviseerd wordt om, net zoals bijvoorbeeld in de zonnepanelen sector, een certificaat te ontwikkelen voor installateurs van laadinfrastructuur voor LEV's. Vervolgens kan een database gemaakt worden waarin alle professionele installateurs worden opgenomen. Met certificering kunnen installatiefouten en daarmee brandgevaar zoveel als mogelijk te verkleinen. Te denken valt aan toepassing voor bezitters van LEV-vloten, zoals in de deelmobiliteit en de bezorgbranche.

6) Toezicht

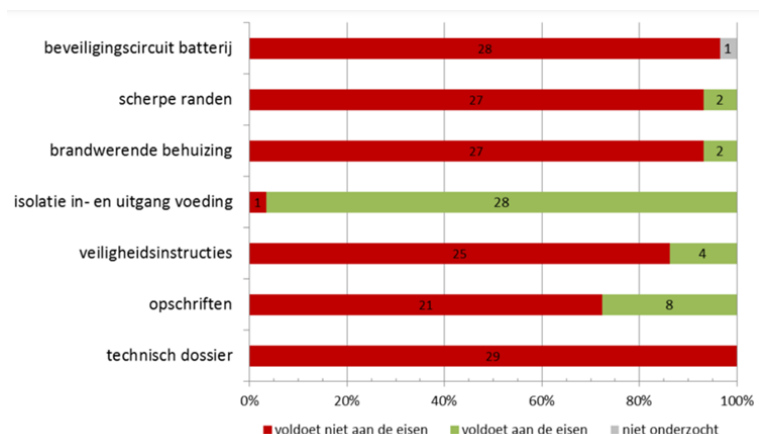
Het intensiveren van toezicht op herkomst en kwaliteit van LEV's plus accu's (ontwerp, uitvoering) wordt als een belangrijke maatregel gezien om te voorkomen dat ondeugdelijke spullen (met en zonder CE keurmerk) geïmporteerd kunnen worden.

7) Terugroepacties

Een zwaar type maatregel, maar in de praktijk ook reeds toegepast, is een terugroepactie door een leverancier. Dat kan zowel op eigen initiatief zijn of opgelegd worden. In Nederland zijn we dit (nog) niet tegengekomen, in andere landen, zoals het Verenigd Koninkrijk, wel. In dat geval ging het om een accu waarvan het brandrisico – na een incident – erkenning verkreeg van de leverancier uit Kroatië. Via de overheid werd bekend gemaakt dat er een officiële waarschuwing was uitgegaan en vervolgens een verzoek tot terugzending.

8) Verbodsprocedures

Een voorbeeld van het voorkomen van het brandrisico is de thema-actie van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) bij het onderzoek "Hoverboards 2018 – Veiligheidsonderzoek tijdens gebruik en het opladen". Men komt tot opmerkelijke resultaten (zie ook afbeelding 30): *"alle 29 onderzochte hoverboards voldoen niet aan de onderzochte eisen. De tekortkomingen zijn zodanig dat ze tot (zeer) ernstige effecten kunnen leiden, zoals brand en explosie."* [Ref 10]



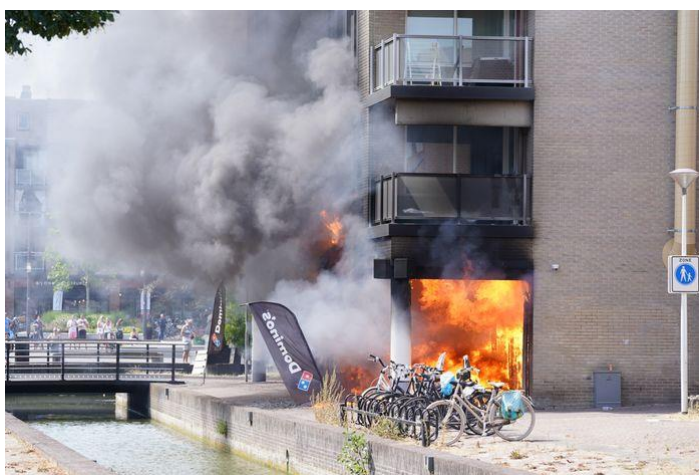
Afbeelding 30: Onderzoekresultaten NVWA Hoverboards 2018.

Het onderzoek beoordeelt 28 van de 29 met het label 'ernstig veiligheidsrisico'. Redenen die gegeven worden voor dit label zijn: de beveiliging tegen overladen van het batterijpakket ontbreekt, verkoop is verboden en/of de NVWA heeft een publiekswaarschuwing en corrigerende maatregelen geëist. Hoverboards vallen onder de Machine Richtlijn, een aanknopingspunt dat voor meer LEV's geldt en dat tot meer veiligheidswaarborgen zou kunnen leiden.

4.4.4 Incidentmanagement

Het managen van brandincidenten met betrekking tot LEV's is een belangrijk thema en valt uiteen in preventieve en repressieve aspecten. Preventieve maatregelen zijn bijvoorbeeld het correct en voorzichtig omgaan met de voertuigen. Voorlichting vanuit leveranciers, (koepel)organisaties, verzekeraars, overheden en andere betrokkenen draagt bij aan preventie van incidenten.

In deze paragraaf ligt het accent op het bestrijden van incidenten. Een eerste, algemene maar tegelijk kernachtige kwestie is de afweging tussen 'zelf iets doen' of 'alles overlaten aan de brandweer'. Zelf iets doen bij een beginnend rook- of brandincident, zoals het trekken van de stekker uit een stopcontact, het gooien van een emmer water over de accu of de LEV, het activeren van een handblusser of het bedekken met een groot stuk textiel is een neiging die veel individuen zullen hebben in zo'n situatie. Ook kan de neiging ontstaan om het object op te pakken en elders te plaatsen, hetgeen bij de zware brand bij Domino's pizza in Houten gebeurde; het object werd van binnen naar buiten gebracht, kwam te dicht bij de gevel terecht sloeg alsnog over naar het pand (zie afbeelding 31).



Afbeelding 31. Brand bij Domino's pizza in Houten (augustus 2020).

Een ander voorbeeld is een rook- en brandincident met betrekking tot een elektrische fiets in een tuin waarbij de eigenaar een vergeefse poging deed om het vuur uit te krijgen met water uit zijn tuinslag.⁴³

Als praktijkvoorbeeld van incidentmanagement (deels preventief, maar vooral ook ter verlichting van de brandweertaken en –acties ingeval van een repressie-situatie) is er het eerder genoemde rapport van IFV voor ProRail aangaande stallingen bij stations [Ref 03]. In 41 aanwijzingen is terug te vinden, hoe het incidentmanagement vorm krijgt.

Voor incidentmanagement bij de brandweer zelf is een logische invalshoek het raadplegen van interne procedures en bestrijdingsplannen, zoals de betreffende Aandachtskaart van Brandweer Nederland (zie bijlage 2). Deze kaart van vier pagina's biedt snel de nodige tips aan hulpverleners voor zowel losse accu's als LEV's waarin rook ontwikkelt of een brand begint/bezig is. Het is belangrijk dat bestrijders zich steeds realiseren dat, ondanks de afmetingen van het object, de brand grote alertheid en geduld vraagt. Zowel bij losse accu's als bij LEV's als rokend of brandend object, is een relatief zware inzet en repressie vereist. Net als bij elektrische personenauto's, waar momenteel een dompelcontainer vaak als ultieme redmiddel fungeert, is een kleinere variant daarvan een optie, die effectief is. Dat het niet noodzakelijk is om compleet te dompelen is een andere, reeds goed verkende bestrijdingsroute. Het dient te worden opgemerkt dat 'dompelen' als methode ook belangrijke nadelen heeft. Het is een dure aangelegenheid en de afvoer van de betreffende vervuilde watervoorraad in de container is aan regels gebonden. Men mag deze niet in het riool storten, maar moet het specifiek afvoeren naar de daarvoor bestemde depots. Voor de Picnic-karren die landelijk gezien onderling gelijk zijn in ontwerp en uitvoering, is een exclusieve aanpak uitgewerkt door Picnic en enkele brandonderzoekers. Er is kaartmateriaal beschikbaar [Ref 06] en ook voorlichting per video⁴⁴.

Tenslotte, voor de bestrijding van LEV- en/of accubranden is het dragen van beschermende pakken en van adembescherming ten zeerste aanbevolen, in de wetenschap dat de rook en de verbrandingsproducten onder andere lithiumverbindingen en vaak ook fluorverbindingen bevatten.

Voor gebruikers (consumenten) wordt geadviseerd dat het omgaan met accu's onderdeel wordt van de brandveilig leven campagne van de brandweer, zodat consumenten duidelijker weten wat ze wanneer moeten doen. Voor LEV's is het gelijk inschakelen van de brandweer de beste maatregel.

⁴³ Zie <https://www.facebook.com/vkmaq/videos/675891662895091/> voor inzicht in het verloop van een fietsaccu brand dat met water wordt bestreden.

⁴⁴ [Brandbestrijding accupakket elektrische bezorgauto Picnic - YouTube](#)

5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk staan de conclusies en aanbevelingen centraal. In de eerste paragraaf wordt antwoord gegeven op de in hoofdstuk 1 geformuleerde hoofdvragen. Vervolgens volgen in paragraaf 2 de conclusies en in paragraaf 3 de aanbevelingen.

5.1 Beantwoording hoofdvragen

VRAAG 1: welke LEV's zijn er op de markt of in ontwikkeling en waarvoor worden ze gebruikt?

Antwoord op deze vraag kan het beste groepsgewijs worden gegeven per categorie LEV aangezien een opsomming van elke unieke LEV een zeer lange lijst oplevert. Aantallen (de 'populatie') LEV's verschillen sterk. Wel is duidelijk geworden dat er vooral veel e-bikes zijn. Al met al kan geconcludeerd worden dat de groep LEV's een grote groep van beschikbare en aangekondigde producten vertegenwoordigen die in de meeste gevallen in de onderstaande toepassingen terug te vinden zijn. Alle in tabel 1 weergegeven elektrisch aangedreven vervoermiddelen zijn in principe aanwezig (of aanwezig geweest) bij producenten of leveranciers en vinden hun weg naar gebruikers.

Om nog vele voorbeelden van (gevarieerde typen) LEV's te zien, kan worden verwezen naar rapporten van TNO [Ref 07], van het KiM [Ref 08] en van Antea [Ref 09].

VRAAG 2: Wat zijn per type voertuig en/of batterij de risico's voor de verschillende veiligheidsaspecten?

Allereerst leidt de analyse tot de conclusie dat de meeste LEV's vatbaar zijn voor brandgevaar. Deze beoordeling hangt samen met de intrinsieke risico's van de huidige generatie van accu's, die vaak op basis van Li-ion zijn ontworpen. De kracht van de accu's in normale bedrijfsvoering is tevens de verklaring van de nadelen wanneer er sprake is van een incident; er zit veel chemische power ingebouwd en de samenstelling met energierijke, deels ongezonde stoffen, maakt de accu's tot brandgevaarlijke bronnen. Wel zijn er flinke onderlinge verschillen tussen zowel batterijen en LEV-typen.

Bij het inventariseren van de risico's spelen de volgende aandachtspunten een belangrijke rol:

- Er zijn uitneembare accu's en vaste ingebouwde accu's (õf - tijdens gebruik - vergrendelde accu's, zoals bij OV Fiets). Waar de accu zich bevindt bij een beginnende brand, maakt veel uit voor het verdere verloop (denk aan binnen/buiten, of aan accu los of in LEV).
- Losse accu's zullen bij vallen, stoten en dergelijke direct worden belast (kan schadelijk zijn), in de LEV is er redelijke bescherming tijdens vallen, maar is de kans op trillingen weer groter (bijvoorbeeld bij het rijden op ruwe stenen).
- De herkomst (leverancier), de leeftijd en vooral ook gebruiksgeschiedenis van de accu's spelen een rol.
- Het gedrag van de gebruikers verschilt sterk waardoor er verschillen ontstaan in de mate van slijtage, beschadiging, vochtinwerking, laad-situaties en dergelijke.
- Het bestrijden van een incident is afhankelijk van het LEV-ontwerp (waar zit de accu, hoe bereikbaar is deze, wat is verder in de LEV (zeer) brandbaar en dergelijke).
- De bestrijding is sowieso moeilijk vanwege de eigenschappen van accu's (water is niet verkieslijk, herhaalde herstart van de brand is aannemelijk, rook is giftig).

Door deze onderlinge verschillen, en door de veelvuldig waargenomen brandoorzaak 'brandstichting' (met name bij scooters en soms bij de andere typen LEV's) is het niet mogelijk om een betrouwbare rangorde aan te brengen in het brandrisico van de diverse LEV-typen. Het zijn ook bijna nooit de overige onderdelen van de vervoermiddelen, maar de batterijen waar het eerste rook- of brandincident ontstaat.

VRAAG 3: Welke regelgeving en normering is er? Is dit afdoende en wordt deze nageleefd?

Vanwege de vele invalshoeken is de regelgeving nog niet overal doorgedrongen bij de diverse betrokkenen, maar duidelijk is dat ze versnipperd is. Op dit moment is het LEV-kader en de daaruit voortkomende wijziging van de Wegenverkeerswet in beeld, maar deze richt zich niet op de brandveiligheid of het laden en stallen van LEV's. Verkeersveiligheid staat voorop.

Uit ons onderzoek is gebleken dat de regelgeving en normering (nog) niet afdoende is. Voor opslag van de accu's en accudragers (groothandels, winkels, fietsenstallingen et cetera) is de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers en de PGS-37-2 een goed houvast om het brandrisico te verminderen. Voor particulieren die in het bezit zijn van LEV's (en dat zijn er heel veel) is zo goed als niets geregeld. Als er, naast goede tips vanuit de sector, al regelgeving en normering is, dan is er vaak nauwelijks sprake van handhaving. Ook naleving van regelgeving gaat nog niet altijd volgens het boekje. Voorbeelden zijn het knutselen aan voertuigen (zoals het opvoeren van de snelheid), het rijden op niet toegelaten LEV's en het onnodig slordig omgaan met LEV's.

Het antwoord luidt dan ook dat de regelgeving en normering niet afdoende is om brand te voorkomen en dat er twijfel is over de mate van naleving van regels, voorschriften een aanwijzingen.

VRAAG 4: Welke maatregelen helpen om de risico's te mitigeren en welke kennishiaten zijn er?

Geconcludeerd kan worden dat het dringend gewenst is dat er meer maatregelen worden genomen. Het belangrijkste argument is dat escalatie van een op zich kleine brand in de praktijk vaak voorkomt. In het verleden hebben escalaties geleid tot het afbranden van woningen, winkels, magazijnen, distributiecentra en naburig gestalde LEV's. Om brandrisico's zo veel mogelijk te mitigeren kunnen er diverse maatregelen genomen worden. Als uitgangspunt moet hierbij gehanteerd worden dat de maatregelen concreet bijdragen aan het risico, liefst aan zowel kans als effect. We noemen:

- Op LEV's toegesneden wetgeving inzake de brandrisico's.
- Centrale registratie van incidenten met zo volledig mogelijke feitelijke informatie (toedracht, omstandigheden en dergelijke).
- Veiligheidsbeleid met een ambitieuze doelstelling ter verbetering.
- Technische innovatie van de accu's, met lager intrinsiek risico, denk aan solid-state typen.
- Heldere en opvallende communicatie/voorlichting aan de doelgroepen, bijvoorbeeld via campagnes.
- Inspectie en handhaving, zowel op toestand en conditie van de voertuigen en accu's, als het gedrag van gebruikers.
- Doordachte, veilige(r) keuzes voor de locatie van laden en stallen, in ieder geval vermindering van deze activiteit binnenshuis.

Voor kennishiaten is geen reden tot een urgente waarschuwing of een dringend advies, als men het vanuit de professionele, dat wil hier zeggen technisch-wetenschappelijke invalshoek bekijkt. De kennis is door de bank genomen voldoende bij insiders aanwezig.

Als het echter gaat om persoonlijk inzicht bij menigeen in de feitelijke brandoorzaken en -effecten van de accu's, dan is de beoordeling anders: het schort aan besef, niet alleen bij burgers maar ook bij partijen die een zekere rol kunnen spelen in preventie, denk aan BOA's, buurtwachters, bedrijfsleiders, reparateurs, koeriers, opzichters enzovoort.

Het is daarom van belang dat de boodschap, namelijk dat het brandrisico erkend en herkend wordt, goed doordringt en dat de samenleving gebaat is bij een breed verbeterprogramma om veel meer veiligheid te verwerven.

5.2 Conclusies

De uitgevoerde literatuurstudie in combinatie met de afgenomen interviews levert de volgende conclusies op:

- 1. De LEV-markt is volop in beweging, groeit sterk en brengt frequent nieuwe typen en ontwerpen voort.** Alleen al de 16 LEV's die de RDW in de loop der jaren heeft vrijgegeven voor gebruik op de openbare weg laten qua ontwerp een opvallende variatie zien. In alle LEV-categorieën zijn uiteenlopende voertuigen te vinden met leveranciers in of buiten Nederland. De groeicijfers zijn helder door de informatie van onder andere Multiscope en het CBS.
- 2. De wet- en regelgeving voor Nederland in Nederland richt zich momenteel hoofdzakelijk op toelating, verkeersveiligheid en technische veiligheidseisen, en nauwelijks op brandveiligheid.** Het LEV-kader gaat tot nog toe niet in op het risico op brand, en ook het Voorstel van Wet van eind 2022 ter wijziging van de Wegenverkeerswet niet. Lagere 'regelgeving' (de Circulaire uit 2020 en het vigerende concept PGS-37-2) besteden ruim aandacht aan het brandrisico.

3. LEV-typen vallen niet als totale groep onder één regime, er zijn uiteenlopende regelgevingen, reguleringen en normen waar LEV's onder kunnen vallen.

De term 'LEV' is nog niet vastgelegd als eenduidige aanduiding. In het LEV-kader is een beperkte groep ingedeeld en in dit rapport is juist een brede groep voertuigen inbegrepen. Hierdoor, en ook door tussenvormen (denk onder andere aan een step met trapondersteuning, of aan speed pedelecs) is de regelgeving versnipperd.

4. Het laden van LEV's kent twee kerngebieden, namelijk het laden aan een regulier stopcontact en het laden aan een laadinstallatie.

Het laden aan een regulier stopcontact vergroot de kans van een brand, in tegenstelling tot een specifieke laadinstallatie.

5. Er zijn nauwelijks specifieke laadinstallaties voor LEV's.

Afgezien van de innovaties bij inductief laden van enkele LEV's (in/op tegels) zijn er geen equivalenten voor de bekende laadpalen, lantaarnpaalaansluitingen en thuislaadpunten voor personenauto's. Die installaties zijn niet alleen puur laadtechnisch functioneel, maar ook werkzaam voor energiemanagement en – indien publiek - betalingen aan de juiste partijen; ze zijn daarmee multifunctioneel.

6. Het laden van LEV's wordt op pragmatische wijze aangepakt. Meestal binnenshuis – en al dan niet losgekoppeld van het voertuig – voor kleinere LEV's, en binnen of buiten voor grotere LEV's dan wel grotere aantallen LEV's.

Het is puur aan de bezitter of gebruiker van de LEV's, hoe men zelf omgaat met het laden. Weliswaar zijn er vaak adviezen van leveranciers van LEV's (of van de oplaadkabels en accu's) en van vele organisaties en instanties, maar de dagelijkse praktijk is niet uniform en niet altijd even goed doordacht. Uit de berichtgeving van incidenten blijkt dat men vaak niet laadt en/of stalt conform de advisering.

7. Het stallen en/of laden van LEV's heeft op verschillende risicofactoren invloed. De plek heeft invloed op het verloop van eventuele branden, het beïnvloedt de kans op escalatie en/of de hinder voor vluchtenden of hulpverleners.

Zolang het intrinsieke risico op een brand aanwezig is, vraagt de plek van stallen (ook als er niet geladen wordt, al is dit minder risicovol) om attentie. Hoe dichter op de mens, of des te krapper op looproutes, des te meer kans op een ernstiger verloop.

8. Het aantal brandincidenten in Nederland loopt in de vele tientallen per jaar, en het percentage escalaties daarbij is aanzienlijk. In andere landen is het niet anders.

Ondanks dat er geen complete registratie van LEV-gerelateerde branden wordt bijgehouden, kan met nieuwsberichten inclusief tal van foto's worden vastgesteld dat het plaatsvinden van branden een frequente aangelegenheid is.

9. In Nederland hebben LEV-gerelateerde branden, voor zover bekend, nog niet tot dodelijke slachtoffers geleid, wel tot fysieke en economische schade.

Gezien het aantal branden is het een positieve constatering dat er geen letaal letsel naar voren is gekomen uit de inventarisatie. Mede door sommige evacuaties is erger voorkomen. Wel zijn bij verschillende incidenten individuele gezondheidsklachten gemeld, bij particulieren en/of brandweermedewerkers.

10. De beschikbaarheid van veiligheidsvoorzieningen en andere maatregelen zoals instructies voor het veilig laden en omgaan met LEV's zijn er vaak wel, maar bereiken lang niet alle relevante doelgroepen of worden niet door iedereen voldoende serieus genomen.

Naar ons inzicht zijn er incidenten geweest die te voorkomen waren bij een betere verzorging (gebruik en onderhoud) van de betrokken LEV. Het ontbreekt niet aan preventie- en proactie-mogelijkheden. Er is op dit punt behoefte aan meer parate kennis, discipline en inspanning. Al dan niet naar aanleiding van incidenten is gedurende het onderzoek ook geconstateerd dat een aantal bedrijven (waaronder NS, Domino Pizza en Picnic) bezig is met het vinden van effectbeperkende maatregelen, zoals laadkluizen).

11. Het karakter van LEV-accubranden is indringend. Er komt giftige rook vrij, er is veel hitte tijdens de brand, er kunnen kleine explosies plaatsvinden en er kunnen batterijcellen of fragmenten met veel kracht vrijkomen.

De accu's voor lichte elektrische voertuigen zijn qua vermogen bewust energierijk. Die hoge mate van intrinsieke energie komt vrij bij incidenten.

12. Het bestrijden van brandincidenten die samenhangen met LEV's is een bijzondere aangelegenheid. Het vraagt om kennis en voorbereiding, van inzet van de juiste middelen, de benodigde tijd om zeker te stellen dat er geen herontsteking vanuit de bron kan optreden en om afspraken over de kosten.

Deze conclusie is vooral van belang voor relatief kleine branden. Als bij aankomst van de brandweer al escalatie heeft plaatsgevonden, zijn uiteraard tal van ontwikkelingen en gebeurtenissen van groot belang geworden.

5.3 Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen die het onderzoek heeft opgeleverd worden de volgende aanbevelingen gedaan:

A1] {Overheid} Erken het brandrisico van LEV's en kies een aanpak om het te verlagen.

Zolang het brandrisico niet erkend wordt, zal de aanpak ervan eerder langzaam dan snel resulteren in een betere beoordeling. Het ministerie van IenW kan hier samen de sector en Veiligheidsregio's een grote rol in spelen.

A2] {Overheid en aan te wijzen uitvoerder} Bouw een registratiesysteem op voor brandincidenten met LEV's met een zo compleet mogelijke beschrijving per incident.

Het opstellen van beleid en wetgeving is gebaat bij het verzamelen en benutten van realistische, betrouwbare gegevens. In tal van sectoren worden incidenten bijgehouden, echter hier is geen duidelijk kader voor, als ook een verantwoordelijke voor de registratie.

A3] {Ministerie(s)} Stel meetbare en ambitieuze beleidsdoelen ter verbetering van de brandveiligheid en concentreer daarbij op het tegengaan van escalatie.

Veiligheidsbeleid is in principe gericht op het verlagen van het aantal en vooral de ernst van incidenten. Met meetbare doelen ter reductie, en bij voorkeur het streven naar 'zero incidents', is er een concrete stok achter de deur.

A4] {Overheid en indirect burgers} Richt de wetgeving voor preventie van brand compact en overzichtelijk in en zorg voor een actieve inspectie- en handhavingstaak.

De versnipperde wet- en regelgeving is mede debet aan de incidenten in de praktijk. Bij een toekomstige unieke en goed zichtbare regelgeving rondom het brand- en escalatierisico van LEV's en meer aandacht vanuit toezichtsorganen is een veiligheidsverhoging aannemelijk. Denk bijvoorbeeld aan de mega-fietsenstallingen als doelgroep, maar ook aan zorginstellingen en seniorencomplexen (in verband met de aanwezigheid van scootmobielen).

A5] {Overheid en burgers} Organiseer communicatie en voorlichting aan burgers en bedrijven over het veilig laden en stallen.

Tot de dag van vandaag zijn er op diverse plekken in Nederland brandincidenten, mede omdat er geen notie is van het risico. Alleen al met voorlichting kunnen goede stappen worden gezet. De rol van de burgers dient interactief te worden, dat is hun plicht ook.

A6] {Stakeholders en burgers} Ontmoedig krachtig het laden en stallen in woongedeelten van woningen.

Wil men een huisbrand met noodlottige gevolgen voor zijn, dan is het nu het juiste moment om met deze visie actief aan de slag te gaan, hoe moeilijk dit ook zal zijn. Bij het opvolgen van dit advies is het verstandig eerst een brede discussie te wijden aan deze maatregel.

A7] {Overheid met batterijsector} Stimuleer de LEV-sector tot technische maatregelen, in het bijzonder in het verkleinen van de brandeigenschappen.

Het intrinsieke brandrisico is afkomstig van de LEV's. Om dit risico te verlagen is research en aanpassing van de huidige chemische samenstelling of technische structuur nodig. Het ligt voor de hand om de sector hiertoe aan te sporen.

A8] {Sectoraal} Richt themaprojecten in voor landelijke bezorgdiensten en voor organisaties binnen de deelmobiliteit; ook stallingen in gebouwen met veel aanwezigen komen in aanmerking.

In economische zin zijn de verliezen aan LEV's (al dan niet gezamenlijk met gebouwen) veelal het grootst bij bezorgdiensten en organisaties voor deelmobiliteit. Met name in deze sectoren is dus winst te behalen. Bij themaprojecten bij een bedrijf of bedrijfstak is de medewerking meestal beter op orde dan bij een handavingsoperatie. Daarnaast is een landelijke of sectorale inventarisatie van 'ongunstig gepositioneerde of ingerichte' stallingen waar LEV's aanwezig zijn of kunnen zijn (denk aan kantoren, ziekenhuizen, stadions, theaters, hotels, enzovoort) in principe de moeite waard om te overwegen.

A9] {Overheid met brede groep insiders} Volg het veiligheidsthema via een landelijke werkgroep met stakeholders en onafhankelijke experts.

De voorstanders van elektrische voertuigen kunnen, samen met kritische geesten, meer gaan betekenen om het thema te agenderen, te volgen, te ondersteunen en op de agenda te houden. Dit kan vanuit een bestaand overlegorgaan of via een nieuw op te richten groep.

A10] {Overheid, bijv. RDW, RVO of een Inspectie} Kaart de problematiek internationaal aan en vergroot de internationale samenwerking.

We hebben niet te maken met een Nederlands vraagstuk, maar duidelijk met een internationale kwestie. Daarom is het sterk aan te bevelen om kennis te delen en mogelijkheden te zoeken om met partijen in het buitenland vormen van samenwerking te zoeken op de diverse aandachtsgebieden (van wetgeving tot incidentenbestrijding).

A11] {Overheid, NWWA} Pas meer handhaving toe, onder andere via steekproefcontroles bij nieuwe LEV-producten.

Vanwege de vrije markt, des te meer dankzij webshops, is het verkrijgen van LEV's relatief eenvoudig. Consumenten kunnen een voertuig in huis krijgen zonder toezicht van een instantie. Het is aan te raden om deze markt beter te reguleren en te controleren, vanuit het oogpunt van de brandrisico's.

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht gesproken stakeholders

Voor dit onderzoek zijn interviews gehouden met de volgende stakeholders:

Organisatie
Birò
DOET
ElaadNL
Gemeente Amsterdam
Ministerie I&W
NIPV
RDW
SWOV
Verbond van Verzekeraars
Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland (VRAA)
Veiligheidsregio Zuid-Limburg (VRZL)
Picnic
NS Stations
RAI Vereniging
Domino Pizza
Nationale Nederlanden

Bijlage 2 Aandachtskaart Brandweer Nederland

Aandachtskaart

Lithium-ion energiedragers

1. Herkennen

Risico's:

- Toxische en bijtende rook
- Explosiegevaar
- Elektrocuttegevaar
- Vervuild bluswater
- Vervuiling van binnenruimte met fluorhoudende stoffen en/of metalen

Rookherkenning:

- Grijs/witte rook met typische chemie/elektriciteitsgeur, in aanvang weinig pluïmstijging.

Klachten benedenwinds gebied:

- Geïrriteerde luchtwegen
- Geïrriteerde slijmvliezen, ogen

Mogelijke aanwezigheid van sticker:



Klein (indicatie: 0 tot 3 kWh)

Toepassing:

- Laptop, telefoon, powerbank, e-sigaret
- Hoverboard
- Elektrische fiets
- Scootmobiel

Kenmerken:

Draagbaar, verplaatsbaar

Indicatie brandduur zonder bestrijding:

Minuten tot een uur

Uitgangspunt: offensief binnen



Middel (indicatie: 3 tot 20 kWh)

Toepassing:

- Meerdere scootmobielen
- Thuisaccu's
- Elektrische personenvoertuigen (incl. personenauto's)¹

Kenmerken:

Vast, zwaar, moeilijk verplaatsbaar

Indicatie brandduur zonder bestrijding:

1 tot 10 uur

Uitgangspunt: offensief buiten

Groot (indicatie: meer dan 20 kWh)

Toepassing:

- Elektrische vrachtwagen, vervoersbus
- Noodstroomvoorziening
- Buurtbatterij
- Elektriciteit Opslag Systeem (EOS)

Kenmerken:

Gebouwbonden (m.u.v. vrachtwagen / bus), zeer moeilijk of niet verplaatsbaar

Indicatie brandduur zonder bestrijding:

Tientallen uren (afhankelijk van State of Charge)

Uitgangspunt: defensief buiten

- Bij twijfel aan categorie: hanteer categorie groot



¹ Ondanks dat elektrische personenauto's het batterijvermogen hebben van de categorie groot, kennen zij dezelfde risico's als de categorie middel, zodoende dat zij hieronder zijn ingedeeld.

Bijlage 3 Gebruik Li-ion accu (RAI Vereniging)



Zorgvuldig gebruik van li-ion accu

De li-ion accu is de energiebron van veel elektrische producten, onder ander van een elektrische fiets. Een accu bestaat uit een gesloten systeem met cellen waarin druk en warmte ontstaat. De accu is een chemisch product en vereist zorgvuldig gebruik en onderhoud. Onder verschillende omstandigheden dient een accu veilig te zijn en te blijven. Er zijn diverse wettelijke normen voor accu's .

Iedere accu is uniek

Een accu wordt ontworpen voor een specifiek model fiets. Essentieel in het ontwerp is de communicatie tussen de motor, de display en de accu. Een accu van een elektrische fiets heeft eigen elektronica, het Battery Management System [BMS]. Dit BMS bewaakt de accu: het zorgt er voor dat de stroom door de cellen niet te hoog wordt bij laden of ontladen en zal reageren op te hoge temperatuur. Het BMS is accu-specifiek ontwikkeld en ingeregeld op de cellen waarmee het verbonden is. Accu's en hun BMS worden uitgebreid getest. Veiligheid speelt hierbij een grote rol. Elke accu kent zijn eigen ontwerp en heeft specifieke eigenschappen. Bij klachten wordt dan ook geadviseerd deskundig advies te vragen van de leverancier. Alleen de leverancier of eventueel door de leverancier gevalideerde aanbieders kunnen bepalen of bij slecht functioneren de accu vervangen moet worden of dat eventueel reparatie mogelijk en veilig is.

Tien tips voor het veilig gebruik van li-ion accu's

1. Lees de handleiding.
2. Gebruik alleen geleverde/geadviseerde lader en accupakket.
3. Haal de accu van de lader als deze vol is.
4. Stel product en lader niet bloot aan vrieskou of volle zon.
5. Laad tenminste eens in de drie maanden op.
6. Is de accu gevallen, beschadigd of vervormd? Lever deze zo snel mogelijk in en bewaar niet binnenshuis.
7. Gebruik rookmelders in de ruimte waar u accu's oplaadt.
8. Laat altijd door een deskundige een accu onderhouden.
9. Leg de accu vrij op een stabiele onbrandbare plek tijdens het opladen.
10. Laad bij voorkeur de accu overdag op.



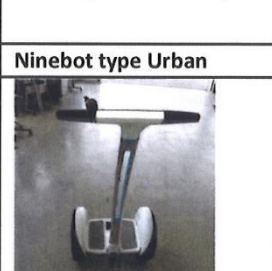

Transport, opslag en recycling

Fietsfabrikanten en -importeurs aangesloten bij RAI Vereniging zetten zich al vele jaren in voor een veilig transport, opslag en gebruik van de fietsaccu. Dat doen zij o.a. door voorlichting, instructies aan dealers en consument. Ook zijn zij via RAI Vereniging gesprekspartners van de overheid inzake wetgeving, verzekeringsmaatschappijen en de brandweer.

Last, but not least, hebben RAI-leden een landelijk dekkend systeem voor het inzamelen van fietsaccu's via [Stibat](#) gefinancierd en gerealiseerd. Stibat verzorgt het inzamelen, hergebruiken, onderhouden, opknappen of recyclen van accu's en (fiets)accu's.

Bijlage 4 Door de RDW toegelaten LEV's

Zie ook <https://www.rdw.nl/over-rdw/actueel/dossiers/bijzondere-bromfietsen>

Trikke 	Segway 	Swing 	Zappy 3 
Virto 	Paukool 	Ninebot type E 	LEF (voorheen E-one) 
Robin-M1 	Virtos 	Kickbike Luxury 	Kickbike Cruise 
Ninebot type Urban 	Yedoo Mezec 	Kickbike Fat Max 	Qugo runner  <small>Qugo, Type Runner</small>
BSO-bus 			

Bijlage 5 Overzicht incidenten

	Categorie LEV	Voorbeelden van incidenten in de praktijk	Toelichting
1.	Mini auto Persoonlijk vervoer van 1 of 2 personen	In Nederland nog geen brandincident waargenomen.	Wel eenmaal een brand door brandstichting (Amsterdam, 2019, bron: www.at5.nl/artikelen/191268/scooter-en-biro-volledig-uitgebrand-in-west)
2.	Mini bestel/bezorg auto Vaste service - goederen	Bij firma Picnic een tiental incidenten, tweemaal escalatie (bedrijfsgebouwen afgebrand).	Incidenten zowel bij Picnic-vestigingen als in het verkeer, o.a. bij slepen van de ene door de andere voertuig.
3. 3a. 3b. 3c.	a. E-scooter Particulier b. E-scooter Deelsysteem c. E-scooter Bezorgdiensten	a. Een aantal gevallen is uit deze studie bekend. b. Hier zijn veel gevallen bekend, ook vaak meervoudige schade (> en >> 1 LEV); wel data-vervuiling door brandstichting. c. Een aantal gevallen bekend.	a. Voorbeeld: "Pas gerenoveerd huis brandt volledig uit in Uden, ook veel schade bij burens; e-scooter in carport" (2022, bron: www.dumpert.nl/item/100024510_01c0cd25) b. Magazijn van Felyx (Capelle ad IJssel, 2021, bron: https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/5268216/brand-bedrijventerrein-capelle-aan-den-ijssel-deelscooters ; https://www.rtvfocuszwolle.nl/elektrisch-e-scooter-pizzabezorger-gaat-in-vlammen-op-in-zwolle-zuid/amp/) c. o.a. Pizzabezorgdiensten (Domino; New York Pizza), bijv. Domino in Zwolle tijdens het rijden en grote brand Domino in afhaalpunt in Houten (bron: https://www.ad.nl/utrecht/grote-brand-bij-dominos-pizza-houten-richt-ravage-aan-bewoners-kunnen-niet-terug-naar-huis-a43acdb4/).
4.	Scootmobiel	Diverse gevallen bekend.	Grote brand in Haren met evacuaties (2019, Haren, bron: https://www.ad.nl/groningen/tientallen-bewoners-geevacueerd-om-grote-brand-in-haren-br-a473891cc/)
5.	Speed Pedelec Particulieren, vaak woon-werk	Nauwelijks brandincidenten bekend.	-
6.	E-bike divers Particulieren, recreatie en dagelijks vervoer ; of snelservice bezorgdiensten	Groot aantal incidenten te vinden via nieuwsberichten, variërend van accu of bike in de woning of in de schuur, tot aan grote escalaties in magazijnen of grotere woongebouwen; ook af en toe al rijdend in het verkeer.	Vele tientallen voorbeelden bekend, zoals "Fietsaccu ontploft in Halford" (Delft, 2019, bron: https://www.westlanders.nu/nieuws/fietsaccu-ontploft-in-winkel-30684/), "E-bike gaat tijdens het rijden in vlammen op nadat accu ontploft in Weert" (Weert, 2021, bron: https://nos.nl/artikel/2397931-e-bike-gaat-in-vlammen-op-nadat-accu-ontploft-in-weert), "Woning Adm. de Ruijterweg uitgebrand door accu e-bike" (Amsterdam, 2022, bron: https://www.nhnieuws.nl/nieuws/299806/woning-admiraal-de-ruijterweg-uitgebrand-door-kortsluiting-accu-e-bike), etc. Ook bij Domino, New York, Thuisbezorgd, Flink e.a een brand bij een fietswinkel (https://www.parool.nl/amsterdam/accu-fiets-vat-vlam-brand-bij-fietswinkel-in-zuid-bde3d663/)
7a. 7b.	a. Cargo-bike Vervoer van goederen - bedrijf	a. Geen voorbeelden bekend b. Geen voorbeelden bekend	.

	b. Cargo-bike Vervoer van goederen - privé		
8a. 8b.	a. E-bakfiets Vervoer van kinderen – bedrijf b. E-bakfiets - Vervoer van kinderen - privé	a. Weinig voorbeelden bekend b. Enkele voorbeelden bekend	a. De opvolger van de Stint, een geheel nieuwe BSO-bus, heeft in Wierden vlam gevat (<i>Wierden, 2020, bron: https://www.tubantia.nl/wierden/bso-bus-van-wierdens-kinderdagverblijf-vat-vlam-brandweer-snel-ter-plaatse--a76c0d5b/#:~:text=WIERDEN%20%2D%20De%20brandweer%20is%20woensdagochtend.brand%20was%20snel%20onder%20controle.</i>). b. "Accu van bakfiets vliegt in brand in Borne, zwarte rook komt uit garage" (<i>Borne, 2022, bron: https://www.tubantia.nl/borne/accu-van-bakfiets-vliegt-in-brand-in-borne-zwarte-rook-komt-uit-garage--abcb2716/</i>), "In een woning in Woerden is een accu van een elektrische bakfiets ontploft. Het apparaat lag aan de oplader op de vensterbank in de woonkamer" (<i>Woerden, 2019, bron: https://www.ad.nl/woerden/accu-elektrische-fiets-in-brand-het-had-allemaal-veel-erger-kunnen-zijn--aueb52e5/</i>)
9.	E-step – Particulieren of bedrijven, divers	In Nederland enkele branden bekend, in België en andere landen groot aantal incidenten.	<p> Vlissingen (2022, bron: https://www.omroepzeeland.nl/nieuws/14741414/brand-in-pauls-studentenhuis-door-kortsluiting-in-oplader-van-elektrisch-stepje), Enschede (2022, bron: https://www.rtvoost.nl/nieuws/2155750/112-nieuws-poging-tot-overval-in-deventer-elektrische-step-vliegt-spontaan-in-brand), Turnhout (2023, bron: https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/02/24/batterij-elektrische-step-turnhout/), Bristol 200 stuks in magazijn van VOI (2022, bron: https://www.bristolpost.co.uk/news/bristol-news/e-scooters-branded-fire-risk-6522282). </p>
10.	Balanceerboard Particulieren, voor verplaatsing en/of voor fun	Twee zware escalaties (huisbranden) met hoverboards (Schiedam en Kockengen)	<p> Midden in de nacht ontstaat kortsluiting in de lader die vlam vat. In korte tijd staat de bijkeuken in brand" (net op tijd gered met dank aan detector) (<i>Schiedam, 2021, bron: https://www.rijnmond.nl/nieuws/1412704/door-kortsluiting-in-een-oxboard-oplader-verloor-chiara-haar-huis-haar-honden-en-bijna-haar-kinderen-en-technische-uitleg-door-leverancier-www.youtube.com/watch?v=HcsFnojB9wo</i>). </p>

Literatuur

Verwijzingen literatuur in de tekst:

[Ref 1] LEV-kader ; (a) Beslisnota "Voorlopige keuzes en voortgang toelatingskader LEV's" {IENW/BSK-2021/61285} (12-03-2021) ; (b) Beslisnota "Openstaande beslispunten LEV-kader" {IenW/BSK-2021/119614} (14-05-2021) ; (c) Beslisnota "Brief aan Tweede Kamer voor Lichte Elektrische Voertuigen" {IENW/BSK-173650} (30-06-2021). Zie voor de actualiteit omtrent het LEV-kader: *Tweede Kamer 29398, nr. 1028 (22-11-22)*.

[Ref 02] TNO. (28-04-2020). R10704; "Ervaringen met licht elektrische voertuigen in Europa".

[Ref 03] IFV. (17-02-2021). "Brandveiligheidsmaatregelen in het kader van de energietransitie".

[Ref 04] HAN Automotive Research. (12-01-2021). "Oriënterend Onderzoek LEV Parkeren & Laden".

[Ref 05] NAL. (2022). "Advies LEV's laden aan openbare laadpaal". {*Dit rapport is aan ons overhandigd, het staat niet op Internet*}

[Ref 06] Geslaagd experiment koeling accupakket, Veiligheidsregio Noord-Holland-Noord (20 juli 2022). Geslaagd experiment koeling accupakket. / Brandweer Twente. (28-08-2022). Brandonderzoeksbulletin Incidentnummer 112080.

[Ref 07] TNO {2020 R10704} "Ervaringen met licht elektrische voertuigen in Europa" (28-04-2020).

[Ref 08] "Op weg met LEV" {Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid} (juli 2021).

[Ref 09] "Impactanalyse outline nationaal toelatingskader Lichte Elektrische Voertuigen" {Antea, 0469119.100} (30-06-2021).

[Ref 10] "NVWA (23-02-2018). Hoverboards 2018, onderzoek veiligheidseisen tijdens gebruik en het opladen.

Overige gebruikte literatuur:

Amsterdam University of Applied Sciences. (maart 2021) "Go Electric: zero-emission service logistics in cities" [e-cargo-bikes].

CE Delft. (november 2020). "Veiligheid en elektrische personenauto's" (actualisatie factsheet).

CITA (27-11-2020). "Micromobility - The inclusion of personal light electric vehicles in road traffic" (position paper).

DTV Consultants. (21-06-2021). "Lichte elektrische voertuigen (LEV) door de ogen van de wegbeheerder".

Elaadnl. (01-05-2022) "Public Key Infrastructure for ISO 15118"

Goudappel Coffeng. (mei 2020). "Samenvatting stakeholder experttraject – Lichte Elektrische Voertuigen".

K. Cobanoglu & D. Bektas ; Hogeschool Rotterdam. (12-01-2017). "Onderzoek naar veilig stallen van scootmobielen in het complex Zuidwal".

International Transport Forum. (2020). Safe Micromobility (85). OECD Publishing.

Ministry of Power and others – India. (2021). "Handbook of electric vehicle charging infrastructure implementation – Version 1".

Möbius / Ministerie I&W. (17-11-2020). "Verkennd onderzoek Inzameling Lithium-Ion batterijen in Nederland".

Nationale Nederlanden. "Accu's van e-bikes, elektrische scooters en zorg hulpmiddelen – Preventietips"

NIPV. (11-02-2021). Onderzoek dompelcontainers” (versie 1.0).

NIPV. (20-02-2023). “Opladen van Li-ion batterijen bij lage temperaturen”.

NIPV. (21-06-2021). “Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders” (versie 2.0)

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (01-07-2019). “Veilig toelaten op de weg – Lessen naar aanleiding van het ongeval met de Stint”.

RHDHV - project BH9369. (19-11-2021). “Verkenning regelgeving veiligheid batterijen”.

RIVM-2021-0019. “Risico's van rook door branden van Li-ion batterijen”.

TNO 2020-R10704. (28-04-2020). “Ervaringen met licht elektrische voertuigen in Europa”.

Whitepaper HAN University of Applied Sciences. (02-02-2022). “Transitie met LEV”.

Gebruikte internet links

[Battery Fire video's - Light Electric Vehicle Association \(levassociation.com\)](https://www.levassociation.com/)

[EPSC - European Process Safety Centre - Eerdere webinarpresentaties.](#)

<https://blog.allianz-assistance.nl/voorkomen-dat-de-accu-van-je-e-bike-in-brand-vliegt/>

<https://www.destentor.nl/lleystad/politie-jaagt-50-mensen-hun-bed-uit-om-brandende-fietsaccus-in-lleystad~ad5badec/>

<https://doetdoet.nl/lobby/standpunten>.

<https://elaad.nl/opening-elaad-testlab-8-juni-2022/>

<https://www.flashphoto.nl/nieuws/12392/gebruikte-accu-s-deelscooters-vliegen-spontaan-in-brand-in-vrachtwagen-schuttevaerweg-rotterdam.html>

<https://medium.com/@getag/electric-bikes-standards-laws-and-safety-concerns-4c44b513c8fd>

<https://www.nrc.nl/nieuws/2022/07/12/picnic-haalt-bezorgautos-van-de-weg-na-brand-in-almelo-duizenden-klanten-gedupeerd-a4136252>

<https://press.greyp.com/important-greyp-battery-units-precautionary-measures>

<https://www.raivereniging.nl/file/upload/doc/zorgvuldig-gebruik-van-li-ion-accus-10-gouden-regels-voor-de-fietsaccu.pdf>

<https://stepgids.com/batterijbrand/>

<https://we-all-wheel.com/advies-1/ongevallen-e-steps>

<https://www.anwb.nl/fiets/fietsaccu/levensduur-fietsaccu-verlengen>.

<https://www.gov.uk/product-safety-alerts-reports-recalls/product-recall-portable-battery-pack-for-greyp-e-bike-2203-0218>

<https://www.stibat.nl/assets/uploads/2021/06/Brochure-Innameplicht-fietsdealers.pdf>

<https://www.theguardian.com/us-news/2022/nov/14/new-york-e-bike-batteries-fires-delivery-workers>

www.esteprijden.nl

Colofon

BRANDVEILIGHEID LICHT ELEKTRISCHE VOERTUIGEN
BEHEERSMAATREGELEN VOOR RISICO'S BIJ LADEN EN STALLEN VAN LEV'S

KLANT

In opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

AUTEUR

Cees Smit

DATUM

20 april 2023

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende ontwerp- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij helpen onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Wij zijn met 36.000 mensen actief die in ruim zeventig landen meer dan €4,2 miljard aan omzet genereren. Wij helpen UN-Habitat met onze mensen, die kennis en expertise leveren om de moeilijke leefomstandigheden te verbeteren in gebieden die lijden onder de gevolgen van klimaatverandering.

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.linkedin.com/company/arcadis-nederland)



[arcadis_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)