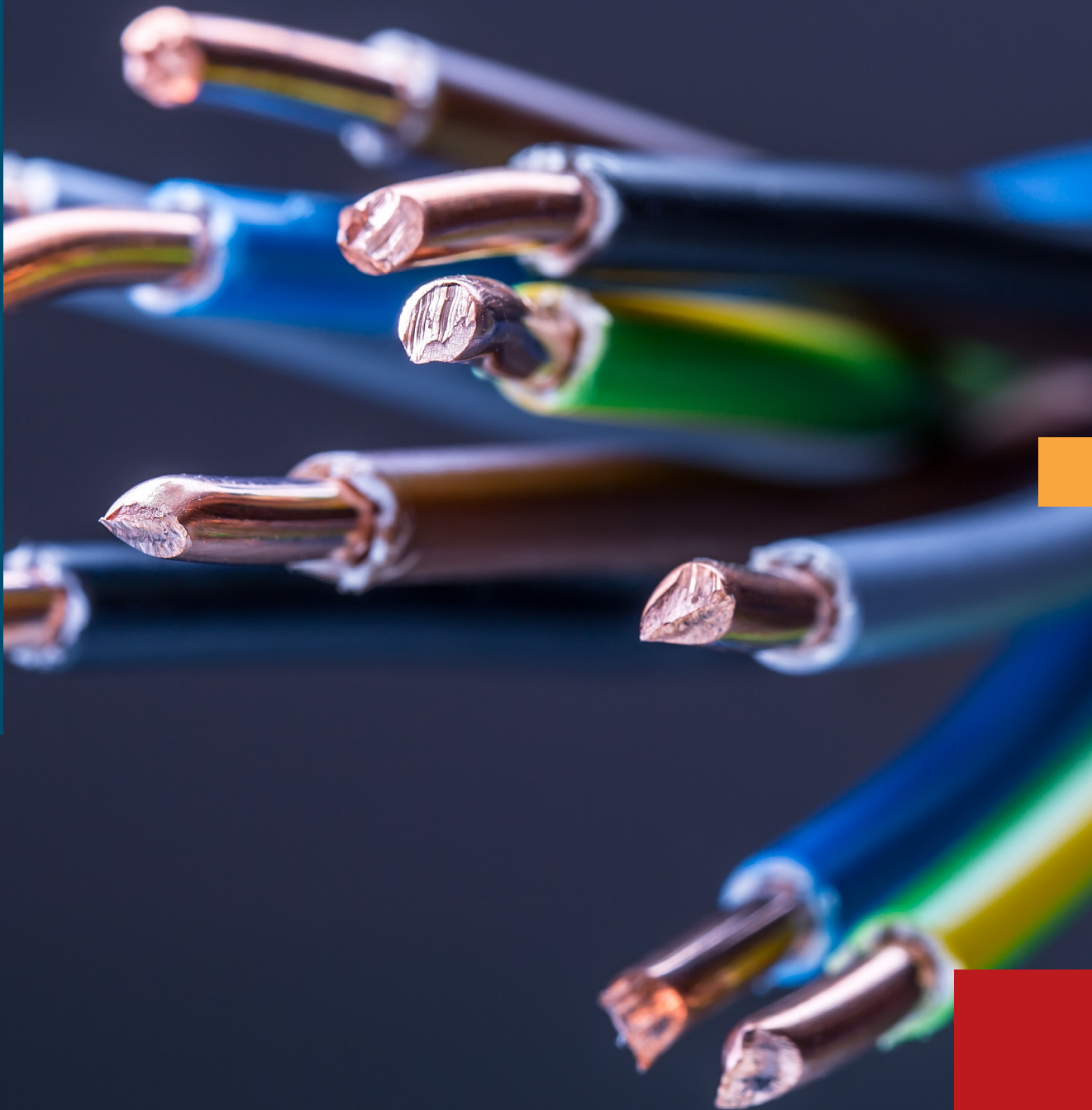


Kennisbundel Elektrificatie





Nederlandse Academie voor
Crisisbeheersing en Brandweezorg
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.nipv.nl
info@nipv.nl
026 355 24 00

Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2024

Auteurs	M. Leene, M.B. Spoelstra en H. Brans
Met medewerking van	F. van de Ven
Datum	4 november 2024
Foto cover	Shutterstock

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

Inhoud

	Inleiding	4
1	Elektrificatie	5
1.1	Elektrificatie in verschillende sectoren	5
1.2	Elektriciteitsnet	7
1.3	Gevolgen van elektrificatie voor de elektriciteitsinfrastructuur	9
2	Wet- en regelgeving	10
2.1	Productie, transport en levering van elektriciteit	10
2.2	Gebruik van elektriciteit	11
3	Vergunningverlening	13
3.1	Productie van elektriciteit	13
3.2	Transport van elektriciteit	15
3.3	Opslag van elektriciteit	16
3.4	Gebruik van elektriciteit	17
4	Beperken van gevaren	18
4.1	Gevaren	18
4.2	Risicobeheersing	19
4.3	Incidentbestrijding	21
5	Overige informatie	23

Inleiding

Een kennisbundel geeft voor een bepaald onderwerp beknopte beschrijvingen op het gebied van wet- en regelgeving, vergunningen, pilots en maatregelen. Om zich de deelonderwerpen eigen te maken, kan de lezer gebruikmaken van de documenten en websites waarnaar verwezen wordt. De lezers zullen vooral werkzaam zijn bij overheidsorganisaties als gemeenten, provincies, ministeries, veiligheidsregio's en omgevingsdiensten.

Het onderwerp van deze kennisbundel is *elektrificatie*. Deze kennisbundel beschrijft wat elektrificatie is en in welke sectoren dit onderwerp een rol speelt. De kennisbundel gaat niet in op de energievraag die ten grondslag ligt aan elektrificatie, maar wel op wet- en regelgeving, op vergunningverlening en op de gevaren die met elektrificatie gepaard gaan en de maatregelen die getroffen kunnen worden.

De kennisbundel is een document dat in beheer is bij het NIPV. Dit garandeert dat de inhoud van de kennisbundel (periodiek) geactualiseerd wordt als daar aanleiding toe is. Zo zijn in deze versie van de kennisbundel Elektrificatie de hoofdstukken over wet- en regelgeving herschreven in verband met de inwerkingtreding van de Omgevingswet.

1 Elektrificatie

Elektrificatie is het proces waarbij technologieën die fossiele brandstoffen gebruiken (kolen, olie en aardgas) worden vervangen door technologieën die elektriciteit als energiedrager gebruiken voor een bepaald proces of bepaalde aandrijving. Afhankelijk van de bronnen die worden gebruikt om elektriciteit op te wekken, kan elektrificatie de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂) verminderen. Het aanpakken van de uitstoot van CO₂ is van belang om de gevolgen van klimaatverandering te verminderen.

Door elektrificatie kan een fossiele brandstof volledig worden vervangen of indirect worden toegepast in bijvoorbeeld industriële processen. Voorbeelden zijn het vervangen van brandstofmotoren (fossiele brandstof) door elektromotoren en het opwekken van warmte met elektriciteit in plaats van met fossiele brandstoffen. Met het oog op de doelen van het Klimaatakkoord is het in de toekomst de bedoeling dat elektriciteit op een milieuvriendelijke manier geproduceerd wordt ('groene stroom'), bijvoorbeeld met behulp van waterstof of met wind- en zonne-energie. Als gevolg van elektrificatie van processen neemt de vraag naar stroom de komende jaren fors toe.¹

Het Nationaal Plan Energiesysteem geeft aan dat elektriciteit de ruggengraat is van het energiesysteem en dat elektriciteit CO₂-vrij moet zijn in 2035. Ook geeft het plan aan dat de voorkeur uitgaat naar directe elektrificatie om energieverliezen te beperken.

Documentatie:

- > Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019). [Elektrificatie industrie](#).
- > Koninklijk Instituut Van Ingenieurs (KIVI, 2019). [Factsheet Elektrificatie](#).
- > CE Delft (2020). [Elektrificatie en Vraagprofiel 2030](#).
- > Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NP-RES, 2020). [Factsheet Elektriciteit](#).
- > EZK (2023). [Nationaal Plan Energiesysteem](#).
- > NIPV (2021). Webinar: [Veilige energietransitie: elektrificatie](#).

1.1 Elektrificatie in verschillende sectoren

Elektrificatie vindt in diverse sectoren van de maatschappij plaats; dit wordt in de volgende paragrafen beschreven.

1.1.1 Transport

Elektrificatie in het transport vindt momenteel vooral plaats in het wegvervoer, waarbij in plaats van een brandstofmotor gebruikgemaakt wordt van een elektromotor in combinatie met oplaadbare batterijen. Vooral personenauto's worden elektrisch. De verwachting is dat de ambitie uit het Klimaatakkoord dat in 2030 alle nieuwe auto's emissieloos zijn, haalbaar is. Elektrificatie maakt daarnaast ook haar opwachting bij zwaar vrachtverkeer en de

¹ Het woord 'stroom' is een veelgebruikte term en wordt in deze kennisbundel gebruikt voor de elektriciteitsvoorziening.

binnenvaart, zij het nu vaak nog in de vorm van demonstratieprojecten. Op het spoor is het gros van de trajecten al jaren geëlektrificeerd.

Om het toenemend aantal elektrische voertuigen van stroom te voorzien, is een goede laadinfrastructuur met laadpunten nodig. Met een landelijk programma moet het in 2030 mogelijk zijn om bijna 2 miljoen elektrische voertuigen van stroom te kunnen voorzien.

Documentatie:

- > [Transportsector trends 2021](#).
- > Topsector Logistiek (2021). [Duurzame stappen voor een fossielvrije transportsector](#).
- > [Website](#) van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL).
- > [Website](#) van Elaad, kenniscentrum voor slim laden en laadinfrastructuur.

1.1.2 Gebouwde omgeving

Elektrificatie in de gebouwde omgeving wordt in toenemende mate ingezet voor het verwarmen van gebouwen en van water, maar ook voor koken en voor koeling. Daarnaast wordt er meer gebruikgemaakt van elektrische apparatuur, wat ook zorgt voor een toename van het elektriciteitsgebruik. Elektrificatie kan plaatsvinden op gebouwniveau, maar ook op buurt- en wijkniveau. Steeds vaker zal daarbij sprake zijn van opslag van lokaal opgewekte energie, bijvoorbeeld in buurtbatterijen en thuisaccu's.

Elektrificatie op het gebied van ruimteverwarming (collectief en individueel) is een van de manieren om aardgasvrije wijken te realiseren. In plaats van het gebruiken van aardgas kan overgegaan worden op elektrische oplossingen, zoals warmtepompen. Gemeenten hebben een Transitievisie Warmte vastgesteld waarin inzichtelijk wordt gemaakt welke wijken of buurten van het aardgas worden gekoppeld en op welke wijze dit gebeurt.



Figuur 1.1 Tesla Powerwall (foto: Shutterstock)

Documentatie:

- > Topsector Energie (2021). [Elektrificatie energiesysteem in de gebouwde omgeving](#).
- > Nationaal Programma Lokale Warmtetransitie (NPLW, 2024). [Warmteprogramma](#).
- > [Buurtbatterij](#) voor 35 bewoners Haarlemmermeer.

1.1.3 Bouw

In de bouw is vooral sprake van elektrificatie bij (verplaatsbare) machines zoals elektrische aggregaten die in de plaats komen van dieselaggregaten. Dit kan al dan niet plaatsvinden in combinatie met elektriciteitsopslagsystemen (EOS) om op de bouwplaats genoeg stroom voorhanden te hebben. Daarnaast kan de elektrificatie van bouwmachines in de toekomst een rol gaan spelen. Voorwaarde is wel dat er laadmogelijkheden aanwezig zijn op bouwplaatsen.

Documentatie:

- > Elaad (2021). [Elektrisch bouwen - De ontwikkeling van de elektrische bouwplaats in Nederland t/m 2035](#).
- > Natuur en Milieu (2019). [Elektrische mobiele werktuigen in beeld](#).
- > CE Delft (2020). [Elektrificatie en Vraagprofiel 2030](#).
- > [Publicaties](#) van het Emissieloos Netwerk Infra (ENI) op het gebied van emissieloos werken.

1.1.4 Industrie

Elektrificatie in de industrie is nog geen gemeengoed, maar heeft veel potentie. Technologieën die al beschikbaar zijn, zijn elektrische stoomturbines en elektrische boilers (e-boilers). E-boilers, elektrische aandrijving en warmtepompen zullen het komende decennium al worden ingezet in de industrie. Daarnaast zal naar verwachting elektrolyse voor waterstoftoepassingen toenemen. Waterstof kan gebruikt worden in de chemische industrie als grondstof voor producten, bijvoorbeeld ammoniak. Het kan ook ingezet worden als brandstof in de (proces)industrie. Een beperkende factor voor elektrificatie in de industrie is de beschikbaarheid van (groene) stroom. Ontwikkelingen in de elektriciteitsinfrastructuur en de infrastructuur voor waterstof worden nodig geacht om elektrificatie van de industrie de komende decennia op grote schaal mogelijk te maken.

Documentatie:

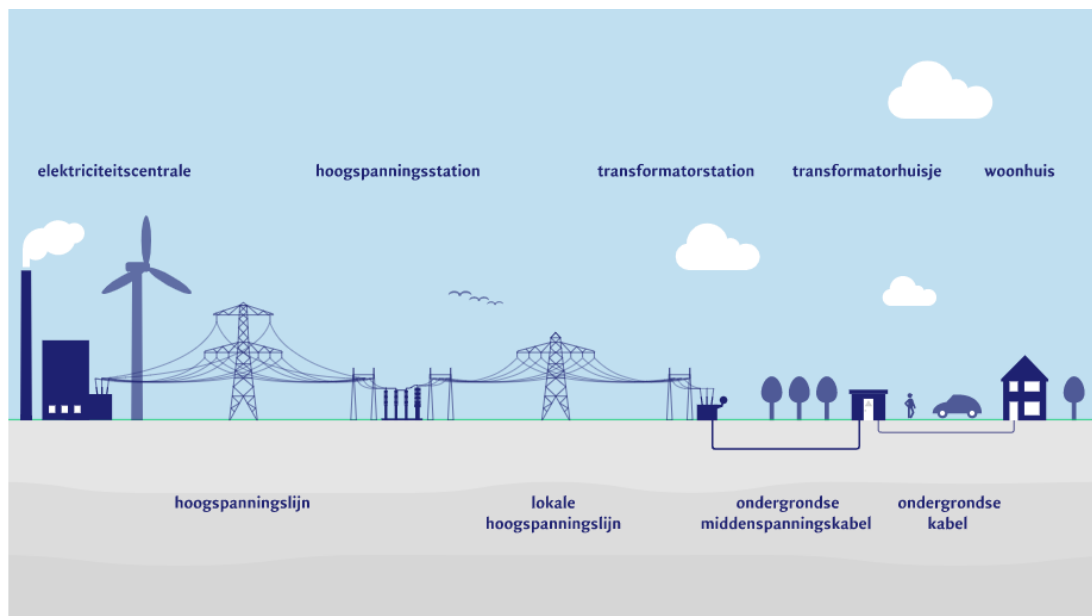
- > Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019). [Elektrificatie industrie](#).
- > TNO (2021). [Energie-infrastructuren 2030](#).
- > Berenschot (2017). [Electrification in the Dutch process industry](#).
- > TNO, DNV, TKI Energie en Industrie (2021). [Routekaart elektrificatie in de industrie](#).

1.2 Elektriciteitsnet

Het proces om elektriciteit van de bron naar een woning of gebouw te krijgen, verloopt in drie stappen, te weten opwekking, transmissie en distributie, zie figuur 1.2.

- > Opwekking: hierbij wordt energie omgezet in elektriciteit. Energiecentrales wekken elektriciteit op uit fossiele brandstoffen (steenkool, olie en aardgas), uit kernreacties

- (splitsing) en uit hernieuwbare bronnen (wind (turbines in windparken) en zon (zonnepanelen in zonneparken)).²
- > Transmissie: de opgewekte elektriciteit wordt van de energiecentrales naar steden getransporteerd. Dit gebeurt in het bovengrondse hoogspanningsnet met hoge wisselspanning om transportverliezen beperkt te houden. In een transformatorstation wordt de hoge spanning omgezet naar middenspanning en vindt transport van elektriciteit plaats via ondergrondse kabels.
 - > Distributie: voor gebruik in woningen en gebouwen moet de spanning verder verlaagd worden. Dit gebeurt in transformatorhuisjes. Via ondergrondse kabels komt elektriciteit middels huisaansluitingen bij de woningen en gebouwen terecht.



Figuur 1.2 Schematische weergave van de onderdelen van het elektriciteitsnetwerk (bron: Kennisplatform elektromagnetische velden, z.d.)

Middenspanningsnetten zijn voornamelijk ontworpen voor eenrichtingsverkeer: het leveren van stroom. In de toekomst is tweerichtingsverkeer nodig om transport van decentraal opgewekte elektriciteit mogelijk te maken. Verschillende netbeheerders experimenteren met nieuwe netstructuren voor het ontvangen en distribueren van elektriciteit.

Documentatie:

- > Netbeheer Nederland (2019). [Basisinformatie over energie-infrastructuren](#).
- > Kennisplatform Elektromagnetische Velden. (z.d.). [Uit welke onderdelen bestaat het elektriciteitsnetwerk?](#)
- > [Oplossingen](#) gericht op het maximaal benutten van het bestaande energienet.

² Meer informatie over zonnepanelen is opgenomen in de *Kennisbundel zonnepanelen*. Over het onderwerp windturbines is eveneens een kennisbundel verschenen.

1.3 Gevolgen van elektrificatie voor de elektriciteitsinfrastructuur

Een grotere vraag naar elektriciteit als gevolg van elektrificatie betekent dat het elektriciteitsnet een hogere (piek)vraag en aanbod aan moet kunnen. Het tegelijk leveren en ontvangen van elektriciteit hoort daarbij. De komende jaren wordt er geïnvesteerd in het elektriciteitsnetwerk om vraag en aanbod beter af te kunnen stemmen, ook wel grid balancing genoemd. Hierbij is niet alleen een rol weggelegd voor netbedrijven, maar ook voor producenten en afnemers van stroom. Verzwaring en uitbreiding van het nationale en van regionale elektriciteitsnet(ten) zijn nu al overal nodig in Nederland. Zo is het nodig de capaciteit van bestaande stations te vergroten, nieuwe stations te bouwen en nieuwe kabelverbindingen te realiseren.

De grote rol van weersafhankelijke energiebronnen (wind- en zonne-energie) zorgt voor grote wisselingen in energieaanbod. Daarnaast leidt, zoals vermeld, een forse elektrificatie in diverse sectoren tot een toename in de piekvraag. Als gevolg hiervan zullen de verschillen tussen vraag en aanbod in de toekomst steeds groter worden, waardoor het nodig zal zijn om energie op te slaan of om te zetten (bijvoorbeeld door conversie van stroom naar waterstof) om het energiesysteem in balans te houden.

Op een groeiend aantal plekken in Nederland is de maximale transportcapaciteit van het elektriciteitsnet beperkt of is de maximale capaciteit bereikt. Dit is het geval voor het hoogspanningsnet, maar ook voor netten met een lagere spanning. De transportnetten worden overbelast door het opwekken van elektriciteit (terug leveren door bijvoorbeeld zonnepanelen of windturbines) en het afnemen van elektriciteit door grootverbruikers. Netbedrijven stellen beperkingen in om overbelasting te voorkomen.

Het aanbod van (duurzame) energie neemt op veel plekken sneller toe dan het tempo waarin er aanpassingen plaatsvinden om de netcapaciteit te vergroten. Op piekmomenten kan het daarom te druk worden op het elektriciteitsnet. Voor de netbeheerder is het soms noodzakelijk om maatregelen te treffen, zoals een transportbeperking voor grootverbruikers (Liander, 2021; TenneT, 2021).

Documentatie:

- > Netbeheer Nederland (2023). [Het energiesysteem van de toekomst: de I13050-scenario's](#).
- > Website van Netbeheer Nederland met de [capaciteitskaart](#) van het elektriciteitsnet.
- > Zo werkt energie (2021). [Veranderingen binnen het fysieke domein](#).
- > EZK (2023). [Kamerbrief](#) over nieuwe maatregelen tegen netcongestie.
- > EK (2024). [Kamerbrief](#) over versnelling en uitbreiding van maatregelen tegen netcongestie Flevoland, Gelderland en Utrecht.

2 Wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving heeft enerzijds betrekking op het produceren, transporteren en leveren van elektriciteit en anderzijds op het gebruik ervan.

2.1 Productie, transport en levering van elektriciteit

Elektriciteitswet 1998³

In de Elektriciteitswet staan regels met betrekking tot de productie, het transport en de distributie van elektriciteit. Eén landelijke netbeheerder beheert het hoogspanningsnet. Regionale netbeheerders beheren de midden- en laagspanningslijnen tot en met de huisaansluitingen. Omdat regionale netbeheerders een monopoliepositie hebben in de regio, stelt de Autoriteit Consument en Markt (ACM) regels en houdt toezicht. Netbeheerders moeten de veiligheid en betrouwbaarheid van de netten en van het transport van elektriciteit over de netten waarborgen.

De Wet verbod op kolen bij elektriciteitsproductie verbiedt het gebruik van kolen als brandstof voor elektriciteitsproductie per 1 januari 2030. Er zijn nog vier kolencentrales (die draaien op hoofdzakelijk kolen en biomassa) in Nederland.

Wet onafhankelijk netbeheer (WON)

De WON is een aanvulling op de Elektriciteitswet en schrijft voor dat alle transportnetten (> 110 kV) onder beheer van TenneT vallen.

Netcode Elektriciteit

De Netcode Elektriciteit beschrijft onder meer hoe de ruimte op het elektriciteitsnet wordt verdeeld en hoe vraag en aanbod van elektriciteit in balans worden gehouden, en stelt eisen aan leveringszekerheid en aan de waarborging van de veiligheid en betrouwbaarheid van het net.

Omgevingswet

Vanaf 1 januari 2024 staan regels voor bescherming van de fysieke leefomgeving in de Omgevingswet. In de onderliggende besluiten staan regels voor de door het Rijk aangewezen milieubelastende activiteiten. Het gaat dan om de regels in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), Besluit bouwen leefomgeving (Bbl) en het Omgevingsbesluit (Omb). Daarnaast kunnen er ook lokale regels gelden. Er staan ook regels voor milieubelastende activiteiten in het omgevingsplan. Ook kunnen er regels staan in de omgevingsverordening en de waterschapsverordening.

Documentatie:

- > [Elektriciteitswet 1998](#).
- > [Wet onafhankelijk netbeheer \(WON\)](#).

³ De Elektriciteitswet 1988 en de Gaswet worden vervangen door de Energiewet. Aanpassingen van de wetten zijn nodig in verband met de energietransitie en de nationale en Europese doelstellingen op het gebied van duurzaamheid.

- > [Netcode Elektriciteit.](#)
- > [Memorie van toelichting Energiewet.](#)
- > Autoriteit Consument en Markt (ACM, z.d.) [Themapagina De Energiemarkt.](#)
- > Netbeheer Nederland (2024). [Staalkaart](#) 'Elektriciteit en gas in het omgevingsplan'.

2.2 Gebruik van elektriciteit

Plicht verduurzaming energiegebruik

Bedrijven hebben op grond van het Bal en het Bbl de plicht om hun energiegebruik te verduurzamen. Dit geldt wanneer zij per jaar meer dan 50.000 kWh elektriciteit of meer dan 25.000 m³ aardgas gebruiken.

In artikel 5.15 Bal en in artikel 3.84 Bbl staat dat alle maatregelen ter verduurzaming van het energiegebruik worden getroffen met een terugverdientijd van ten hoogste vijf jaar.

Daaronder vallen:

- > Energiebesparende maatregelen.
- > Maatregelen voor het produceren van hernieuwbare energie tot het jaarlijkse energiegebruik per energiedrager. Daarboven mag natuurlijk vrijwillig meer worden geproduceerd.
- > Maatregelen voor het vervangen van een energiedrager die leiden tot een lagere emissie van kooldioxide, met uitzondering van maatregelen voor het gebruik van Rie-biomassa voor de productie van elektriciteit en laagwaardige warmte met een temperatuur van maximaal 100 °C.

Een bedrijf voldoet aan de energiebesparingsplicht als het alle toepasselijke maatregelen neemt uit de Erkende maatregelenlijst (EML). Een maatregel is toepasselijk als het bedrijf voldoet aan de voorwaarden die bij de maatregel staan. De lijst bestaat uit maatregelen die binnen vijf jaar kunnen worden terugverdiend en is opgedeeld in processen, faciliteiten en gebouwen. De lijst is te vinden in bijlagen VII en XIV van de Omgevingsregeling.

Energiezuinigheid: regels bij nieuwbouw

Het Besluit bouwwerken leefomgeving stelt eisen aan de energiezuinigheid van nieuw te bouwen bouwwerken. Er gelden BENG-eisen voor de thermische isolatie, de luchtdichtheid en de technische bouwsystemen. BENG staat voor Bijna Energieneutrale Gebouwen.

PGS 37-1 en PGS 37-2

In de richtlijnen PGS 37-1 en PGS 37-2 staan regels voor (grootschalige) opslag van batterijen en over het gebruik van EOS.

Elektrische materialen

Er gelden strenge veiligheidseisen voor elektrische materialen. Deze eisen zijn opgenomen in de Europese Laagspanningsrichtlijn 2014/35/EU. De richtlijn geldt voor elektrische materialen met een nominale wisselspanning tussen de 50V en 1000V, en een nominale gelijkspanning tussen de 75V en 1500V. De Laagspanningsrichtlijn is in de Nederlandse wetgeving opgenomen in het Warenwetbesluit elektrisch materiaal.

Documentatie:

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - [energiebesparing](#).
 - [BENG](#).
- > [Warenwetbesluit elektrisch materiaal](#).
- > NVWA (z.d.). [Wetgeving elektrische apparaten](#).
- > PGS 37-1: [Lithiumhoudende energiedragers: energieopslagsystemen \(EOS\)](#).
- > PGS 37-2: [Lithiumhoudende energiedragers: Opslag](#).

3 Vergunningverlening

3.1 Productie van elektriciteit

In het Bal zijn milieubelastende activiteiten (mba) aangewezen waarvoor rijksregels gelden. Deze regels gelden voor degene die de activiteit verricht. In het Bal staat ook wanneer een omgevingsvergunning milieubelastende activiteit nodig is.

Grootschalige energieopwekking is een aangewezen milieubelastende activiteit in paragraaf 3.3.2 van het Bal. Het gaat dan om een IPPC-installatie voor het stoken die valt onder categorie 1.1 van bijlage 1 van de Richtlijn industriële emissies (Rie). In categorie 1.1. staat een capaciteitsdrempel. Als het totaal ingangsvermogen van alle stookinstallaties meer dan 50 MWth is, dan is het een IPPC-installatie. Dit zijn bijvoorbeeld energiecentrales.

Voor een energiecentrale is een omgevingsvergunning mba nodig (artikel 3.55 Bal). Daarnaast kan vanwege de uitstoot van stikstof een omgevingsvergunning Natura 2000-activiteit nodig zijn. Dit is geregeld in hoofdstuk 11 van het Bal.

Bij een aanvraag omgevingsvergunning mba kan een milieueffectrapport nodig zijn. Dit is geregeld in de Omgevingswet (zie project C1 in bijlage V Omb). Er is een mer-plicht bij de oprichting, wijziging of uitbreiding van energiecentrales met een warmtevermogen van 300 MWth of meer. In andere gevallen geldt een mer-beoordelingsplicht.

Als het gaat om het verstoken van brandstoffen in installaties met een nominaal thermisch ingangsvermogen van 75 MW of meer, zijn het 'activiteiten die aanzienlijk geluid kunnen veroorzaken' (zie artikel 5.78b Bkl). Dit betekent dat deze activiteiten alleen mogen plaatsvinden op een industrieterrein met een geluidproductieplafond. Dit moet worden vastgelegd in het omgevingsplan.

Kerncentrale

Voor een kerncentrale is een vergunning nodig in het kader van de Kernenergiewet. Deze moet worden aangevraagd bij de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS). Naast de Kernenergiewet staan er ook regels in de Omgevingswet. Bij een aanvraag vergunning Kernenergiewet kan een milieueffectrapport nodig zijn. Dit is geregeld in de Omgevingswet (zie project C3 in bijlage V Omb). Er is een mer-plicht bij de oprichting van een kerncentrale. Bij wijziging of uitbreiding geldt een mer-beoordelingsplicht.

Omgevingsplan

In § 5.1.7.3 van het Bkl staan instructieregels voor het omgevingsplan voor de elektriciteitsvoorziening met als doel om voldoende ruimte te reserveren voor grootschalige elektriciteitsopwekking. In deze regels zijn vestigingslocaties aangewezen. De regels zijn gericht op het voorkomen van de vestiging van nieuwe, nu nog niet toegelaten, kwetsbare gebouwen en locaties en het voorkomen van het ontstaan van dichtbevolkte gebieden in de nabijheid van de aangewezen vestigingslocaties. De vestigingslocaties voor grootschalige elektriciteitsopwekking staan in bijlage XV, onder A van het Bkl. De vestigingslocaties voor een kern-

energiecentrale staan in bijlage XV, onder B van het Bkl. In bijlage III van de Omgevingsregeling staat een verwijzing naar een bestand met de geometrische begrenzing van deze locaties.

Projectbesluit

Het projectbesluit is bedoeld om complexe projecten met een publiek belang mogelijk te maken. Een projectbesluit is in sommige gevallen verplicht. In de Elektriciteitswet 1998 zijn gevallen aangewezen voor de productie van elektriciteit waarvoor een projectbesluit verplicht is (artikel 9b, lid 1 Elektriciteitswet 1998). Voor het vaststellen van een projectbesluit geldt de projectprocedure van afdeling 5.2 Omgevingswet.

Documentatie:

- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - [Grootschalige energieopwekking.](#)
 - [Natura 2000-activiteit.](#)
 - [Instructieregels Rijk elektriciteitsvoorziening.](#)
 - [Milieueffectrapportage.](#)
 - [Projectbesluit.](#)
- > ANVS: [Vergunningverlening van nucleaire installaties.](#)
- > Omgevingsbesluit: [Bijlage V.](#)



Figuur 3.1 De Eemshavencentrale en windturbines produceren stroom die via het hoogspanningsnet wordt afgenomen (foto: Shutterstock)

3.2 Transport van elektriciteit

Hoogspanningsleidingen

Hoogspanningsleidingen staan in het omgevingsplan. Hieronder vallen ook de noodzakelijke hulpmiddelen, zoals de schakel- en transformatorstations. Het gaat om hoogspanningsverbindingen met een spanning van minimaal 220 kV (artikel 5.159 Bkl). In § 5.1.7.3 van het Bkl staan instructieregels voor het omgevingsplan voor de elektriciteitsvoorziening met als doel om voldoende ruimte te reserveren voor hoogspanningsverbindingen. De locaties voor hoogspanningsverbindingen staan in bijlage XV, onder C van het Bkl. In bijlage III van de Omgevingsregeling staat een verwijzing naar een bestand met de geometrische begrenzing van deze locaties.

Het omgevingsplan moet zorgen dat de hoogspanningsverbinding bruikbaar blijft. Dit is nodig voor de leveringszekerheid en betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening. De gemeente moet het tracé van de hoogspanningsverbinding zoveel mogelijk vrijhouden van nieuwe ontwikkelingen die de werking kunnen belemmeren. De afweging over de aanleg, wijziging of uitbreiding van een hoogspanningslijn vindt plaats bij de wijziging van het omgevingsplan.

Bij de wijziging van het omgevingsplan voor de aanleg, wijziging of uitbreiding van hoogspanningsleidingen kan een milieueffectrapport nodig zijn. Dit is geregeld in de Omgevingswet (zie project J8 in bijlage V Omb). Er is een mer-plicht bij de aanleg, wijziging of uitbreiding van bovengrondse hoogspanningsleidingen van 220 kV of meer en een lengte van meer dan 15 km. In andere gevallen geldt een mer-beoordelingsplicht. Als een hoogspanningsleiding onder water wordt aangebracht, geldt bij afwezigheid van het omgevingsplan de mer-plicht of mer-beoordelingsplicht als een omgevingsvergunning voor de wateractiviteit nodig is.

Projectbesluit

Het projectbesluit is bedoeld om complexe projecten met een publiek belang mogelijk te maken. Een projectbesluit is in sommige gevallen verplicht. In de Elektriciteitswet 1998 zijn gevallen aangewezen voor hoogspanningsnetten waarvoor een projectbesluit verplicht is (artikel 20a, lid 1 en 2 Elektriciteitswet 1998). Voor het vaststellen van een projectbesluit geldt de projectprocedure van afdeling 5.2 Omgevingswet.

Gemeenten en provincies kunnen bepaalde hoogspanningslijnen die door bewoond gebied lopen laten verplaatsen of onder de grond laten brengen (verkabelen). Dit is voorzorgsbeleid van de Rijksoverheid en in het kader van dat beleid wordt ook geadviseerd geen nieuwe woningen in de buurt van hoogspanningslijnen te bouwen.

Nutsvoorzieningen

Elektriciteit wordt op wijkniveau geleverd via transformatorhuisjes. Transformatorhuisjes zijn niet aangewezen als milieubelastende activiteit in het Bal, zodat hiervoor niet de regels in het Bal gelden. Wél geldt de specifieke zorgplicht in het tijdelijk omgevingsplan (artikel 22.44).⁴ Ook kunnen er andere regels in het omgevingsplan staan.

⁴ Dit is het artikel dat op 1 januari 2024 in het tijdelijk omgevingsplan staat. De gemeente kan dit hebben gewijzigd.

Als transformatorhuisjes niet in een gesloten gebouw zijn ondergebracht en een maximaal gelijktijdig in te schakelen elektrisch vermogen hebben van 200 MVA of meer, zijn het 'activiteiten die aanzienlijk geluid kunnen veroorzaken' (zie artikel 5.78b Bkl). Dit betekent dat deze activiteiten alleen mogen plaatsvinden op een industrieterrein met een geluid-productieplafond. Dit moet worden vastgelegd in het omgevingsplan.

Magneetvelden

Er zijn aanwijzingen dat magneetvelden in de buurt van het elektriciteitsnet invloed op de gezondheid kunnen hebben. Vanwege de mogelijke gezondheidseffecten heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, samen met het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties en het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport voorzorgbeleid voor magneetvelden van het elektriciteitsnet ontwikkeld.

Documentatie:

- > Rijksoverheid: [Wonen in de buurt van hoogspanningslijnen](#).
- > Informatiepunt Leefomgeving:
 - [Instructieregels Rijk elektriciteitsvoorziening](#).
 - [Projectbesluit](#).
 - [Milieueffectrapportage](#).
- > VNG: [Handreiking ruimtelijke inpassing van energie-infra](#).
- > RIVM (2024). [Voorzorgbeleid magneetvelden](#).
- > RIVM (2023) [Hoogspanningslijnen en gezondheid](#).
- > Omgevingsbesluit: [Bijlage V](#).

3.3 Opslag van elektriciteit

Opgewekte energie kan worden opgeslagen in een EOS. Een EOS is geen aangewezen mba in het Bal. Een EOS kan wel functioneel ondersteunend zijn aan een aangewezen mba in het Bal. In het eerste geval geldt de specifieke zorgplicht van het tijdelijk omgevingsplan (art. 22.44)⁵. In het tweede geval geldt de specifieke zorgplicht in het Bal (art. 2.11 Bal). Er staan regels in PGS 37-1 voor lithium-ion batterijen in EOS.

In PGS 37-2 staan regels voor (grootschalige) opslag van batterijen. De opslag van lithium-batterijen is ook geen aangewezen mba in het Bal. Het gaat namelijk om ADR-klasse 9, en alleen de opslag van stoffen van ADR-klasse 9 die het aquatisch milieu verontreinigen (UN 3077 en UN 3082), zijn aangewezen als mba. Lithiumbatterijen hebben niet deze aanduiding. Het voornemen is om de regels voor een EOS en de opslag van batterijen in 2025 te verankeren in de Omgevingswet.⁶

Documentatie:

- > Informatiepunt Leefomgeving: [PGS 37-1 en PGS 37-2](#).
- > [PGS 37-1](#): Lithiumhoudende energiedragers: energieopslagsystemen (EOS).
- > [PGS 37-2](#): Lithiumhoudende energiedragers: Opslag.
- > IenW (2023). [Kamerbrief](#) over voortgang strategische aanpak batterijen 2023.

⁵ Dit is het artikel dat op 1 januari 2024 in het tijdelijk omgevingsplan staat. De gemeente kan dit hebben gewijzigd.

⁶ Zie de [Kamerbrief](#) over de voortgang strategische aanpak batterijen 2023.

3.4 Gebruik van elektriciteit

Voor het leveren van energie aan kleinverbruikers is een vergunning nodig, maar niet voor levering aan grootgebruikers.⁷ De Autoriteit Consument & Markt (ACM) regelt de vergunningverlening.

In het Bbl staan eisen voor de voorziening voor het afnemen en gebruiken van energie; NEN 1010 is aangewezen als de norm die gehanteerd moet worden voor laagspanningsinstallaties. Deze eis staat in § 3.7.2 voor bestaande bouw en in § 4.7.2 voor nieuwbouw.

Documentatie:

- > ACM: [Vergunningplicht voor het leveren van elektriciteit en gas.](#)
- > NEN: [Werken met NEN 1010.](#)
- > [Besluit bouwwerken leefomgeving.](#)

⁷ Grootverbruikers zijn bedrijven met een elektriciteitsaansluiting die groter is dan 3x80A en een gasaansluiting met een capaciteit die groter is dan 40 m³/uur. Kleinverbruikers zijn consumenten en bedrijven met een elektriciteitsaansluiting van maximaal 3x80A. en een gasaansluiting met een maximale capaciteit van 40 m³/uur.

4 Beperken van gevaren

4.1 Gevaren

Elektrificatie komt voor in alle onderdelen van de energieketen, te weten productie, transport, opslag en gebruik.

Productie

Productie van elektriciteit op grote schaal vindt plaats in elektriciteitscentrales. Daarnaast worden wind- en zonneparken gebruikt om 'groene' stroom op te wekken. Op kleinere schaal wordt elektriciteit geproduceerd door zonnepanelen op daken van woningen of bedrijven. Als zonnepanelen niet deugdelijk zijn geïnstalleerd of beschadigd raken, is er kans op kortsluiting, brand(uitbreiding) en elektrocutie bij aanraking van kapotte systemen.

Transport

Gevaren van transport van elektriciteit zijn vooral gerelateerd aan arbeidsveiligheid. Dergelijke gevaren kunnen ook voor incidentbestrijders relevant zijn wanneer ze in aanraking komen met transportmiddelen voor elektriciteit. Als gevolg van storing en kortsluiting in elektriciteitskabels (boven- dan wel ondergronds) of in een transformatorstation of -huisje kan er gevaar zijn voor elektrocutie wanneer onder spanning staande delen worden aangeraakt of er geleiding plaatsvindt. Daarnaast kan er brand ontstaan en is er kans op explosiegevaar.

Gevaren kunnen optreden wanneer er aan een ondergrondse kabel graafschade ontstaat, bijvoorbeeld een kabelbreuk met een vlamboog als gevolg. Daarnaast kan harde wind schade aanrichten aan hoogspanningslijnen of kan er een storing optreden in installaties.

Opslag

Opslag van elektriciteit kan plaatsvinden in EOS of batterijen. Gevaren van opslagsystemen nemen toe naarmate het vermogen groter is, er meerdere batterijen in een ruimte aanwezig zijn of de batterijen verouderd zijn. Lithium-ion batterijen worden veel gebruikt om energie op te slaan. Het intrinsieke veiligheidsrisico van lithium-ion batterijen is de thermal runaway, een faalproces waarbij veel hitte en een brandbaar en toxisch gasmengsel vrijkomen. De mogelijke effecten van een thermal runaway zijn:

- > brand (waaronder steekvlammen en hittestraling)
- > een toxische wolk
- > een dampwolkexplosie wanneer de brandbare gassen zich ophopen en een vertraagde ontsteking plaatsvindt.

Daarnaast kan het milieu vervuild raken door verontreiniging van het bluswater.

Gebruik

Het gebruik van elektriciteit en elektrische installaties brengt gevaren met zich mee die vergelijkbaar zijn met de hierboven genoemde gevaren. Wanneer elektriciteit gebruikt wordt voor het laden van elektrische voertuigen of andere transportmiddelen, kan zowel tijdens het

laden als tijdens het rijden brand ontstaan. Afhankelijk van de plek waar het voertuig opgeladen wordt, zijn er additionele risico's, bijvoorbeeld wanneer het voertuig in een parkeergarage staat.

Een bijkomend gevaar van elektrische voertuigen (auto's, scooters et cetera) is dat ze nauwelijks geluid maken bij lage snelheid en daardoor niet altijd opgemerkt worden door andere weggebruikers. Er wordt op Europees niveau nagedacht over het stellen van eisen aan het geluidsniveau van dergelijke voertuigen en/of waarschuwingssystemen.

Documentatie:

- > RIVM (2019). [Verkenning risico's van de energietransitie voor de nationale veiligheid](#).
- > NIPV (2021). [Blog](#) over elektrificatie in de bouw.
- > [Circulaire](#) risicobeheersing lithium-ion energiedragers, hoofdstuk 6.
- > Elektrisch Nederland (z.d.). [Veiligheid van elektrische voertuigen](#).



Figuur 4.1 Gevaarlijke situatie: stroomkabels in een waterplas (foto: Shutterstock)

4.2 Risicobeheersing

4.2.1 Elektriciteitsnet

Bij bovengrondse en ondergrondse hoogspanningsverbindingen wordt gewerkt met een zogenoemde belaste strook. Afhankelijk van het spanningsniveau kan dit een strook zijn van enkele tientallen tot honderd meters. Voor het uitvoeren van bepaalde activiteiten, bijvoorbeeld het aanbrengen van boven- of ondergrondse kabels in deze strook, is toestemming nodig van de landelijke netbeheerder. Daarnaast worden er eisen gesteld aan de bereikbaarheid en mag de strook bijvoorbeeld niet gebruikt worden om brandbare materialen op te slaan.

Hoogspanningslijnen, ondergrondse kabels en transformatorhuisjes veroorzaken een elektromagnetisch veld. Hoewel niet zeker is dat dit tot gezondheidsproblemen leidt, wordt uit voorzorg geadviseerd niet te lang in de directe nabijheid van deze installaties te verblijven. Zwerfstromen van systemen die met gelijkspanning werken, kunnen de corrosiebescherming van leidingen nadelig beïnvloeden.

Documentatie:

- > [Informatie](#) van Tennet over de eisen en adviezen die gelden voor de veiligheid van boven- en ondergrondse hoogspanningsverbindingen.
- > [Informatie](#) van de GGD over elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen en trafohuisjes.
- > NIPV (2023). [Handreiking Plaatsing zonneweide nabij een stalen buisleiding](#).

4.2.2 Lithium-ion batterijen en EOS

Om de gevaren van lithium-ion batterijen te kunnen beheersen, moet bekend zijn onder welke omstandigheden ze kunnen falen. De oorzaken van brand en/of thermal runaway van een lithium-ion batterij zijn:

- > incorrect laden (bijvoorbeeld overladen)
- > kortsluiting
- > impact op de batterij of het EOS (vallen, botsing)
- > contact met water
- > blootstelling aan te hoge of te lage temperaturen
- > veroudering.

Om de kans op het falen van lithium-ion batterijen te voorkomen en om de effecten ervan te beperken, kunnen verschillende maatregelen genomen worden. Bij kleine batterijen is het belangrijk dat het apparaat waar de batterij in zit, zijn warmte kwijt kan. Voor grote batterijen en opslagsystemen zijn er bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen opgesteld waarmee brand en thermal runaway voorkomen kunnen worden. Een reeds ontstane thermal runaway is niet meer te stoppen, maar er zijn nog wel maatregelen die de uitbreiding van de thermal runaway (thermische propagatie) kunnen beperken. Maatregelen kunnen betrekking hebben op het volgen van normen, op brandwerendheid of op compartimentering van het gebouw waar het EOS of de batterijopslag zich bevindt.

Documentatie:

- > NIPV (2023). [Explainer Video Thermal Runaway](#).
- > In het [Scenarioboek Energietransitie](#) staan diverse scenario's over batterij(opslagen).
- > NIPV (2024). [Literatuuronderzoek naar de brandeffecten van li-ion batterijen](#).
- > PGS 37-1. [Lithiumhoudende energiedragers: energieopslagsystemen \(EOS\)](#).
- > PGS 37-2. [Lithiumhoudende energiedragers: Opslag](#).
- > Brandweer Nederland (2019). [10 tips om veilig op te laden](#).
- > NIPV, LIOGS en Veiligheidsregio Haaglanden (2021). [Veiligheidsprincipes kleinschalige EOS'en \(<20 kWh\)](#).

4.3 Incidentbestrijding

Voor brandweeroptreden nabij elektriciteit worden veiligheidsafstanden gehanteerd, afhankelijk van de betrokken elektrische installaties en de omstandigheden ter plaatse. Een gebouw voor transport (distributie) van elektriciteit mag alleen betreden worden onder toezicht van een netbeheerder.

Een brand van een lithium-ion batterij is – ongeacht de grootte – moeilijk te bestrijden, omdat de brand zich niet laat blussen. Daarnaast spelen de volgende aspecten een rol:

- > Branden kunnen lang duren en plotseling herontsteken.
- > Andere batterijen kunnen betrokken raken bij de brand.
- > Er komt veel hitte vrij en er kunnen steekvlammen ontstaan.
- > Er kunnen giftige stoffen vrijkomen zoals waterstoffluoride en lithiumhydroxide.
- > Er kan sprake zijn van elektrocutiegevaar.
- > Er kan een explosie plaatsvinden (en als gevolg daarvan rondvliegende delen).
- > Het bluswater kan verontreinigd raken.

De hoeveelheid, de grootte en de situering van de batterijen bepalen de wijze waarop een incident met een of meerdere lithium-ion batterijen bestreden kan worden. Het langdurig koelen (dompelen) van lithium-ion batterijen is een van de weinige manieren om de gevolgen van een brand met een lithium-ion batterij te beperken.



Figuur 4.2 Brand van elektrische fiets in Zwolle (Foto: Hugo Janssen)

Documentatie:

- > NIPV (2023). [Incidentbestrijding elektrische voertuigen op schepen.](#)
- > NIPV (2024). [Warmtestraling bij elektrische voertuigbranden.](#)
- > Brandweer Nederland (2020). [Brandweeroptreden nabij elektriciteit.](#)
- > Brandweer Nederland. (2021). [Aandachtskaart lithium-ion energiedragers.](#)

- > NIPV (2023). [Onderzoek dompelcontainers](#).
- > NIPV (2022). [Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders](#). In de bijlage van dit infoblad zijn aandachtscarten opgenomen voor [veilig optreden nabij elektriciteit](#) en [de bestrijding van een incident in e-voertuig \(elektrisch of hybride\)](#).

5 Overige informatie

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van rapporten en websites die niet eerder genoemd zijn in dit document, maar mogelijk wel interessant zijn voor de lezer.

- > [Animatie](#) op nu.nl waarom het stroomnetwerk in Nederland overvol raakt.
- > Belemmeringen en oplossingsrichtingen voor industriële elektrificatie worden beschreven in TNO (2021). [Verkenning instrumentatie voor industriële elektrificatie](#).
- > [Eisen en toezicht](#) van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ten aanzien van het transport van lithium-ion batterijen (ADR).
- > [Overzichtspagina](#) van het Zweeds onderzoeksinstituut RISE met onderzoeken op het gebied van (brandveiligheid van) batterijen.
- > Themapagina van het NIPV over [elektrificatie](#).
- > Website van het NIFV met [kerncijfers](#) over alternatief aangedreven voertuigen.
- > NIPV (2023). [Opladen van Li-ion batterijen bij lage temperaturen](#).
- > NIPV (2023). [Verkenning Toekomstige Batterijtypen en Veiligheid](#).