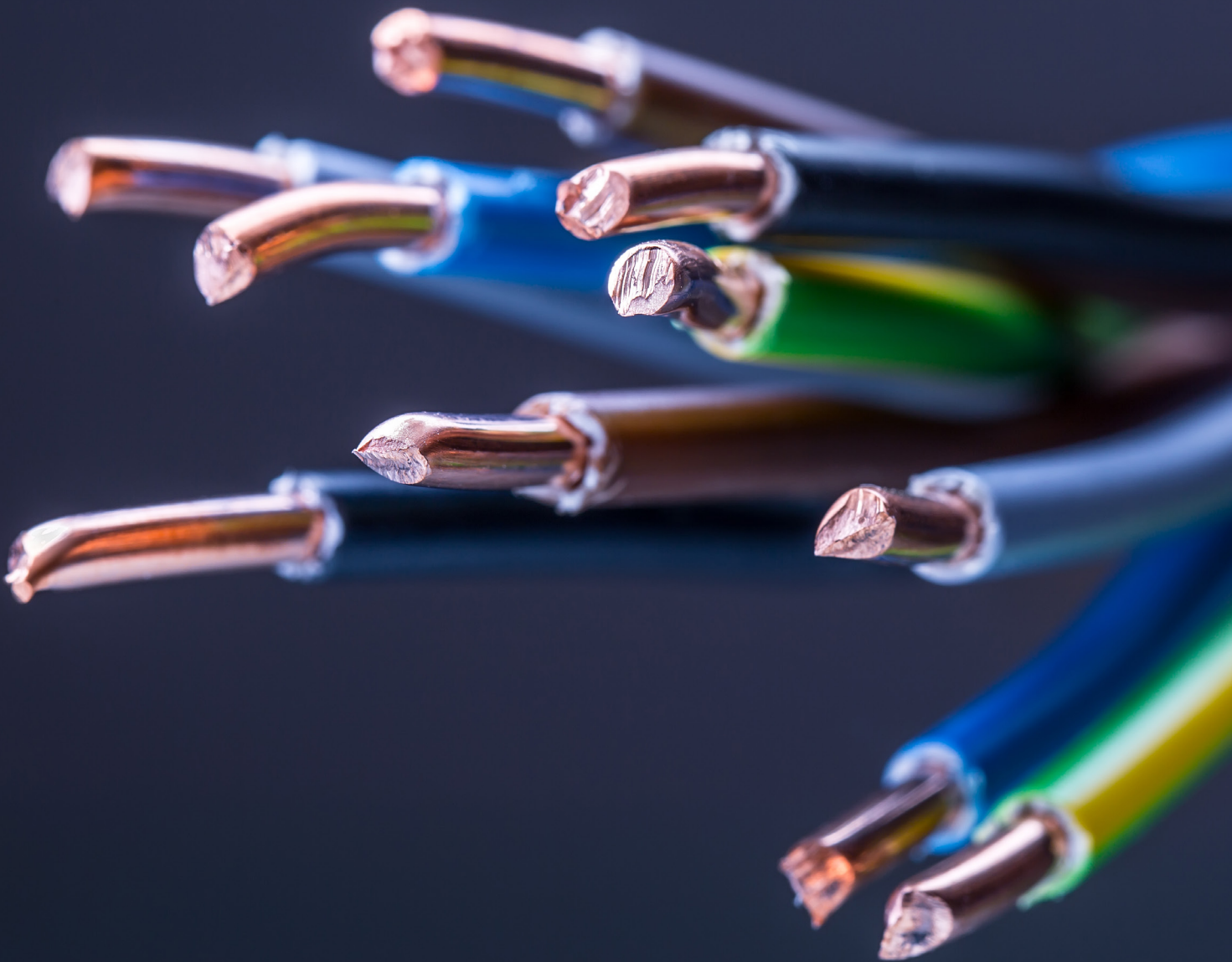


Kennisbundel elektrificatie



Instituut Fysieke Veiligheid
Kennisonwikkeling en onderwijs
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Instituut Fysieke Veiligheid (2022). *Kennisbundel Elektrificatie*. Arnhem: IFV.

Titel:	Kennisbundel Elektrificatie
Datum:	10 februari 2022
Versie:	1.0
Auteur:	M. Leene BA en dr. M.B. Spoelstra
Projectleider:	Dr. M.B. Spoelstra
Review en eindverantwoordelijk:	Dr. Ir. N. Rosmuller

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	12
3.1	Productie van elektriciteit	12
3.2	Transport elektriciteit	12
3.3	Opslag elektriciteit	13
3.4	Gebruik	14
4	Beperken van gevaren	15
4.1	Gevaren	15
4.2	Risicobeheersing	16
4.3	Incidentbestrijding	18
5	Overige informatie	19

Inleiding

Veel initiatieven met nieuwe energiedragers en -bronnen vinden plaats op lokaal of regionaal niveau. Omdat in veel gevallen geen wet- en regelgeving beschikbaar is die betrekking heeft op de veiligheid van dergelijke initiatieven, vinden ook afwegingen veelal plaats op lokaal of regionaal niveau. Enerzijds leidt dit tot inefficiëntie (het wiel wordt steeds weer opnieuw uitgevonden), en anderzijds bestaat het risico van inconsistentie in de besluitvorming. Er is daarom behoefte aan het ontsluiten van kennis over goede uitvoeringspraktijken van het gebruik van nieuwe energiedragers en -bronnen.

In 2020 heeft het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) het project 'Kennisbundeling VET' (Veilige Energietransitie) uitgevoerd met als doel nieuwe en bestaande kennis over veiligheidsaspecten rondom de energietransitie te bundelen en te ontsluiten. Het IFV heeft hierin samengewerkt met het Kenniscentrum InfoMil¹ en met Relevant.² In dat project zijn voor vier verschillende onderwerpen vier kennisbundels opgesteld met daarin beknopte beschrijvingen over wet- en regelgeving, vergunningen, pilots en veiligheidsmaatregelen.

De doelgroep van de kennisbundels wordt gevormd door (overheids)instanties die worden geconfronteerd met (omgevings)veiligheidsvraagstukken rondom de energietransitie. Om zich de deelonderwerpen eigen te maken, kan de lezer gebruikmaken van de documenten en websites waar in de kennisbundel naar 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. Om zich de deelonderwerpen eigen te maken, kan de lezer gebruikmaken van de documenten en websites waarnaar verwezen wordt.

¹ Zie de [website](#) van InfoMil.

² Zie de [website](#) van Relevant

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 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 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 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.³

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](#)

1.1 Elektrificatie in verschillende sectoren

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

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 zullen elektrisch zijn en 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 binnenvaart, zij het nu vaak nog in de vorm van demonstratieprojecten. Op het spoor is het gros van de spoortrajecten 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.

³ Het woord 'stroom' is een veelgebruikte term en wordt in deze kennisbundel gebruikt als een metafoor voor de elektriciteitsvoorziening.

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.

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 één van de



Figuur 1.1 Tesla Powerwall (foto: Shutterstock)

manieren om aardgasvrije wijken te realiseren. In plaats van het gebruiken van aardgas kan overgegaan worden op elektrische oplossingen, zoals warmtepompen. In het Klimaat-akkoord staat beschreven dat elke gemeente voor het einde van 2021 een Transitieve Warmte moet vaststellen, waarin inzichtelijk wordt gemaakt welke wijken of buurten van het aardgas worden gekoppeld en op welke wijze dit kan gebeuren.

Documentatie:

- > Topsector Energie. (2021). [Elektrificatie energiesysteem in de gebouwde omgeving.](#)
- > CE Delft (2020). [Elektrificatie en vraagprofiel 2030.](#)
- > [Buurtbatterij](#) voor 35 bewoners Haarlemmermeer.
- > Programma Aardgasvrije wijken (2020). [Transitievisie warmte.](#)

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 (zie ook paragraaf >). Daarnaast kan de elektrificatie van bouw-machines 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.](#)

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). Elektrificatie en technologieën zoals e-boilers, elektrische aandrijving en warmtepompen zullen het komende decennium al worden ingezet in de industrie. Daarnaast zal naar verwachting elektrolyse voor waterstoftoepassingen toenemen in de industrie. 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 voldoende (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:

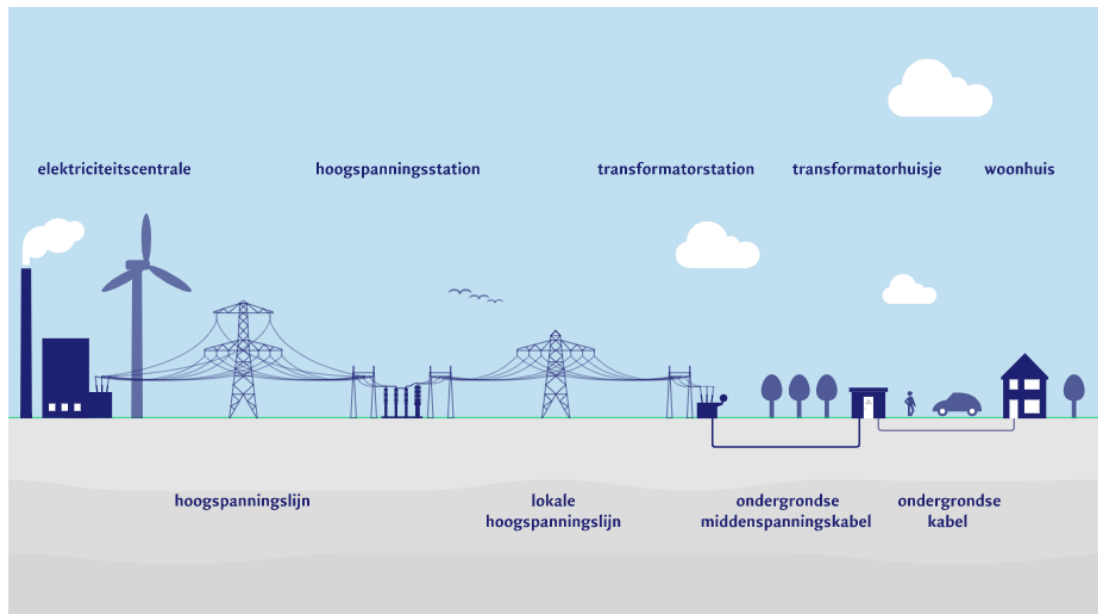
- > Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2019). [Elektrificatie industrie.](#)
- > TNO (2021). [Energie-infrastructuren 2030.](#)
- > Berenschot (2017) [Electrification in the Dutch process industry.](#)
- > TNO, DNV, TKI Energie en Industrie (2021). [Routekaart elektrificatie in de industrie.](#)

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 (windturbines (in windparken) en zonnepanelen (in zonneparken)).⁴
- > 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.

⁴ 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 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 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 capaciteit te vergroten. Ook 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 (2019). [Basisinformatie over energie-infrastructuren](#).
- > Netbeheer Nederland (2021). [Het Energiesysteem van de Toekomst](#) (samenvatting).
- > Website van Netbeheer Nederland met de [capaciteitskaart](#) van het elektriciteitsnet.
- > TenneT (2011). [Ondergrondse kabels en bovengrondse hoogspanningslijnen](#).
- > Topsector Energie (2021). [Elektrificatie energiesysteem in de gebouwde omgeving](#).
- > Zo werkt energie (2021). [Veranderingen binnen het fysieke domein](#).
- > Binnenlands Bestuur (2022). [Amsterdamse stroomnet jaren op slot](#).

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 1998⁵

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 het 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 (> 110kV) onder beheer van TenneT vallen.

Netcode Elektriciteit

De Netcode Elektriciteit beschrijft onder meer hoe de ruimte op het elektriciteitsnet wordt verdeeld, 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.

EU-richtlijn industriële emissies (RIE-richtlijn)

De Richtlijn industriële emissies (RIE-richtlijn) ([2010/75/EU](#)) reguleert activiteiten van grote industriële bedrijven die emissies en verontreinigingen veroorzaken (de zogenaamde IPPC-installaties⁶). Energiecentrales vallen onder deze regeling. Bedrijven die onder de richtlijn vallen, moeten aan een aantal voorwaarden voldoen om verontreiniging te voorkomen, te beperken en efficiënt gebruik te maken van energie. De RIE-richtlijn wordt momenteel herzien.

De RIE-richtlijn is geïmplementeerd in Nederlandse wetgeving. Zo is de richtlijn opgenomen in de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht (Wabo), het Besluit omgevingsrecht (Bor), het

⁵ De Elektriciteitswet 1998 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.

⁶ IPPC staat voor Integrated Pollution Prevention and Control.

Activiteitenbesluit en in de Wet milieubeheer (Wm). Richtlijn [2015/2193](#) voor middelgrote installaties is opgenomen in het Activiteitenbesluit milieubeheer en de Activiteitenregeling milieubeheer.

Documentatie:

- > [Elektriciteitswet 1998](#).
- > [Wet onafhankelijk netbeheer \(WON\)](#)
- > [Netcode Elektriciteit](#).
- > [Memorie van toelichting Energiewet](#).
- > Autoriteit Consument en Markt (ACM, z.d.) [Themapagina De Energiemarkt](#)
- > Europa Decentraal (2021). [Industriële emissies en de RIE-richtlijn](#)

2.2 Gebruik van elektriciteit

Wet Milieubeheer en Activiteitenbesluit milieubeheer

Bedrijven hebben volgens de Wet Milieubeheer (art. 8.40) een energiebesparingsplicht wanneer zij per jaar meer dan 50.000 kWh elektriciteit of meer dan 25.000 m³ aardgas gebruiken. Het Activiteitenbesluit milieubeheer verplicht deze bedrijven om energiebesparende maatregelen te nemen met een terugverdientijd van vijf jaar of minder (art. 2.14c en 2.15).

Bouwbesluit 2012

Sinds 1 januari 2021 geldt dat nieuwbouw moet voldoen aan de eisen voor bijna energie-neutrale gebouwen (BENG). De BENG-eisen staan beschreven in het Bouwbesluit (Hoofdstuk 5) en hebben betrekking op de maximale energiebehoefte, het fossiele energiegebruik en op de opwekking van hernieuwbare energie voor gebouwen.

Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers

Vooruitlopend op de komst van de Omgevingswet en de richtlijnen PGS 37-1⁷ en PGS 37-2 is de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers tot stand gekomen. De circulaire geeft regels over de (grootschalige) opslag van batterijen en over het gebruik in grotere energieopslagsystemen (EOS). De circulaire heeft geen betrekking op lithium-ion batterijen voor particulier gebruik.

Documentatie:

- > [Informatie](#) van Infomil over de energiebesparingsplicht.
- > [Informatie](#) van RvO over energieprestatie en BENG.
- > [Warenwetbesluit elektrisch materiaal](#).
- > Infomil (2020). [Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers vastgesteld](#).

⁷ De circulaire zal worden ingetrokken zodra de richtlijnen PSG-37-1 en PGS 37-2 zijn gepubliceerd. PGS staat voor Publicatierreeks Gevaarlijke Stoffen. PGS 37-1: Lithium-houdende energiedragers, Energie Opslag Systemen (EOS). PGS 37-2: Lithium-houdende energiedragers, Opslag.

3 Vergunningverlening

3.1 Productie van elektriciteit

Voor een energiecentrale op basis van aardgas, biogas en steenkool is een omgevingsvergunning nodig in het kader van het Besluit Omgevingsrecht (Bor, Bijlage I onderdeel C). Daarnaast kan in verband met stikstofoxidenuitstoot een vergunning nodig zijn in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb, art. 2.7). 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).

Documentatie:

- > [Besluit omgevingsrecht](#).
- > [Wet natuurbescherming](#): toetsingskader voor vergunningen en plannen.
- > [Website](#) van ANVS over vergunningverlening van nucleaire installaties.



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

3.2 Transport van elektriciteit

De afweging over de aanleg, wijziging of uitbreiding van een hoogspanningslijn vindt plaats in het kader van de Wet ruimtelijke ordening (Wro), het Besluit milieueffectrapportage (zie categorie C24 en D24.1) en in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht

(Wabo). Voor een ondergrondse hoogspanningsleiding kan ook het Besluit milieueffect-rapportage van toepassing zijn (zie categorie D24.2).

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.

Elektriciteit wordt op wijkniveau geleverd via transformatorhuisjes. Als transformatorhuisjes niet in een gesloten gebouw zijn ondergebracht en een bepaald elektrisch vermogen hebben (200 MVA of meer), is een omgevingsvergunning nodig (zie categorie 20.6 van bijlage I, onderdeel C, van het Bor).

Documentatie:

- > Websites van Infomil over [planologisch relevante leidingen](#), over [bovengrondse hoogspanningslijnen](#) en over [vergunningplicht voor transformatorhuisjes](#).
- > [Website](#) van de Rijksoverheid over het voorzorgsbeleid betreffende hoogspanningslijnen bij woningen.

3.3 Opslag van elektriciteit

Voor opslag van 333 kg tot 10.000 kg batterijen en cellen kan aangesloten worden bij de *Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers*. Dit is een richtinggevend, maar geen bindend document. Voor de opslag van meer dan 10.000 kg lithium-ion batterijen is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) van toepassing en geldt een vergunningplicht. Voor het opslaan van maximaal 10.000 kg lithium-ion batterijen geldt geen vergunningsplicht, maar vanuit het Activiteitenbesluit kan het bevoegd gezag wel maatwerkvoorschriften stellen.

Op grond van artikel 4.1 van het Activiteitenbesluit geldt bij opslag van meer dan 2.500 kg aan lithium-ion batterijen een veiligheidsafstand van 20 meter. Als de opslag plaatsvindt in een brandcompartiment, is deze afstand 8 meter. Daarnaast zijn er mogelijkheden om eisen te stellen op basis van de Gemeentewet (artikel 108) en het Bouwbesluit 2012 (art. 7.10).

Een EOS is geen inrichting op basis van de Wet milieubeheer, omdat een EOS niet beschreven wordt in bijlage 1 van het Bor. Een stationair EOS is doorgaans voorzien van klimaatbeheersing. Wanneer het totaal elektromotorisch vermogen groter is dan 1,5 kW, is sprake van een inrichting en is het Activiteitenbesluit milieubeheer wel van toepassing. De mogelijkheden voor maatwerk zijn echter zeer beperkt. Voor een EOS is een mogelijk een omgevingsvergunning nodig (bijlage B3.3. van Circulaire). Met de komst van de Omgevingswet heeft het bevoegd gezag meer mogelijkheden om in het omgevingsplan regels te stellen over (de plaatsing van) een EOS, bijvoorbeeld door een EOS als een milieubelastende activiteit en richtlijn PGS 37-1 als best beschikbare techniek aan te wijzen.

Documentatie:

- > [Circulaire](#) risicobeheersing lithium-ion energiedragers.
- > [Informatie](#) van Infomil over opslag lithium-ion batterijen.
- > [Presentatie](#) van Infomil over voorschriften omgevingsveiligheid voor (buurt)batterijen.

- > DNV-GL (2015). [Safety, operation and performance of grid-connected energy storage systems](#).

3.4 Gebruik van elektriciteit

Voor het leveren van energie aan kleinverbruikers is een vergunning nodig, maar niet voor levering aan grootgebruikers.⁸ De ACM regelt de vergunningverlening.

De Richtlijn industriële emissies (RIE) vereist dat IPPC-installaties (zie paragraaf 2.1) pas in gebruik worden genomen als ze een omgevingsvergunning hebben. Voor deze installaties geldt dus een vergunningplicht (artikel 2.1 lid 2 Bor). Gedeputeerde Staten zijn bevoegd te beslissen over een aanvraag voor een omgevingsvergunning (zie bijlage I Bor). Daarnaast moeten deze installaties voldoen aan de Best Beschikbare Technieken (BBT).

NEN 1010 wordt (gedeeltelijk) aangewezen door het Bouwbesluit als de norm die gehanteerd moet worden voor laagspanningsinstallaties. De voorschriften verschillen voor bestaande bouw en voor nieuwbouw.

Documentatie:

- > [Informatie](#) van ACM over vergunningsplicht van het leveren van elektriciteit en gas.
- > [Informatie](#) van Infomil over IPPC-installaties.
- > [Website](#) van de NEN over werken met NEN 1010.

⁸ 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, maar ook wind- en zonneparken worden gebruikt om 'groene' stroom op te wekken. Daarnaast wordt er op kleinere schaal elektriciteit geproduceerd zoals 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 het 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. 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. Gevaren van (lithium-ion) batterijen zijn onder andere:

- > brand (waaronder steekvlammen, hittestraling en giftige gassen of een gifwolk)
- > thermal runaway, waarbij hittestraling en giftige gassen of een gifwolk kunnen voorkomen.

Een thermal runaway is een chemische reactie die niet meer te stoppen is. In korte tijd wordt veel warmte geproduceerd waardoor de batterij faalt, gevaarlijke stoffen vrijkomen en er mogelijk brand ontstaat.

Bij grotere branden kan er explosiegevaar ontstaan door het vrijkomen van gassen. 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, scooter etc.) is dat ze nauwelijks geluid maken bij lage snelheid en daardoor niet altijd opgemerkt worden door fietsers en voetgangers. Er wordt op Europees niveau nagedacht over het stellen van eisen aan het geluidsniveau van dergelijke voertuigen en/of waarschuwingssystemen.

Documentatie:

- > IFV (2021). Webinar: [Veilige energietransitie: elektrificatie](#).
- > Brandweer Nederland (2020). [Handreiking risicobeheersing veilige PV-systemen](#).
- > RIVM (2019). [Verkenning risico's van de energietransitie voor de nationale veiligheid](#).
- > [Blog](#) Nils Rosmuller over elektrificatie in de bouw.
- > [Circulaire](#) risicobeheersing lithium-ion energiedragers, hoofdstuk 6.
- > Elektrisch Nederland (z.j.). [veiligheid van elektrische voertuigen](#).



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

4.2 Risicobeheersing

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.
- > IFV (2021). [Handreiking Plaatsing zonneweide nabij een stalen buisleiding](#)

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. 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:

- > Brandweer Nederland (2019). [10 tips om veilig op te laden](#).
- > IFV, LIOGS en Veiligheidsregio Haaglanden (2021). [Veiligheidsprincipes kleinschalige EOS'en \(<20 kWh\)](#).
- > Veiligheidsregio Haaglanden, Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond en LIOGS (2020). [Handreiking Elektriciteit Opslag Systemen \(EOS > 20 kWh Li-ION\)](#).
- > Veiligheidsregio Haaglanden, Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond en LIOGS (2020). [Handreiking Opslag Li-ion energiedragers \(accu's en batterijen\)](#).
- > [Circulaire](#) risicobeheersing lithium-ion energiedragers, hoofdstuk 6.

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.
- > 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 zoutzuur.
- > 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 lithium-ion batterijen bepalen de wijze waarop een incident met één of meerdere lithium-ion batterijen bestreden kan worden. Het langdurig koelen (dompelen) van lithium-ion batterijen is één van de weinige manieren om de gevolgen van een brand met een lithium-ion batterij te beperken.

Documentatie:

- > Brandweer Nederland (2020). [Brandweeroptreden nabij elektriciteit](#).
- > Brandweer Nederland. (2021). [Aandachtskaart lithium-ion energiedragers](#).
- > IFV (2021). [Onderzoek dompelcontainers](#).
- > Enexis (2021). [Incidentbestrijding bij elektriciteit](#).
- > IFV (2021). [Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders](#). In de bijlage van dit infoblad zijn aandachtskaarten opgenomen voor [veilig optreden nabij elektriciteit](#) en [de bestrijding van een incident in e-voertuig \(elektrisch of hybride\)](#).



Figuur 4.2 Brand in Capelle aan den IJssel in pand met elektrische scooters (Foto: Hollandse Hoogte)

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.
- > Artikel '[Praktijkervaringen uit Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond](#)' in Gevaarlijke Lading, 22^e jaargang, september 2019.
- > Belemmeringen en oplossingsrichtingen voor industriële elektrificatie worden beschreven in TNO (2021). [Verkenning instrumentatie voor industriële elektrificatie](#).
- > Berging en Stalling van Elektrische Voertuigen - [Addendum](#) bij de Bergingsovereenkomst 2019 – 2022.
- > Blog van Nils Rosmuller over lithium-ion batterijen - [1](#).
- > Blog van Nils Rosmuller over lithium-ion batterijen - [2](#).
- > Blog van Nils Rosmuller over lithium-ion batterijen - [3](#).
- > Burghgraef van Tiel & Partners i.s.m. FSE Support (2019). [Omgang met lithium batterijen](#), versie 1.0.
- > [Eisen en toezicht](#) van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ten aanzien van het transport van lithium-ion batterijen (ADR).
- > Fire Safety Research Institute (FSRI, 2020). [Report: Four Firefighters Injured In Lithium-Ion Battery Energy Storage System Explosion - Arizona](#).
- > Nieuwsberichten van de installatiebranche op het gebied van [energieopslag](#).
- > [Overzichtspagina](#) van het Zweeds onderzoeksinstituut RISE met onderzoeken op het gebied van (brandveiligheid van) batterijen.
- > Themapagina van het IFV over [elektrificatie](#).
- > Website van het IFV met [data over incidenten](#) met alternatief aangedreven voertuigen.