

Elektrische ReGeneratie

Decarbonisering van de industrie en
samenleving door elektrificatie



VATTENFALL

Inhoudsopgave

Onze CEO aan het woord.....	3
Het grotere geheel.....	4
HYBRIT.....	8
Fossielvrij Leven.....	10
De Geschiedenis van Elektrificatie.....	16
Fossielvrije Industriële Sectoren.....	18
Nederlandse Kansen.....	22
Elektrische ReGeneratie.....	26

Onze CEO aan het woord



Klimaatverandering is een van de grootste uitdagingen van onze tijd. Om dat tegen te gaan moeten we op ongekennde schaal zaken anders gaan aanpakken, ook in Nederland. We zien ook dat de vraag naar koolstof-intensieve materialen, producten en ook diensten die onze moderne samenleving gemaakt heeft tot wat het nu is, eerder toe dan afneemt. Overal ter wereld leven we langer en worden we rijker, en we hebben huizen, kantoren en infrastructuur nodig, niet alleen voor de huidige bevolking, maar ook voor volgende generaties.

Wij bij Vattenfall hebben beloofd om binnen één generatie fossielvrij leven mogelijk te maken. Dat betekent dat we onze energiemix 100% fossielvrij maken door grote investeringen te doen in hernieuwbare energie en door fossiele energiebronnen uit te faseren. Maar het houdt ook in dat we buiten onze

„Bij Vattenfall hebben we het onze missie gemaakt om fossiel vrij leven mogelijk te maken binnen één generatie”.

Magnus Hall – CEO van Vattenfall

eigen productie kijken, hoe we in andere sectoren en buiten onze thuismarkten onafhankelijk van fossiele brandstoffen kunnen worden. Door elektriciteit ook te zien als bron van innovatie in plaats van alleen als bron van energie, kunnen we een nieuwe generatie van

industriële sectoren en materialen creëren, die geen last heeft van de beperkingen van een verleden met fossiele brandstoffen. We noemen dit Elektrische ReGeneratie.

Elektriciteit is sinds de uitvinding ervan een instrument van vooruitgang geweest. Het heeft ons van olielampen naar gloeilampen gebracht, van stoomtreinen naar elektrische treinen, en van wassen met de hand naar wasmachines die het werk voor ons doen. Nu is er sprake van een nieuwe elektrificatiegolf, en wij lopen voorop – door elektrische oplossingen voor industrie en maatschappij, en door onze krachten te bundelen met innovatieve partners die sectoren en processen vertegenwoordigen die momenteel verantwoordelijk zijn voor een groot aandeel in de CO₂-uitstoot.

Door onze visie te delen over wat er in de verschillende industriële sectoren in Nederland kan worden gedaan, en door inzichten te delen van bestaande industriële partnerschappen, wil ik met dit rapport laten zien dat onafhankelijkheid van fossiele brandstoffen niet alleen een plicht is, maar ook mogelijk. En wij van Vattenfall, wij stellen Elektrische ReGeneratie voor.

Magnus Hall
CEO van Vattenfall

Het grotere geheel



Klimaatverandering is een van de grootste uitdagingen van onze tijd. Samenlevingen en industrieën dienen een fundamentele en systematische verandering te ondergaan om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 graad. Een ambitie die algemeen aanvaard is als de drempel om onomkeerbare gevolgen te vermijden. De wereld heeft zich achter deze uitdaging geschaard. Regeringen, bedrijven en bevolking werken gezamenlijk aan de doelstellingen voor duurzame ontwikkeling van de VN om voor 2030, het Akkoord van Parijs en nationale doelstellingen, een reductie te realiseren per 2030 van tenminste 49% van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland en 95% reductie per 2050 in vergelijking met 1990.

Stijgende vraag naar koolstof materialen

Tegenwoordig leven we langer, gezonder en welvarender dan ooit tevoren en de wereld blijft in een

ongekend tempo groeien. Jaarlijks neemt de wereldbevolking met meer dan 80 miljoen mensen toe en er wordt geschat dat we in 2050 bijna de 10 miljard bereiken. Ondertussen blijven mensen naar de stad verhuizen en naar verwachting woont binnen dertig jaar 68% van de mensen in een stedelijk gebied. Daarom moeten de winning van grondstoffen en de productie van goederen worden voortgezet, zodat we bijvoorbeeld meer woningen kunnen bouwen en meer batterijen voor onze elektrische auto's en mobiele telefoons kunnen maken. In toenemende mate zullen mensen zichzelf moeten verplaatsen en zullen steeds meer goederen moeten worden verzonden naar consumenten over de hele wereld. Het is daarom heel belangrijk dat we de koppeling tussen groei en fossiele grondstoffen verbreken.

Het is niet moeilijk te begrijpen dat een grotere en rijkere bevolking meer consumeert. Het blijft echter een uitdaging om de impact van de energieproductie op het klimaat te beperken. Minder voor de hand

Het is moeilijk om een evenwicht te vinden tussen economische groei, sociale vooruitgang en klimaatverandering. Maar het is wel noodzakelijk. De deadline voor het voorkomen van rampzalige gevolgen van klimaatverandering komt dichterbij. Dit terwijl de vraag naar juist die materialen, goederen en diensten die op dit moment verantwoordelijk zijn voor het grootste aandeel van de CO₂-uitstoot toenemen.



liggend, maar net zo belangrijk, is de voetafdruk van de materialen die het fundament van de huidige maatschappij vormen zoals beton, staal en plastic.

De productie van deze materialen is zeer koolstofintensief en leidt jaarlijks tot de uitstoot van grote hoeveelheden CO₂ in de atmosfeer. En de vraag hiernaar vertoont nog geen tekenen van een neergaande lijn. In de afgelopen dertig jaar is de jaarlijkse mondiale cementproductie verviervoudigd, wat een stijging betekent van bijna 1 miljard naar ruim 4 miljard ton per jaar. In de afgelopen tien jaar was er tevens sprake van een stijging van de mondiale vraag naar staal met 40%, waarvan 95% in China. En ondanks het wereldwijde debat over plastic is de vraag ongeveer elke twintig jaar verdubbeld en is de wereldwijde productie van 1,5 miljoen ton in 1950 gestegen tot 322 miljoen ton in 2015.

MONDIALE MEGATRENDS

IN 2050:

**9,7
miljard**

Zal de wereld populatie zijn, in vergelijking met de 7,6 miljard vandaag.

68%

Zal in een stedelijke omgeving wonen, in vergelijking met 55% vandaag de dag.

**2,1
miljard**

Het aantal mensen dat 60 jaar of ouder is, zal meer dan verdubbeld zijn in vergelijking met vandaag.

Verenigde Naties, 2017, The World Population Prospects: The 2017 Revision



Dringende noodzaak om de industriële- en transportsector te decarboniseren

De industriële sector is, samen met de transportsector, verantwoordelijk voor het grootste aandeel van de huidige mondiale uitstoot. Dit betekent dat de decarbonisatie van de zware industrie en van de materialen waarmee de steden van morgen en haar infrastructuur worden gebouwd een wezenlijke impact zal hebben. Een derde van het wereldwijde energieverbruik wordt verbruikt door de transportsector en in 2017 was 25% van de uitstoot van broeikasgassen in de EU afkomstig van deze sector (inclusief de internationale luchtvaart).

Mogelijkheden in Nederland

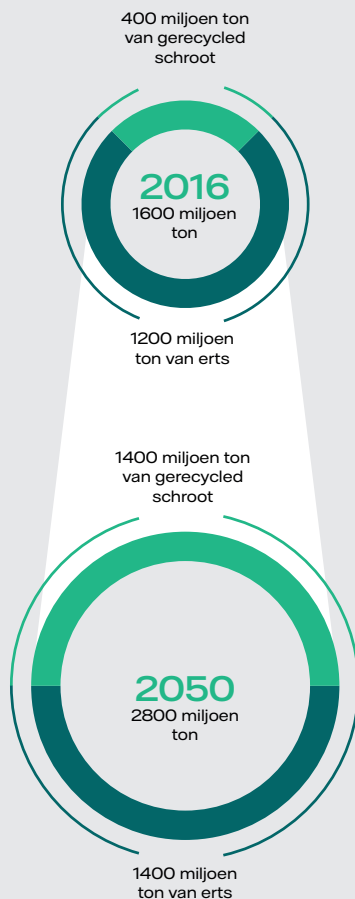
In Nederland bestaat volgens het Centraal Bureau van de Statistiek de top drie van sectoren die broeikasgassen uitstoten uit: de industrie (31%), de sector elektriciteit (23%) en mobiliteit (18%), gevolgd door landbouw (14%) en de gebouwde omgeving (13%). Inzetten op decarbonisatie van de energie-sector, en elektriciteit gebruiken om de industriële en transportsector te decarboniseren heeft enorme potentie om de nationale Nederlandse emissies tot bijna drie kwart omlaag te brengen.

De weg naar klimaatneutraliteit is uitdagend, maar bij Vattenfall geloven we dat de noodzakelijke energietransitie mogelijk is. Het zal niet makkelijk zijn en het gaat mogelijk even duren voordat vooruitgang zichtbaar is, maar het zal geen lineaire curve zijn. De zichtbare vooruitgang wordt snel groter als de industrie de business case achter de investeringen ook ziet en als de samenleving op grotere schaal naar betere oplossingen gaat vragen.

De transitie naar een koolstofarme maatschappij moet plaatsvinden, niet alleen technologisch maar ook in onze manier van denken. Als we krachten kunnen bundelen in de wens om de transitie te verwezenlijken, is verandering mogelijk. En als we dit ook op een eerlijke manier doen waarbij de kosten (en de kansen) juist verdeeld worden tussen het bedrijfsleven (inclusief de zware industrie), de overheid en de consument, dan kunnen we ook duurzame resultaten verwachten. Alleen dan wordt de ambitie voor een fossielvrij leven haalbaar voor alle mensen in onze maatschappij.

Het vormen van samenwerkingen en (financiële) partnerschappen in de sectoren en door de hele keten heen, vraagt om vertrouwen en afstemming over langetermijnperspectieven, wat vanzelfsprekend tijd kost om te realiseren. Ook onderzoek en ontwikkeling van technische innovaties en organisatorische wijzigingen kunnen lang duren. Daarom is het belangrijk om zo snel mogelijk met elkaar in gesprek te gaan en proactief te zoeken naar potentiële samenwerkingen.

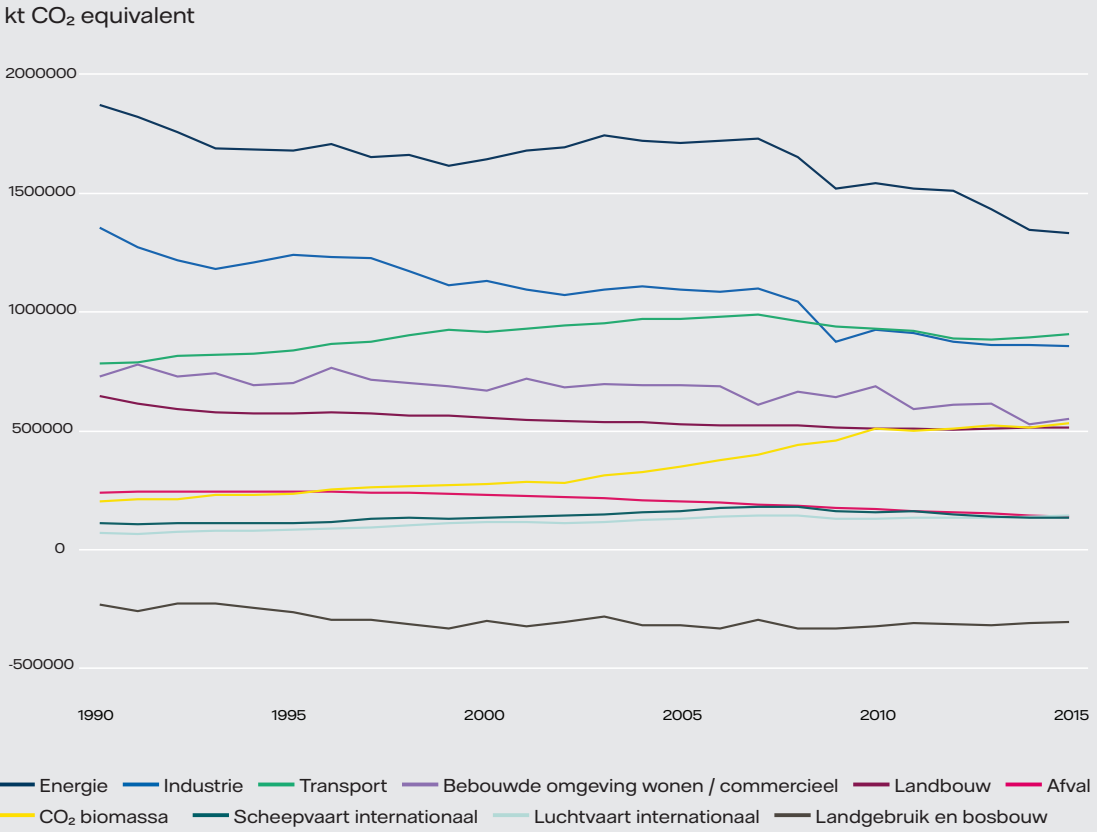
DE VRAAG NAAR STAAL - VANDAAG EN VERWACHT IN 2050



Source: HYBRIT, 2018



EU BROEIKASGAS EMISSIES GEAGREGGEERD PER SECTOR



Bron: Europees Milieuagentschap (EEA), 2018

HYBRIT- fossielvrij staal uit Zweden

Cokeskool is al meer dan honderd jaar een essentieel onderdeel van staalproductie. Tegenwoordig is de sector hierdoor een van de grootste uitstoters van CO₂. In de joint venture HYBRIT willen staalproducent SSAB, mijnbouwonderneming LKAB en Vattenfall gezamenlijk het proces transformeren. Als het volledig is geïmplementeerd kan HYBRIT de CO₂-uitstoot van Zweden met 10% omlaagbrengen en die van Finland met 7%.

Voor Jan Moström, CEO van LKAB, paste deelnemen in HYBRIT volledig in zijn algemene strategische ambities. „Het is heel eenvoudig, we hebben onze eigen agenda met het doel om zo fossielvrij mogelijk te worden. Dit houdt in dat we er over de hele linie aan werken om onze mijnbouwproducten en -processen over te zetten naar nieuwe energiesystemen, vooral elektrische“, verklaart hij. „We nemen bijvoorbeeld deel in een ander samenwerkingsproject dat is gericht op gedigitaliseerde bedrijfsactiviteiten met autonome elektrische voertuigen.“ Martin Lindqvist, CEO van SSAB, heeft een vergelijkbaar vertrekpunt. „Voor ons was het een logische volgende stap, omdat we onze klanten al hielpen om productiever te zijn en efficiënter met hulpbronnen om te gaan“, vertelt hij en voegt eraan toe: „Dit is geen duurzaamheidsproject, het is een businessontwikkelingsproject met duurzaamheidsvoordelen.“ Daarbij was de CO₂-voetafdruk van de sector als geheel een motiverende factor. „Het kwam ook na het besef dat hoewel wij ons beschouwden als een bedrijf dat in onze sector het voortouw neemt, de wereld om ons heen ons alleen maar zag als onderdeel van het probleem.“

Mårten Görnerup trad in 2017 aan als CEO van de joint venture. „Ik kon de uitdaging niet weerstaan. We hebben het over een proces dat gedurende honderden jaren is geoptimaliseerd en dat willen wij in twintig jaar volledig transformeren.“ Het project loopt nu prima, met de inbedrijfstelling van de proeffabriek in september 2020, iets meer dan twee jaar nadat we de eerste spade in de grond staken. „We zetten chemisch alles op z'n kop, de atomen reageren anders. Er zijn honderden dingen die we moeten aanpassen, kleine, praktische punten.“ „In 2021 wordt het duidelijk of we de productie kunnen opschalen zoals ons voor ogen staat“, vertelt Martin Lindqvist, CEO van SSAB. „Tot nu toe zijn we minder moeilijke problemen tegengekomen dan we dachten, waardoor ik er nog meer vertrouwen in heb dat dit de goede weg is.“

De grootste uitdagingen op weg naar groot-schalige productie zijn niet zo zeer technisch van aard, als wel commercieel en regelgevend. Eén van de uitdagingen is ervoor te zorgen dat het proces commercieel werkt, bijvoorbeeld zorgen voor het nodige durfkapitaal om op te schalen van het

proefstadium naar demonstratie en volledige productie. Het Zweeds Energieagentschap heeft ook belangrijke steun geboden en circa zes miljoen euro bijgedragen aan de prehaalbaarheidsstudie en een vierjarig onderzoeksproject. In de toekomst zullen ze ook ruim 50 miljoen euro bijdragen in de periode richting de proeffase.

Hoewel er nog een lange weg te gaan is naar volledige productie, zien de partners nu al dat hun inspanningen beginnen te lonen. „Ik was aangenaam verrast door de belangstelling van investeerders in onze betrokkenheid bij HYBRIT“, verklaart Martin Lindqvist, CEO van SSAB. „Het is ook enorm belangrijk geweest voor de trots binnen ons bedrijf en ik denk dat we nog nooit zoveel sollicitaties van gekwalificeerde kandidaten hebben gehad als nu. Tegenwoordig zien ze ons als deel van de oplossing en daar willen ze deel van uitmaken.“

HYBRIT in het kort

Doel: Fossielvrij staal in 2026

Partners: HYBRIT- Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology – is een joint venture tussen Vattenfall, SSAB en LKAB

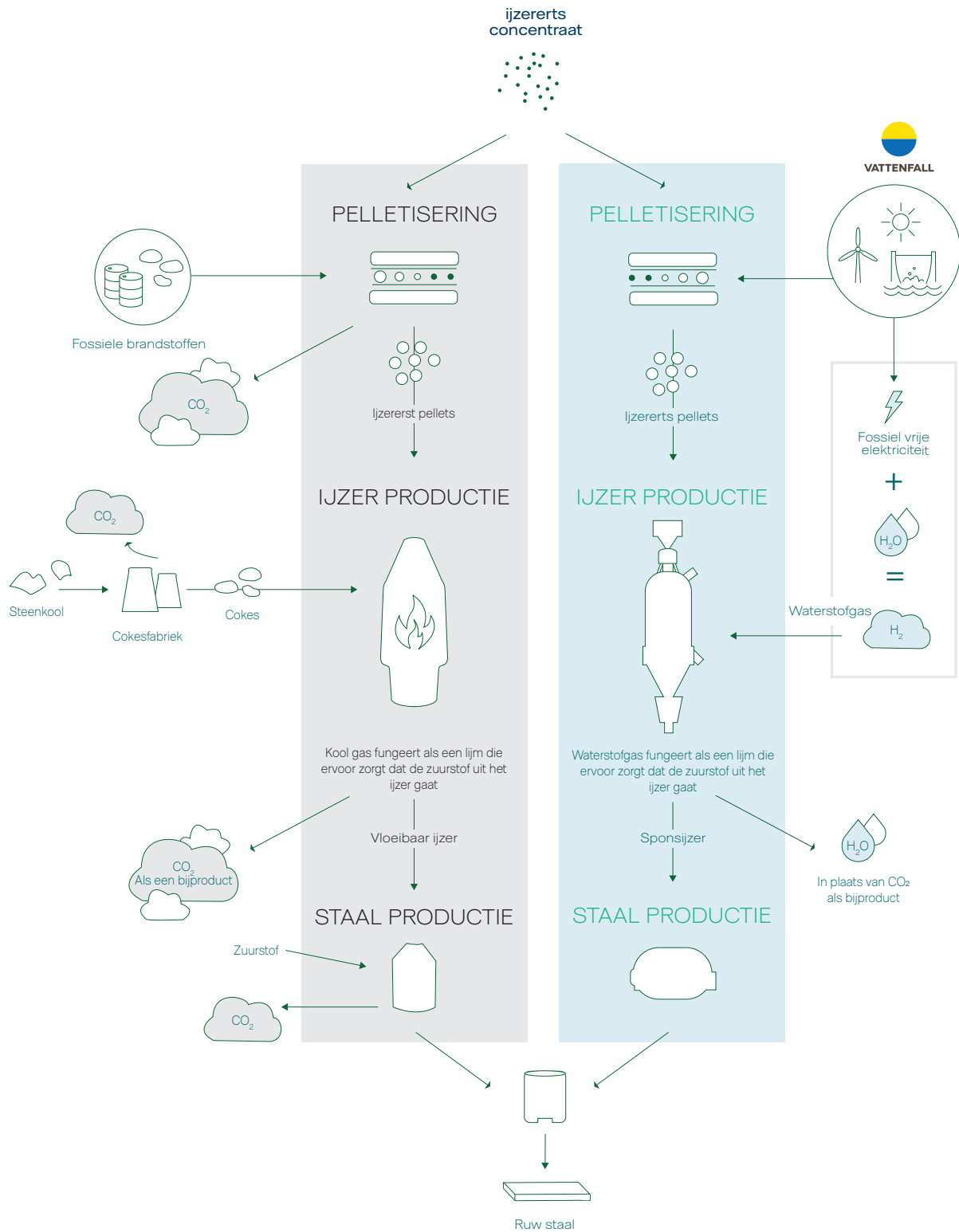
Doel: Het decarboniseren van de staalindustrie, door de cokeskool die van oudsher in de staalproductie wordt gebruikt, te vervangen door waterstof die is geproduceerd uit fossielvrije elektriciteit en water.

Belangrijke jaartallen:

- 2016: Prehaalbaarheidsstudie geïnitieerd
- 2018: Begonnen met de bouw van een proeffabriek in Luleå, Zweden. Het Zweeds Energieagentschap zegt meer dan SEK 500 miljoen toe om de proeffase te bereiken
- 2020: Start proeffabriek
- 2021: Een ton fossielvrij staal per productie-uur
- 2025: Gereed voor commerciële productie
- 2026: Een miljoen ton fossielvrij staal per jaar

Potentieel van CO₂-reductie: Bij volledige implementatie kan HYBRIT de CO₂-uitstoot van Zweden met 10% verlagen en die van Finland met 7%.

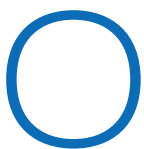
HOE WERKT HYBRIT?



A young girl with dark hair, wearing a grey long-sleeved shirt and blue shorts, is running barefoot on a sandy beach. She is holding a large, yellow flag with white fringe on a wooden stick. The flag is flying in the wind. In the background, there is a calm sea and a clear sky. The text 'Elektrificatie als instrument voor Fossielvrij Leven' is overlaid on the image.

Elektrificatie als instrument voor Fossielvrij Leven

Sinds de uitvinding ervan is elektriciteit altijd een belangrijke factor voor sociale en economische vooruitgang geweest. We hebben echter nog een lange weg te gaan om het volledige potentieel ervan te benutten. De elektrificatie van de maatschappij en de industrie neemt exponentieel toe en kan, samen met het proces om de energiesector zelf te decarboniseren, een instrument vormen dat fossielvrij leven binnen één generatie mogelijk maakt. Vanzelfsprekend en zeker ook in Nederland is de verdere decarbonisatie van de elektriciteitsproductie een belangrijke voorwaarde.



Om aan de vraag naar meer bouw, infrastructuur en transport te voldoen, en tegelijkertijd klimaatdoelen te halen, hebben we meer elektriciteit nodig, niet minder. Door fossielvrije elektriciteit in nieuwe sectoren en contexten te introduceren, kunnen we aan economische groei en sociale vooruitgang bijdragen met een minimale impact op het klimaat.

Gebruikmaken van elektriciteit, geen CO₂-uitstoot

Elektrificatie kan worden omschreven als het omzetten van een machine of systeem werkend op fossiele energie bronnen naar het gebruik van elektrische energie. „Elektriciteit is niet noodzakelijk een doel op zich, maar het is ook een mooi middel om energie naar de toepassing te brengen“, zegt Mikael Nordlander, Hoofd van het R&D Portfolio Industry Decarbonisation bij Vattenfall. „De som van de energie is feitelijk constant, maar in plaats van cokeskool voor energie te gebruiken, doen we het vanuit elektriciteit“, zegt Martin Lindqvist, CEO van staalproducent SSAB met betrekking tot het HYBRIT-project voor het decarboniseren van de staalproductie. Oorspronkelijk was elektrificatie een belangrijke drijvende kracht achter productiviteit en efficiëntie, maar tegenwoordig gaat het er in de eerste plaats om dat de CO₂-uitstoot die de klimaatverandering bevordert, erdoor kan worden verminderd.

Elektriciteit kan op drie manieren worden benut voor het terugdringen of elimineren van koolstofuitstoot: door het decarboniseren van de energievoorziening, door directe elektrificatie en door indirecte elektrificatie, met name van industriële processen. Elektrificatie kan alleen een drijvende kracht achter decarbonisatie zijn als de energievoorziening wordt gebaseerd op fossielvrije elektriciteit. Dit betekent dat bijvoorbeeld steenkoolgestookte elektriciteitscentrales moeten worden vervangen door fossielvrije elektriciteitsbronnen zoals

wind- en zonne-energie. De landen waar de energievoorziening al grotendeels fossielvrij is, bevinden zich dus in een goede positie om het voortouw te nemen. Een fossielvrij energiesysteem is de basis, daarom heeft Zweden bijvoorbeeld een bijzonder goede uitgangspositie. 98% van de Zweedse elektriciteit die nu wordt geleverd is fossielvrij, ten aanzien van een

„In plaats van energie uit cokeskool gebruiken we de energie van elektriciteit.“

Martin Lindqvist – CEO Staalfabrikant SSAB

gemiddelde van ongeveer 54% in Europa. Nederland is een van de landen die, vergeleken met Zweden, ver aan de andere kant van het spectrum staat, met in 2019 slechts 18% elektriciteit geproduceerd uit duurzame energiebronnen en 76% uit fossiele brandstoffen zoals aardgas en steenkool.

Decarbonisatie van de Nederlandse energiemix is een prioriteit

Nederland heeft zijn maatschappij en industrie lange tijd gebouwd op (goedkope) energie afkomstig van aardgas uit nationale bronnen. Er zijn uitgestrekte netwerken gebouwd om huizen en bedrijven te verwarmen en van energie te voorzien, met inbegrip van de productiefaciliteiten voor de elektriciteitsvoorziening. Maar als gevolg van toenemende milieueffecten en snel veranderde politieke en maatschappelijke opvattingen, zal de nationale afhankelijkheid vanaf heden sterk moeten veranderen.

Met de juiste politieke kaders en uitgebreide investeringen door allereerst de energiesector, zal de ontwikkeling van duurzame energiebronnen zoals wind- en zonne-energie zich naar verwachting snel uitbreiden. Met name de groei van offshore windparken zal bijdragen aan de decarbonisatie van de Nederlandse elektriciteitsproductie. Als we onze aandacht richten op het decarboniseren van de industrie, kunnen we een toenemende vraag naar stroomafnameovereenkomsten voor de zakelijke markt verwachten, en ook meer investeringen in gedecentraliseerde elektriciteitsproductie.

Directe versus indirecte elektrificatie

Wat wij directe elektrificatie noemen, houdt in dat een energie- of warmtebron wordt vervangen door fossielvrije elektriciteit. Elektrische auto's of vrachtwagens in plaats van op gas of diesel, mobiele batterijen (zelfs rechtstreeks opgeladen door wind of zon) op bouwlocaties in plaats van dieselaggregaten, elektrische verwarming in plaats van olie- of gasboilers, of wellicht op termijn elektrische vliegtuigen in plaats van vliegtuigen op kerosine.

De omslag naar rechtstreekse elektrificatie kan in beginsel snel gaan, vanzelfsprekend in de eerste plaats afhankelijk van de beschikbaarheid van fossielvrije elektriciteit. Een ander algemeen aspect is de financiële en/of technische afschrijving van de huidige installaties zoals gasboilers die in veel Nederlandse industriële sectoren voor een groot deel van de verwarming worden gebruikt. Hoewel gasboilers zelden worden afgeschreven en vervangen, wordt de mogelijkheid om gasboilers te vervangen door e-boilers en warmtepompen als fossielvrije alternatieven steeds vaker benut en met name als er een uitbreiding wordt gepland of als er fabrieken of processen opnieuw worden ontworpen en gebouwd.

Indirecte elektrificatie houdt in dat elektriciteit niet als directe vervanging voor fossiele brandstoffen wordt gebruikt, maar als input in industriële processen. De omzetting van fossielvrije elektriciteit in waterstof heeft als prettige bijkomstigheid dat

energie eenvoudiger kan worden opgeslagen. Dit wordt in de toekomst nog belangrijker, aangezien een groter aandeel van de energiemix afkomstig zal zijn van weersafhankelijke, fossielvrije energiebronnen zoals wind of zon. „Onze ambitie om fossielvrij staal te produceren uit groene waterstof heeft positieve neveneffecten“, verklaart Martin Lindqvist, CEO van SSAB. „Als we de productie van waterstof voor elkaar hebben en het opslaan ervan hebben opgelost, beschikken we over een gigantische batterij voor het opslaan van intermitterend opgewekte energie.“ Naast een vervanging voor fossiele brandstoffen, zijn elektrische oplossingen in het algemeen ook efficiënter dan niet-elektrische omdat ze in de eerste plaats de hoeveelheid energie die nodig is reduceren. Elektrische voertuigen verbruiken bijvoorbeeld slechts 25% van de energie die conventionele voertuigen verbruiken, en warmtepompen zijn vier tot vijf keer efficiënter dan typische gasboilers.

Een nieuwe elektrificatiegolf

In de loop van de tijd zijn geëlektrificeerde technologieën gekomen en gegaan. In de eerste dagen van de auto-industrie stonden elektrische en benzine-auto's tegenover elkaar. Een elektrische auto hield het wereldsnelheidsrecord op land tot ongeveer het jaar 1900 in handen. En voordat in 1960 werd overgeschakeld op aardgas was in de landbouwsector de productie van kunstmeststoffen gebaseerd op elektriciteit.

Aangezien de gevolgen van koolstofuitstoot nog niet duidelijk waren, was de weg van de fossiele brandstoffen meestal de meest concurrerende. „Eigenlijk bevonden we ons op de route van elektrificatie, maar hebben fossiele brandstoffen het voor een groot deel overgenomen, omdat zij toen niet, en nu nog steeds niet, hun eigen externe kosten dragen in de zin van klimaatimpact“, vertelt Mikael Nordlander.

Nu fossielvrije elektriciteit wereldwijd concurrerender wordt, worden de rollen omgedraaid in het voordeel van elektrische oplossingen. De investeringen in hernieuwbare energie bedragen nu het

DE CIJFERS LATEN HET ZIEN



2x

Investeringen in herbruikbare energie zijn nu dubbel de investeringen in traditionele (fossiele) energie bronnen



-75%

Kosten van zonne-energie zijn 75 % gedaald tussen 2010 en 2017



-50%

De prijs van wind turbines is gehalveerd tussen 2010 en 2017

dubbele van de investeringen in traditionele (fossiele) energiebronnen en het Internationaal Energieagentschap heeft in 2016 berekend dat de gemiddelde kosten voor de geproduceerde energie 60 USD per MWh bedroegen voor windenergie, 100 USD per MWh voor zonne-energie en tussen de 50-170 USD per MWh voor fossiele energiebronnen. Als signaal dat in dezelfde richting wijst, namen de kosten van zonne-energie tussen 2010 en 2017 met 75% af en

„Het feit dat herbruikbare energie goedkoper is geworden is een belangrijke drijfveer geweest, maar het begrip van elektrificatie als een oplossing is voorsnog relatief laag in de samenleving.“

Mikael Nordlander – Hoofd van R&D Portfolio Industrie Decarbonisatie bij Vattenfall

de prijs van windmolens halveerde in dezelfde periode.

„Het feit dat duurzame energie betaalbaarder is geworden, is een belangrijke factor geweest, maar de kennis rond elektrificatie als oplossing is nog steeds relatief gering onder het grote publiek“, stelt Mikael Nordlander. Overheidsinstanties en ‘thought leaders’ aan de andere kant zien dat elektrificatie een van de oplossingen is die kan helpen om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5 °C ten opzichte van het pre-industriële niveau. Het rapport van het ‘Intergovernmental Panel on Climate Change’ (IPCC) als opgezet door de Verenigde Naties, bevestigt dat, vooral als het gaat om uitstoot door de industriële sector, en het Nederlandse klimaatakkoord bevestigt dat elektrificatie een belangrijke kans biedt voor het decarboniseren van de industriële productie.

Net als in het verleden is er geen sprake van slechts één mogelijke route die naar decarbonisatie leidt. Alle alternatieven om de uitstoot te verlagen zijn nodig, en er is geen tijd om uit te vechten welke technologie op dit moment de beste is. Als we bijvoorbeeld kijken naar zware voertuigen in de transportsector, zijn zowel meer gebruik van waterstof als elektrificatie deel van de oplossing. In elke industriële sector liggen verschillende oplossingen op tafel. „Toen we het HYBRIT-project startten, stonden veel andere bedrijven daar sceptisch tegenover. Zij keken naar oplossingen zoals ‘topgasrecycling’, waarbij het uiteindelijke gebruik van cokes en kool verlaagd kan worden, wat wij ook overwogen hebben. Maar toen besloten we dat we terug moesten gaan naar de hoofdoorzaak van uitstoot, en dat groene waterstof geproduceerd door elektrolyse een betere weg zou zijn“, aldus Martin Lindqvist, CEO van SSAB. „Tegenwoordig zien steeds meer bedrijven in dat zij ook deze weg moeten volgen.“

ENERGIE PRODUCTIE KOSTEN

WIND

**50€
MWh**

ZON

**85€
MWh**

FOSSIEL

**40-150€
MWh**

Elektrificatie op nieuwe plaatsen introduceren

Tegenwoordig is elektriciteit noodzakelijk en permanent aanwezig in onze maatschappij. Het zit in onze woningen, industrieën en infrastructuur. Dit betekent echter niet dat we al bij de eindstreep zijn. Integendeel, er zijn nog heel veel nieuwe mogelijkheden waar we fossielvrije elektriciteit kunnen gebruiken en op fossiele brandstoffen gebaseerde bronnen kunnen uitfaseren. De weg naar elektrificatie is per sector en regio anders, en het vertrekpunt is verschillend in de diverse Europese landen. Wat betreft directe elektrificatie van verwarming, transport en gebouwen, is 22% van de verbruikte energie in de EU als geheel nu geëlektrificeerd. Achter dit gemiddelde gaan uiteenlopende cijfers schuil, zoals bijvoorbeeld van Zweden, waar 32% van de verbruikte energie is geëlektrificeerd, terwijl dat in Polen slechts 18% is. De systemen zijn van meet af aan ook heel verschillend. „Een beetje versimpeld, maar hoe meer we in oostelijke richting gaan, des te meer we collectieve systemen zien, zoals stadsverwarming. En hoe meer we westwaarts gaan, des te meer we een grote afhankelijkheid van het gasnetwerk en gedecentraliseerde oplossingen zien“, zegt Mikael Nordlander.

Wat verwarming betreft hebben fossiele bronnen zoals olie, gas en kolen een groot deel van de 20e eeuw de energie geleverd voor systemen en domineren zij de markt nog altijd in sommige delen van Europa. Terwijl Nederland vooral gebruikmaakte van de eigen aardgasreserves in Groningen, ging een land als Zweden dat meer van het buitenland afhankelijk was voor fossiele brandstoffen, in de tweede helft van de eeuw over van olie op hoofdzakelijk fossielvrije energiebronnen. Vooral kostenbesparingen waren de reden voor deze transitie, niet zozeer klimaatbelangen.

In de transportsector daarentegen is de terugkeer van elektrische auto's en vrachtwagens vrijwel geheel het gevolg van de vraag naar duurzame oplossingen. Hoewel elektrische auto's nog steeds duurder zijn dan traditionele alternatieven op benzine of diesel, verschuift de markt snel. Het marktaandeel van plug-in auto's in Nederland bedroeg in 2019 15% terwijl dat in 2018 nog maar 6% was. Ook het algemene publiek kiest steeds vaker voor een elektrische auto.

De mogelijkheden voor verdere elektrificatie zijn ook groot voor andere transportmiddelen. Dit geldt voor transportmiddelen waarvan de indruk bestaat dat ze al geëlektrificeerd zijn, zoals de spoorwegen, waar bijvoorbeeld 50% van de Duitse treinen nog steeds op diesel rijdt, en voor transportmiddelen die moeilijker te elektrificeren zijn met de huidige technologie, zoals de luchtvaart. De luchtvaartindustrie onderzoekt zowel biobrandstoffen en synthetische brandstoffen, als de mogelijkheden van elektrische straalmotoren als toekomstige oplossingen. Ondanks de moeilijkheid om batterijen te produceren die klein en licht genoeg zijn, is de productie van kleine elektrische vliegtuigen reeds van start gegaan.

Elektrificatie in nieuwe sectoren introduceren

Naast verdere directe elektrificatie van verwarming en transport, zijn er grote mogelijkheden om indirecte elektrificatie te benutten voor het verminderen van de uitstoot door de industriële sectoren met de grootste uitstoot. Het HYBRIT-project dat in dit rapport wordt besproken – fossielvrije elektriciteit benutten om uitstoot van CO₂ te reduceren of te elimineren – heeft het potentieel om de totale CO₂-uitstoot in Zweden met 10% omlaag te brengen. Ervan uitgaande dat deze oplossing ook naar andere delen van Europa en wereldwijd kan worden uitgevoerd, biedt het enorme mogelijkheden. „Dat is beslist de ambitie, werkelijk een impact hebben op de mondiale CO₂-uitstoot. We moeten een manier vinden om onze technologie te exporteren“, zegt Mårten Görnerup, CEO van HYBRIT.

Op basis van de bestaande technologie, zouden er nieuwe sectoren in de pijplijn moeten zitten. Bijvoorbeeld de sectoren kunststoffen en chemie, waar de polymeren die worden gebruikt voor de vervaardiging van alles van kunststofmaterialen tot koolstofvezel, gemaakt kunnen worden van groene waterstof (geproduceerd uit elektriciteit en water) en kooldioxide, wat inhoudt dat het proces geen CO₂ uitstoot, maar juist afvangt. In Nederland is de chemische sector een van de sectoren die het meeste uitstoot. En als de bestaande H₂- en CO₂-pijpleidingen in de haven van Rotterdam en andere industriële hubs worden gebruikt, dan zijn er zeker mogelijkheden voor indirecte elektrificatie.

In de landbouwsector biedt de hernieuwde elektrificatie van de kunstmeststoffenproductie grote

„We hebben een lange termijn focus nodig in onze maatschappij dat CO₂ emissies slecht zijn, en daar moeten we een prijs opzetten.“

Martin Lindqvist – CEO van Staalafabrikant SSAB

kansen, naast de elektrificatie van voertuigen en het decarboniseren van energiesystemen. Om dit soort ontwikkelingen in Nederland goed te laten werken is bijvoorbeeld een sterkere regelgevende ondersteuning nodig.

Minder bekend in de raffinaderijsector is de mogelijkheid om de klimaatimpact van bijvoorbeeld vloeibare biobrandstoffen verder te beperken met behulp van indirecte elektrificatie. Vattenfall werkt bijvoorbeeld in een strategisch partnerschap samen met Preem, de grootste raffinaderij van Zweden, om de potentie van elektrificatie voor grootschalige duurzame productie van biobrandstof vast te stellen, om de CO₂-uitstoot in Zweden te verlagen. Elektrificatie in de raffinaderijsector is een manier om de klimaatimpact van de geproduceerde brandstoffen te reduceren. In die context kan een elektriciteitsleverancier als Vattenfall een belangrijke partner zijn om de CO₂-uitstoot van het raffinageproces zelf zo laag mogelijk te houden.



„Voorzitter van de Europese Commissie Ursula von der Leyen gaf HYBRIT als voorbeeld over hoe waterstof de Europese industrie kan ondersteunen richting een nieuwe schone licentie om te opereren.“

Europese Commissie, 2020, the State of the Union

Het potentieel van elektrificatie ontsluiten

Behalve wat duidelijk nodig is – voortzetting van een snelle uitbreiding van de productie van fossielvrije elektriciteit, en ontwikkeling van het net om een veel grotere belasting aan te kunnen dan nu het geval is – wat is er nog meer nodig om elektrificatie van sectoren waar al oplossingen voorhanden zijn voort te zetten en om elektrificatie in nieuwe omgevingen te introduceren?

Nu fossielvrije elektriciteit steeds beter betaalbaar wordt, begint de balans door te slaan in de richting van elektrificatie in plaats van technologieën op basis van fossiele brandstoffen. Maar om het potentieel volledig te ontsluiten, moet de prijs van koolstof ook omhoog. „Om dit commercieel te laten werken, moet in de samenleving langdurig de mening overheersen dat CO₂-uitstoot slecht is, en we moeten er een prijs aan koppelen. CO₂ uitstoten moet steeds duurder worden“, stelt Martin Lindqvist, CEO van SSAB. Hij beschouwt het verfijnen en aanscherpen van emissiehandelssystemen zoals het ETS in de EU als stappen in de goede richting.

EU-ETS noodzakelijk voor gelijkere kansen in de markt.

De energie-intensieve sectoren vallen grotendeels binnen het emissiehandelssysteem van de EU (EU-ETS). Alle bedrijven moeten de rechten voor hun uitstoot bezitten en kunnen deze rechten onder elkaar verhandelen, terwijl ieder bedrijf automatisch de hoeveelheid emissierechten krijgt overeenkomstig de Europese benchmarks van de top 10% van de best presterende. Als je als bedrijf in dat opzicht slecht presteert, moet je dus extra emissierechten kopen.

Na recente hervormingen van het systeem, zoals de implementatie van de marktstabiliteitsreserve, is het onbedoelde surplus aan rechten dat sinds de economische crisis in 2008 beschikbaar was, in evenwicht gebracht, waardoor een prijs van circa 25 euro per ton CO₂ tot stand is gekomen. En met ingang van 2021 wordt elk jaar het plafond van beschikbare emissierechten met een reductiefactor van 2,2% verlaagd, waardoor de kosten van CO₂ verder omhoog gaan.

Een sterker en beter functionerend EU-ETS creëert een gelijk spelveld in de EU omdat de kosten van CO₂ in elke lidstaat gelijk zijn en de industrieën met de laagste emissiereductiekosten het meest profi-

teren. Daarom promoot de Nederlandse regering ook een verdere verbetering van het EU-ETS om de nationale reductiedoelen te halen. Voorts besloot de Nederlandse regering naast haar inspanningen voor de ETS emissierechten, aan te dringen op duurzaamheidsinvesteringen via een extra CO₂-heffing voor alle industriële sectoren die onder de ETS-regelgeving vallen die uitstoot veroorzaken, plus de landbouw-industrie (met substantiële stikstofdioxide-uitstoot) en de afvalverwijderingssector (die niet onder de ETS-regelgeving valt).

Veranderende samenleving en veranderend systeem

Een andere barrière voor verdere ontsluiting van het potentieel van elektrificatie voor decarbonisatie is de complexiteit van de systemen die onze samenlevingen van elektriciteit leveren. „Ik denk dat het de meest complexe machine is die de mensheid heeft gebouwd, dus het is helemaal niet gemakkelijk om te begrijpen hoe die werkt“, zegt Mikael Nordlander, Head of the R&D Portfolio Industry Decarbonisation bij Vattenfall. De systemen kunnen ook op een complexe manier worden gekoppeld, bijvoorbeeld om industriële processen en huishoudelijke systemen te verbinden. „We moeten een gehele waardeketen transformeren, niet alleen een proces of een fabriek“, stelt Mårten Görnerup, CEO van HYBRIT. „Ons industriële proces is in grote mate in de gemeenschapsinfrastructuur geïntegreerd, zoals de stadsverwarming in de stad Luleå.“ In de regelgevingskaders voor milieuvergunningen is mogelijk ook een breder systeem perspectief nodig. „De tijd die nodig is voor de milieuvergunningsprocedure is een echte barrière“, zegt Jan Moström, CEO van LKAB. „De uitdaging is dat dit soort processen niet lineair zijn, we moeten alles parallel doen, en snel. De vergunningsprocedure is opgezet voor lineaire processen met een lange planningshorizon.“

De geschiedenis van energieopwekking speelt ook een significante rol in onze opvatting over elektriciteit, evenals de acceptatie van systematische veranderingen en hun impact op onze samenlevingen en landschappen. Sommige mensen beschouwen het uitruilen van schoorstenen van kolencentrales in ons landschap voor een windpark als een verbetering, terwijl anderen vinden dat windmolens het landschap verstoren.

De Geschiedenis van Elektrificatie

Vroege ontdekkingen



600 v.Chr.

Statische elektriciteit was ontdekt door Thales of Miletus door vacht over stoffen te wrijven



1752

Benjamin Franklin liet zien dat bliksem en elektriciteit hetzelfde zijn via zijn befaamde vlieger experiment dat ons begrip van de basis van elektriciteit compleet veranderde

Innovatie en industriële vooruitgang



1799

Alessandro Volta ontwikkelt de eerste batterij en maakt het mogelijk om elektriciteit op te slaan

1816

De Engelse uitvinder Francis Ronalds paveit de weg voor de verbonden samenleving waarin we vandaag leven door de realisatie van de eerste werkende elektrische telegraaf machine

1870-90's

Elektrische verlichting doet zijn intrede, en steden zoals Los Angeles, Parijs en Londen installeren de eerste straat lantaarns



1837

Chemicus Robert Davidson van Aberdeen bouwt de eerste elektrische locomotief



1882

Thomas Alva Edison schakelt elektrische stroom in op het Pearl Street Station in New York

1884

Engelse uitvinder Tomas Parker ontwikkelt de eerste elektrische auto

Door de historie heen is elektriciteit een belangrijke drijfveer geweest voor onze vooruitgang. Het heeft het mogelijk gemaakt om te lezen en te werken op ieder moment van de dag door elektrische verlichting, het creëerde vrije tijd door het automatiseren van huishoudelijke taken zoals de was, het maakte communicatie mogelijk langere afstand en het is de basis geweest voor veel van onze industriële ontwikkelingen.

Een centrale plek in ons dagelijkse leven



1880's

Elektrificatie van fabrieken
maakt massa productie van
goederen mogelijk

1901

Elektronische communicatie neemt een
vlucht wanneer de Italiaanse uitvinder
Guglielmo Marconi het eerste radio
communicatie systeem bouwt en de
eerste radio overdracht plaatsvindt over
de Atlantische oceaan

1930's

De meeste huishoudens in Europa en
Noord Amerika worden aangesloten op
een elektriciteitsnet



1950's

Meer en meer elektrische toepassingen
doen intreden in onze huiselijke omgeving,
zoals de wasmachine, afwasmachines
en stofzuigers.



1970's

De olie crisis veroorzaakt de
bewustwording van hoe het energie
systeem werkt, en zorgt bijvoorbeeld ook
voor de transitie naar elektriciteit voor
verwarming van huizen in Zweden

Het nieuwe millennium



2000's

De eerste commerciële productie
van kleine elektrische vliegtuigen



2010's

Electrische auto's gaan van een niche markt
naar mainstream. In 2017 start Tesla de
productie van Model 3 die bedoelt is voor
de massa.

Een nieuwe generatie van Fossielvrije Industriële Sectoren



Door elektriciteit in industriële processen te gebruiken, kunnen we staal, cement, brandstoffen en kunststoffen decarboniseren – de materialen die op dit moment de grootste bron van CO₂-uitstoot vormen – en daardoor radicaal de klimaatimpact van bouw, transport en consumptie verkleinen. Om dit mogelijk te maken moeten we beginnen om de processen in detail te begrijpen.

Sinds de eerste industriële revolutie is de manier waarop we dingen produceren in sommige opzichten fundamenteel veranderd. Aan het eind van de 19e eeuw gingen elektriciteit naast olie en gas, kolen en stoom als warmte- en energiebronnen vervangen. Op dit moment spreken we over een nieuwe industriële revolutie waarin automatisering en digitalisering voor groter rendement en versterking van de status quo zorgen. Tegelijkertijd zijn de basisprocessen voor het produceren van sommige

van onze belangrijkste industriële materialen al honderden jaren dezelfde.

Van bron van energie tot bron van innovatie

De industrie gaat net als elke andere sector over op fossielvrije bronnen van elektriciteit om de klimaat-impact van hun activiteiten zo gering mogelijk te houden. „Om de klimaattransitie tot een goed eind te brengen moeten we gewoon het verbranden van koolwaterstoffen vervangen door rendabele elektrische energie, zo eenvoudig is het“, zegt Jan



Moström, CEO bij LKAB. Maar elektriciteit kan veel meer dan warmte en energie leveren. Het kan in industriële processen als input en als facilitator worden gebruikt, waardoor fossiele brandstoffen en materialen kunnen worden vervangen.

„Om de energie van elektriciteit en haar potentie om de energievoorziening, industriële processen en andere sectoren van de maatschappij te decarboniseren, volledig te waarderen, is het belangrijk eerst de processen op moleculair niveau te begrijpen“, zegt Mikael Nordlander, Head of the R&D Portfolio Industry Decarbonisation bij Vattenfall. Hij vervolgt: „Het begrip van de processen zelf, en de bagage van de materialen is soms heel gering.“

Via elektriciteit kunnen we moleculen verplaatsen, bijvoorbeeld de koolstofmoleculen in kooldioxide – het belangrijkste broeikasgas. Het kernwoord hier is elektrolyse, volgens de Oxford Dictionary de „chemische ontleding veroorzaakt door een elektrische stroom door een vloeistof of oplossing met ionen te laten lopen“. Een toepassing van elektrolyse die van bijzonder belang is voor industriële toepassingen is het gebruik van elektriciteit om water

(H_2O) te splitsen in waterstof (H_2) en zuurstof (O_2). De zuurstof wordt dan vrijgelaten en de waterstof kan worden gebruikt als energiedrager en als katalysator in industriële processen.

Over fossielvrij staal, legt Mårten Görnerup CEO bij HYBRIT uit: „Als we waterstof gebruiken in plaats van cokeskool, krijgen we ijzer en water in plaats van kooldioxide.“ Hij heeft het over het proces waardoor groene waterstof – met de chemische formule H_2 – wordt gebruikt om de zuurstofmoleculen uit ijzererts (Fe_2O_3) te extraheren – waardoor water (H_2O) en ijzer (Fe) ontstaat. Door fossielvrije elektriciteit in waterstof om te zetten, kunnen we het bereik en de voordelen van elektrificatie uitbreiden door fossiele grondstoffen in industriële processen te vervangen en waterstof van fossiele origine te vervangen. Een groot deel van de waterstof die tegenwoordig wordt geproduceerd is gebaseerd op fossiele brandstoffen. Dit proces vervangen door een proces dat gebaseerd is op fossielvrije bronnen en bijproducten oplevert zoals zuurstof en water, in plaats van CO_2 , is een aantrekkelijk voorstel.

Elektrificatie en koolstofafvang

De meeste kaders en routes voor decarbonisatie beschouwen CO_2 -afvang en -opslag (CCS) en CO_2 -afvang en -gebruik (CCU) als noodzakelijke component om koolstofneutraliteit te bereiken, waarbij emissies plaatsvinden die niet op een andere manier kunnen worden voorkomen. Elektrificatie van industriële processen kan ook CCS en CCU gemakkelijker en efficiënter maken.

Door conventionele brandstoffen te vervangen door fossielvrije elektriciteit kan de uitstoot door het verwarmingsproces van bijvoorbeeld de cementproductie drastisch worden verminderd, terwijl tegelijkertijd het afvangen van resterende

DE KRACHT VAN ELEKTROLYSE

Elektriciteit splitst water (H_2O) in waterstof (H_2) en zuurstof (O_2) waarna de waterstof zowel gebruikt kan worden als een energiedrager als ook voor chemische reacties.



koolstofuitstoot door het productieproces mogelijk wordt gemaakt. Door oplossingen zoals CCS (CO₂-afvang en -opslag) of CCU (CO₂-afvang en -gebruik) toe te passen, zou cementproductie met nul CO₂-uitstoot mogelijk zijn.

Een nieuwe generatie materialen

Om onze industrie en samenleving te decarboniseren is een systeemverandering nodig, en moeten we overdenken hoe we produceren en hoe we onze (natuurlijke) grondstoffen, van mineralen en metalen tot water, land en fossiele brandstoffen gebruiken. Door de initiatieven die tot nu toe in Zweden zijn genomen, kan een nieuwe generatie staal in de nabije toekomst het licht zien. En, er zijn meer samenwerkingsverbanden met de industrie onderweg.

Radicale verlaging van de uitstoot is alleen mogelijk als in de technologie vooruitgang wordt geboekt. Op dit moment is het technisch al mogelijk om de productie van kunststoffen, chemicaliën, koolstofvezels en kunstmeststoffen via elektrificatie te decarboniseren. Uit industriële processen afgevangen CO₂ kan ook worden omgezet in grondstof voor chemicaliën en polymeren. Het is mogelijk om groene waterstof en afgevangen CO₂ te gebruiken voor de productie van koolwaterstoffen zoals methanol, een basisgrondstof voor de productie van polymeer. Het resultaat is een chemisch identiek product gemaakt van olie of biogebaseerde grondstof, dat kan worden gebruikt voor het produceren van materialen zoals alles van koolstofvezels tot nylon, maar met koolstof afgevangen in plaats van uitgestoten.

We staan nog maar aan het begin van het onderzoek welke andere processen kunnen worden getransformeerd door de innovatieve energie van elektriciteit. Als de deadlines voor klimaatmaatregelen naderbij komen en industriële sectoren zich steeds meer onder druk voelen staan om hun uitstoot radicaal te reduceren, zullen meer industrieën en sectoren volgen.

Marktbewustzijn en leiderschap vanuit de industrie

Een van de uitdagingen is om de eindklanten mee te laten doen. „We hebben echt de stedelijke bevolking nodig die eist dat voor de bouw van alle nieuwe bruggen en gebouwen fossilvrij staal wordt gebruikt“, zegt Jan Moström, CEO van LKAB. Maar de consument heeft niet altijd inzicht in de klimaatvoetafdruk van materialen en producten. Een gebouw met een constructie van fossilvrij staal ziet er niet anders uit dan een van traditioneel geproduceerde materialen, maar de klimaatimpact is beduidend kleiner. Het wordt zelfs nog moeilijker als we de differentiatie binnen de duurzaamheids categorie beginnen te zien, tussen meer en minder duurzame fossilvrije oplossingen.

We moeten allemaal in onze samenleving het bewustzijn vergroten van de rol die een fossilvrije industrie kan spelen om een fossilvrij leven mogelijk te maken. Tegenover de markt moet meer

transparantie worden getoond over de verschillen tussen producten en diensten, omdat fossilvrij vaak niet automatisch zichtbaar is of opgemerkt kan worden. Heel weinig consumenten zullen bijvoorbeeld het verschil weten tussen biobrandstof geproduceerd uit geïmporteerde palmolie en biobrandstof geproduceerd uit bosbijkproducten. En het zijn niet alleen de consumenten, ook in subsidies en voorschriften worden alle biobrandstoffen onder één noemer geschaard. Beter etikettering van producten en duidelijke voorschriften op EU-niveau zijn nodig, evenals meer samenwerking in onze waardeketens en met overheidsinstanties.

Of het nu gaat om brandstoffen geproduceerd door elektrolyse rechtstreeks uit windenergie, voor luchtvaart of transport, of koolvezel voor een fossilvrije fiets, uiteindelijk is het de markt die aanstuurt, en industriële sectoren die als eerste het initiatief nemen zullen beter voorbereid zijn voor de toekomst die heel nabij is. Vattenfall heeft ervaring en kennis van verschillende Europese markten en van veel verschillende industriële sectoren. We zien het potentieel van elektriciteit als bron van innovatie en we zoeken pro-actief naar nieuwe industriële partners om te bewijzen dat fossilvrij leven binnen één generatie mogelijk is.

Partnerschappen en samenwerking zijn belangrijk

De complexiteit van productieprocessen en waardeketens, gecombineerd met de urgentie om te handelen, betekent dat samenwerking en partnerschappen belangrijk zijn om vooruitgang te boeken. „De hedendaagse productiesystemen zijn zo complex dat maar weinig of geen bedrijven deze transformatie zelfstandig kunnen uitvoeren“, zegt Jan Moström, CEO van mijnbouwbedrijf LKAB. „Het gaat erom partnerschappen te vormen met bedrijven die in de beste positie verkeren om het probleem op te lossen.“ Toen het bijvoorbeeld aan de orde was om fossilvrij staal van idee tot uitvoering te verwezenlijken, besefte SSAB dat samenwerken met partners in de waardeketen nodig zou zijn. Contact zoeken met LKAB was een logische eerste stap omdat er met hen al een sterk partnerschap bestond na een vorig project inzake het ontwikkelen van duurzamere ijzerpellets. En omdat er ook grote hoeveelheden elektriciteit nodig waren, was Vattenfall, als een van de grootste energieproducenten in Europa, ook een voor de hand liggende partner. „Dus ik pakte de telefoon en heb Vattenfalls CEO Magnus Hall gebeld, en zijn spontane reactie was: „Ja, laten we dat doen“, vertelt Martin Lindqvist. „Daarna heb ik de telefoon

„Met de complexe productie systemen van vandaag, is waarschijnlijk geen enkel bedrijf in staat om deze transformatie individueel te realiseren.“

Jan Moström – CEO van LKAB

weer gepakt en de CEO van LKAB gebeld.” „Dit type partnerschap geeft vertrouwen een nieuwe dimensie”, verklaart Jan Moström, CEO van LKAB over het daaruit ontstane HYBRIT-project. „We hebben open innovatieprocessen nodig, wat alleen mogelijk is als we uitgaan van een relatie die op vertrouwen is gebaseerd in plaats van op concurrentie.”

Een volledig transparant systeem

De juiste partner(s) vinden om mee samen te werken, om innovatieve mogelijkheden te zien, vindt plaats over organisatorische, functionele, maatschappelijke en geografische grenzen heen. Om fossielvrij leven mogelijk te maken, moeten we ons richten op totale waardeketens en op uitstoot die in elke kleine stap wordt veroorzaakt, vanaf de ontwerpfase tot creatie en levering van een tussenproduct of dienst. Bij het analyseren van de impact moeten we ook kijken naar hoe het product of de dienst wordt gebruikt en hoe afvalstromen worden beheerd.

Het is belangrijk om transparant te zijn over de uitdagingen en de kansen, zowel tussen potentiële industriële partners in een waardeketen als binnen de samenleving. Elkaars kennis vergroten is een belangrijke stap om de complexiteit te begrijpen van

de systeemverandering die nodig is om te komen tot een fossielvrij leven. Samenwerken in de waardeketen betekent ook dat (financiële) risico's breder over de keten kunnen worden verspreid.

Richting de toekomst

We zijn begonnen aan het traject om industrieën en de samenlevingen te regenereren, en binnen één generatie fossielvrij leven kunnen we zeker bereiken. „Nieuwe sectoroverschrijdende samenwerkingen voor technologische ontwikkeling kunnen een substantiële bijdrage leveren aan de inspanningen om een fossielvrije toekomst te creëren”, aldus Magnus Hall, CEO van Vattenfall. Daarom kiest Vattenfall proactief potentiële partners in verschillende sectoren waar we klanten hebben. Door nieuwe partnerschappen te blijven vormen, ook in Nederland, en fossielvrije elektriciteit te benutten, gaan we door met het decarboniseren van industrieën en de maatschappij. Vattenfall gaat door met het opnieuw definiëren van het vooropgezette idee van elektriciteit alleen als energiebron, tot in plaats daarvan een innovatiebron.

„We zijn begonnen aan de grootste technologische verandering binnen de staal industrie van de afgelopen 1000 jaar. Vandaag leggen we de basis waardoor de Zweedse staalindustrie over 20 jaar volledig fossiel – en kooldioxide – vrij zal zijn. Dit is ambitieus. Maar het is nodig“.

Stefan Löfven – minister-president van Zweden



**Een mondiale uitdaging
met lokale**

Nederlandse Kansen



Klimaatverandering is een complexe uitdaging, en samenwerking tussen industriële sectoren, dwars door waardeketens heen, in nauwe afstemming met de publieke sectoren, is belangrijk. Elk land en elke markt heeft eigen specifieke uitdagingen en strategieën om verder te komen, wat van de industrie vraagt om nog actiever te zoeken naar optimale coalities om een nieuwe generatie industrieën te creëren.



Er komt een nieuwe generatie materialen en industrieën, en nu is het tijd om de krachten te bundelen met innovatieve ideeën, competenties en financiële middelen, grensoverschrijdend door onze waardeketens heen. Het zal tijd kosten om in de waardeketen vertrouwen op te bouwen en transparantie te creëren. En de feitelijke aanpassingen van industriële processen of het implementeren van een nieuwe technologie, zoals elektrificatie of pre- of post-combustion CCS, kunnen gemakkelijk jaren in beslag nemen. Om de klimaatdoelen van 2030 te halen moeten we vandaag starten.

Continue en proactieve afstemming met overheidsorganen op ieder niveau, van Europees tot nationaal en zelfs regionaal, is belangrijk om verschillen in politieke kaders en sturingsinstrumenten voor de energietransitie te kunnen begrijpen en gebruiken. De energietransitie en het ontwikkelen van een fossielvrije maatschappij is niet van de ene op de andere dag klaar, maar het is de enig mogelijke route.

Sturingsinstrumenten van de overheid

De Nederlandse regering heeft financiële instrumenten beschikbaar om de ontwikkeling van duurzame energie te stimuleren of emissiebesparende maatregelen te ondersteunen. Vattenfall kan een sparringpartner zijn bij het zoeken naar kansen om de CO₂-voetafdruk te verkleinen en bij het ondersteunen met ervaring en kennis van sturingsinstrumenten zoals SDE++, waardoor de industrie betere businesscases kan opstellen en haar doelen kan halen.

De focus op vijf regio's

De Nederlandse economie heeft een goede basis gehad door de aardgasreserve in Groningen, waardoor ook de beschikbaarheid van tamelijk goedkope energie was gegarandeerd. Ook de import, verwerking en export van fossiele brandstoffen zoals olie, gas en kolen in de internationale haven van Rotterdam is belangrijk voor de economie. En niet te vergeten de energiesector, met op dit moment circa 150.000 fulltime banen die nog steeds hoofdzakelijk afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen, hoewel het aantal aan duurzame energie en energiebesparing gerelateerde banen wel snel groeit, van 35.000 fte in 2008 tot 54.000 fte in 2017, volgens de gegevens van het Nederlandse Centraal Bureau van de Statistiek.

De energietransitie biedt kansen voor het creëren van banen, terwijl een aantal conventionele banen verloren zal gaan. Alleen een tijdige transitie naar een duurzaam energiesysteem kan de beschikbaarheid van goedkope energie voor de energie-intensieve industrieën zoals chemie, transport, logistiek, tuinbouw, landbouw en voedsel garanderen en ervoor zorgen dat Nederland zijn economische positie en rol in de internationale markten behoudt.

De Nederlandse regering verwacht van de energie-intensieve industrieën dat ze het voortouw pakken teneinde de decarbonisatiedoelen van het Nederlandse klimaatakkoord te halen. Meer specifiek, heeft de regering na het analyseren van het zeer diverse industriële landschap en de hoge concentratie van industrie in vijf regio's, een top 12 van energie-intensieve industrieën opgesteld die actief zijn in alle vijf regio's en ook goed vertegenwoordigd in de verschillende industriële waardeketens.



Samen met onze partners geven we een nieuwe definitie aan elektriciteit, van energiebron naar innovatiebron.

Circulariteit

Elke regio heeft een eigen strategie om synergieën grensoverschrijdend door sectoren heen vast te stellen en kansen voor circulariteit te vinden en de in het klimaatakkoord opgenomen doelen te halen, van het voor verwarming gebruiken van restafval tot het benutten van CO₂ voor tuinbouwkassen en voor grootschalige productie in diverse industriële clusters. Vattenfall is de aangewezen partner om eerst efficiëncypotentieel en energiebesparingen te vinden alvorens kansen te identificeren via directe elektrificatie, CO₂-afvang en -opslag of CO₂-afvang en -gebruik evenals het gebruik van waterstof (blauw of groen), volgens de stappen van circulariteit in het klimaatakkoord.

Van 'Energieakkoord' tot 'Klimaatakkoord'

In 2013 hebben 47 partijen hun handtekening gezet onder het Energieakkoord, om in Nederland een gezamenlijke aanpak van duurzame energievoorziening en duurzame groei mogelijk te maken. Er zijn twaalf gebieden vastgesteld, van 'energie-besparing in industrie en landbouw', 'mobiliteit en transport' en 'financiering' tot 'transport en distributie van energie'.

Het recentere 'Klimaatakkoord' heeft als doel om een daling van alle uitstoot van broeikasgassen te bewerkstelligen, waarbij de aandacht niet alleen wordt gericht op hoe we energie en warmte produceren en gebruiken, maar ook op de uitstoot van andere sectoren zoals landbouw en industrie. De resultaten van het 'Energieakkoord' zijn opgenomen in het bredere 'Klimaatakkoord'.

Een businesscase gericht op verandering

De klimaatdoelen halen en een nieuwe generatie industrieën creëren zal niet gemakkelijk zijn en niet een-twee-drie verwezenlijkt worden. Het is echter de enige weg voorwaarts. Het is niet alleen gebaseerd op overheidssturing of op de overtuiging van markt-leiders, maar ook op onderzoek naar een financiële businesscase.

Hoewel elk innovatief initiatief om onze maatschappij te decarboniseren een eigen businesscase nodig heeft, toont onderzoek aan dat de nodige

verandering naar een fossielvrije industrie mogelijk is. Volgens Energie Transitie Commissie is het technisch mogelijk om onze economie voor 2050 te decarboniseren met een totale investering van minder dan 0,5 procent van het mondiale BBP (global GDP). Als we nu niet handelen en daarmee de kosten accepteren die worden veroorzaakt door klimaatverandering is de verwachting dat de deze op kunnen lopen tot tussen de 5 procent tot zelfs 20 procent van het mondiale BBP.

Hoewel juist overheden en de industrie leiderschap moeten tonen en grote investeringen moeten doen, is er zeker ook een belangrijke rol weggelegd voor de maatschappij en consumenten. Door meer transparantie te vragen inzake de voetafdruk van bepaalde producten en diensten, krijgt de maatschappij de kans om marktontwikkelingen te helpen sturen. Fossielvrije producten en materialen zijn technisch mogelijk, en ondanks de hoge investeringen die de industrie moet doen, hoeven de eigenlijke eindproducten voor de consument zoals auto's, telefoons of huizen niet veel duurder te worden. Onderzoek uit 2018 van de 'Energie Transitie Commissie' heeft aangetoond dat bijvoorbeeld een gemiddelde auto die vervaardigd is van fossielvrij staal, in vergelijking met traditioneel staal, slechts 1% duurder hoeft te zijn. Dat is slechts 200 euro in geval van een auto die 20.000 euro kost.

Consumenten kunnen om meer transparantie vragen om een betere keuze te kunnen maken, wat binnen elk budget mogelijk zou moeten zijn en niet alleen voor de 'lucky few'. Dat kan helpen om onze industriële sectoren en de maatschappij sneller te decarboniseren en ons doel om onafhankelijk van fossiele brandstoffen te leven te bereiken.

Wij bij Vattenfall geloven in de businesscase voor verandering. Op basis van onze ervaring en kennis van verschillende Europese markten en van veel verschillende industrieën zien we een duidelijk potentieel van elektriciteit als bron van innovatie. We zoeken proactief naar nieuwe (industriële) partners om te bewijzen dat fossielvrij leven binnen één generatie mogelijk is, en we moedigen potentiële partners aan contact met ons op te nemen.

„Technisch en economische is het mogelijk om onze economie te decarboniseren vóór 2050 met minder dan 0,5% van het mondiale BBP“

Energie Transitie Commissie, 2020,
Making Mission Possible, Delivering a net-zero economy



Elektrische ReGeneratie

Vattenfall is ervan overtuigd dat we door het decarboniseren van de sectoren en industrieën die de grootste CO₂-uitstoot veroorzaken, grootschalige systematische verandering kunnen bewerkstelligen en fossielvrij leven binnen één generatie mogelijk kunnen maken.

Dit houdt in dat we meer doen dan elektriciteit leveren en onze eigen energievoorziening decarboniseren. We werken actief om elektriciteit als bron van innovatie te gebruiken en niet alleen als bron van energie, om de weg te banen voor een nieuwe generatie industrieën en mensen. We noemen dit Elektrische ReGeneratie.



Bronnen

Mega trends

Falk, Johan & Gaffney Owen, et al., 2018. *Exponential Climate Action Roadmap. Future Earth.*

exponentialroadmap.org/wp-content/uploads/2018/09/Exponential-Climate-Action-Roadmap-September-2018.pdf

The United Nations, 2017. *The World Population Prospects: The 2017 Revision.*

www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html

Vidal, Johan, 2019. *The Guardian.* 25 February.

www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-is-tipping-us-into-climate-catastrophe-its-payback-time-cement-tax

Partnerships

Hybrit Joint Venture, 2019.

www.hybritdevelopment.com

Hybrit Joint Venture, 2018. *Summary of findings from HYBRIT Pre-Feasibility Study 2016-2017.*

ssabwebsitescdn.azureedge.net/-/media/hybrit/files/hybrit_brochure.pdf?m=20180201085027

SSAB, 2019.

www.ssab.com/company/sustainability/sustainable-operations/hybrit

LKAB, 2019.

www.lkab.com/sv/om-lkab/teknik-och-processutveckling/forskningssamarbeten/hybrit--for-fossilfritt-stal/

Emissie statistieken

Chatham House Report, 2018. *Making Concrete Change – Innovation in Low-carbon Cement and Concrete.*

www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/2018-06-13-making-concrete-change-cement-lehne-preston-final.pdf

Eurelectric, 2018. *Decarbonisation Pathways.*

cdn.eurelectric.org/media/3457/decarbonisation-pathways-h-5A25D8D1.pdf

European Environmental Agency, 2018. *Total greenhouse gas emission trends and projections.*

www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emission-trends-6/assessment-2

European Environment Agency, 2018. *Greenhouse gas emissions from transport.*

www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11

Eurostat, 2017. *Greenhouse gas emission statistics – emission inventories.*

ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics

International Energy Agency, 2016 (quoted in *Wall Street Journal*,

11 June 2018). *Global Investment in Wind and Solar Energy Is*

Outshining Fossil Fuels. Gold, Russel.

www.wsj.com/articles/global-investment-in-wind-and-solar-energy-is-outshining-fossil-fuels-1528718400

IPCC, 2018. *Summary for Policymakers.* In: *Global Warming of 1.5°C.*

An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

www.ipcc.ch/sr15/

Swedish Environmental Protection Agency, 2019. *Greenhouse gas emissions from industry.*

www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/

World Steel Association, 2017. *Steel's contribution to a low carbon future.*

www.worldsteel.org/publications/position-papers/steel-s-contribution-to-a-low-carbon-future.html

Andere onderwerpen

Fossil Free Sweden, 2019.

fossilfritt-sverige.se/in-english/

Dictionary, 2019.

www.lexico.com/en/definition/electrolysis

Energy Transitions Commission, 2019. *Reaching net-zero carbon*

emissions from harder-to-abate sectors by mid-century. Report Summary. www.energy-transitions.org/publications/

Europese Commissie, 2020. *Europese Parliament – State of the Union van President Von der Leyen* https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1655

Energy Transitions Commission, 2020. *Making Mission Possible, Delivering a net-zero economy. Report summary* www.energy-transitions.org/publications/making-mission-possible/

Fossielvrij leven binnen één generatie

Tot 2019 heetten we Nuon. Inmiddels is onze naam Vattenfall, net als ons moederbedrijf. In Nederland, Zweden, Duitsland, Denemarken, Finland, Groot Brittannië, Frankrijk en Noorwegen werken we met 20.000 collega's aan één duidelijk doel: fossielvrij leven binnen één generatie. Dat is een flinke ambitie.

Toch kan het, als we het samen doen. Met onze klanten en onze partners.
Te beginnen met onszelf.