

## Nieuw perspectief voor branche met alternatieve energie



Prijsniveau en regels bepalen snelheid  
energietransitie bij mobiele machines



opleiding  
ontwikkeling  
metaalbewerking



# Nieuw perspectief voor branche met alternatieve energie

Prijsniveau en regels bepalen snelheid  
energietransitie bij mobiele machines

In opdracht van OOM en Fedecom

Ube van der Ham

**MEIJER & VAN DER HAM**  
Management Consultants

Juni 2022

© 2022 Meijer & Van der Ham B.V.



# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	1
Voorwoord OOM .....	3
Voorwoord Fedecom .....	4
Inleiding .....	5
Managementsamenvatting.....	7
<b>1 Land- en tuinbouw in Nederland op weg naar circulariteit met precisielandbouw en autonome robots.....</b>	<b>9</b>
Landbouwsector loopt tegen grenzen aan.....	9
Precisietechnieken helpen circulaire landbouw mogelijk te maken.....	11
Op termijn, met kleine autonome machines .....	12
Boeren maken rationele keuze.....	13
<b>2 Groenvoorzieningen worden multifunctioneel.....</b>	<b>14</b>
Niet alleen maar decoratief .....	14
Autonome machines ook in groenvoorzieningen .....	15
Kosten van belang, maar geluidsoverlast ook.....	15
<b>3 Actieve vraag naar vergroening bij zwaardere bouwmachines en intern transport .....</b>	<b>16</b>
Grote machines verdwijnen voorlopig niet.....	16
Bij interne logistiek worden al veel elektrische machines gebruikt .....	17
inzetbaarheid en prijs zijn dominante criteria, maar geluid wordt steeds belangrijker .....	17
<b>4 Regelgeving dwingt schonere machines af in een deel van de markt.....</b>	<b>18</b>
Systeem van hernieuwbare brandstoffen maakt eigen productie waterstof sneller aantrekkelijk voor boer .....	19
Strenge eisen aan benzineopslag maken elektrische aandrijving aantrekkelijk .....	20
Strenge eisen aan de verkoop van nieuwe machines, maar voorlopig geen reden om van diesel af te stappen.....	20
Routekaart schoon en emissieloos bouwen, dwingt transitie af voor bouwmachines .....	21
Habitatrichtlijn beschermt Natura2000 gebieden: vooral invloed op bouw en groenvoorzieningen...	21
Schone Lucht Akkoord raakt bouw en groenvoorzieningen.....	22
Klimaatakkoord geeft geen harde redenen om af te stappen van dieselmachines in de landbouw ...	22
Eisen vanuit de Arbo-regels hebben een beperkte positieve invloed .....	22
<b>5 Fabrikanten komen geleidelijk met alternatieve aandrijvingen, maar de prijzen zijn nog hoog .....</b>	<b>23</b>
Grote fabrikanten zijn deels nog afwachtend vanwege onzekerheid .....	23
Vooruitgang komt ook veel van kleinere spelers.....	24
Elektrische machine is duurder in aanschaf, maar onderhoud en energie compenseren dat al bijna..	25
Waterstofverbranding is reële optie die snel kan worden opgeschaald.....	27

<b>6</b>	<b>Snelheid van de energietransitie is vooral afhankelijk van marktsegment en dieselprijzen .....</b>	<b>28</b>
	Nog veel onzekerheden die bepalend zijn voor de snelheid van de transitie.....	28
	Verhouding tot dieselprijs geeft de doorslag voor het ongereguleerde deel van de markt.....	29
	Verschillende oplossingen zullen naast elkaar bestaan .....	29
	Batterij elektrisch kan direct, maar eigen succes belemmert groei .....	30
	Accu is tot +/- 2030 goedkoper dan H2-brandstofcel voor heavy duty .....	30
	Verbranden van waterstof kansrijk voor de korte termijn.....	31
	Tussenfase met elektrische deeloplossingen.....	32
<b>7</b>	<b>Verdienmodel op de schop, aanpassing organisatie nodig .....</b>	<b>33</b>
	Elektrische aandrijving zet traditioneel verdienmodel onder druk.....	33
	Aan kleine elektrische machines niet meer sleutelen .....	35
	Traditioneel werk blijft nog lang bestaan.....	35
	Flinke inspanning nodig om te voldoen aan veiligheidseisen voor accu's en waterstof .....	35
	NEN-normen stellen extra eisen aan inrichting organisatie en procedures .....	36
<b>8</b>	<b>Nieuwe kennis noodzakelijk, maar haalbaar voor meeste vakmensen.....</b>	<b>37</b>
	Nieuwe kennis en vaardigheden nodig .....	37
	Meer differentiatie in kennis en profiel van medewerkers.....	38
	Ook personeel bij eindgebruikers moet verplicht getraind worden: meer onderhoud uitbesteden aan de dealer .....	39
	<b>Bijlage 1: Beoordeel de invloed van de energietransitie op de eigen onderneming.....</b>	<b>41</b>
	Wat gaat de energietransitie betekenen voor ons? .....	41

## Voorwoord OOM

In februari 2019 publiceerde OOM, in samenwerking met Fedecom, het onderzoeksrapport “Mechanisatie verandert” over veranderingen, de uitdagingen en wat dat betekent voor het vakmanschap in de mechanisatie. Nu, amper tweeënhalf jaar later geven met name de vele en snelle ontwikkelingen in het licht van de energietransitie en de stikstofproblematiek urgentie aan het verkrijgen van nieuwe inzichten. Dit vormde voor Fedecom de belangrijkste aanleiding voor het starten van een nieuwe verkenning. OOM draagt daaraan graag een steentje bij.

De huidige maatschappelijke en politieke druk heeft veel invloed op regelgeving met betrekking tot onder andere milieu, natuurbeheer, het boeren en mobiliteit. Dat raakt niet alleen aan de omvang van de veestapel, de beschikbaarheid van landbouwgrond en de ruimte om te bouwen, maar ook de uitstoot van machines en voertuigen. Dat de aandrijving met fossiele brandstof eindig is daar zijn de deskundigen het wel over eens; maar wat komt daarvoor in de plaats? Is dat elektrisch, waterstof, methaan of hybride vormen, of zelfs zonnekracht? En met welke snelheid en omvang wordt dat ingevoerd?

Deze verkenning biedt nieuwe inzichten in ontwikkelingen en uitdagingen van de branche. We zullen daarbij de vinger aan de pols moeten blijven houden om het overzicht te houden wat (nog) hetzelfde blijft, wat er verandert en op welke termijn. Een ding is zeker; ook deze veranderingen bieden nieuwe kansen en vragen nieuwe kennis en vaardigheden van vakmensen.

Daarvoor is al een goede basis aanwezig door de complexiteit van het huidige machinepark. De ontwikkeling van nieuwe kennis is daardoor planbaar en haalbaar.

De te verwachten verscheidenheid van het machinepark vraagt ook meer en meer brede kennis. Vakmensen zullen zich daardoor deels ontwikkelen tot specialisten en deels tot breed inzetbare all-rounders. Ook deze ontwikkeling biedt nieuwe kansen om het werken in deze branche nog aantrekkelijker te maken.

Wij dragen daar als opleidingsfonds aan bij door:

- bedrijven en vakmensen te informeren over de inzichten uit deze verkenning;
- hen te begeleiden en te ondersteunen bij de daaruit voortvloeiende veranderingen;
- het onderwijs aan te sluiten op de doorlopende modernisering van deze mooie branche.

Ik wens u veel leesplezier, inspiratie en mooi werk toe.

Erik Yperlaan  
Directeur OOM



# Voorwoord Fedecom

De ontwikkelingen in de techniek gaan razendsnel. Tegelijk stellen samenleving en overheid steeds striktere grenzen aan de economische activiteiten. De opdracht wordt steeds duidelijker: een meer circulaire economie waarin zuinig wordt omgesprongen met grond- en hulpstoffen en uitstoot van schadelijke stoffen naar lucht, water en bodem aan banden wordt gelegd. Beleid en uitvoeringsmaatregelen worden op die opdracht gericht en ontmoeten bij de agrarische en groensector scepsis, weerstand en boosheid. Tegelijkertijd wordt het duidelijk dat eens te meer, technische innovaties noodzakelijk zijn om het lange termijn perspectief van boeren, tuinders en groenbeheerders te behouden.

Bovengenoemde is voor Fedecom aanleiding geweest om een onderzoek in te stellen naar de huidige stand van zaken en de (on)mogelijkheden van de techniek in de energietransitie en circulaire economie. De resultaten van dit onderzoek zijn in dit rapport weergegeven. Op een overzichtelijke wijze wordt in beeld gebracht wat de huidige status is van de regelgeving op het vlak van energietransitie voor (land) bouwmachines en welke maatregelen worden voorzien.

Uit dit onderzoek blijkt dat er voor bouwmachines en voor groenvoorzieningen in overheidsgerelateerde opdrachten door regels wordt afgedwongen om af te stappen van het gebruik van diesel. In de landbouw is die dwang er (nog) niet. Het kan voor landbouwbedrijven echter financieel aantrekkelijk worden om over te stappen als men zelf energie opwekt en de dieselprijzen hoog blijven. Dat betekent dat de bedrijven in de Fedecom-branche wat te kiezen hebben en op verschillende manieren kunnen bijdragen aan de noodzakelijke vergroening.

Dit rapport biedt Fedecom een aantal nader te maken keuzes aan en is voor de leden-bedrijven een waardevol document om beslissingen voor de toekomst van het bedrijf te nemen. Een van de terreinen waarop die keuzes en beslissingen betrekking hebben is het inrichten van de werkorganisatie met noodzakelijke vaardigheden en opleidingen voor de toekomstige medewerkers. Dat er het nodige gaat veranderen staat wel vast. Maar net als altijd komt het aan op de keuzes die afnemers/gebruikers en de leveranciers van innovatieve technieken maken.

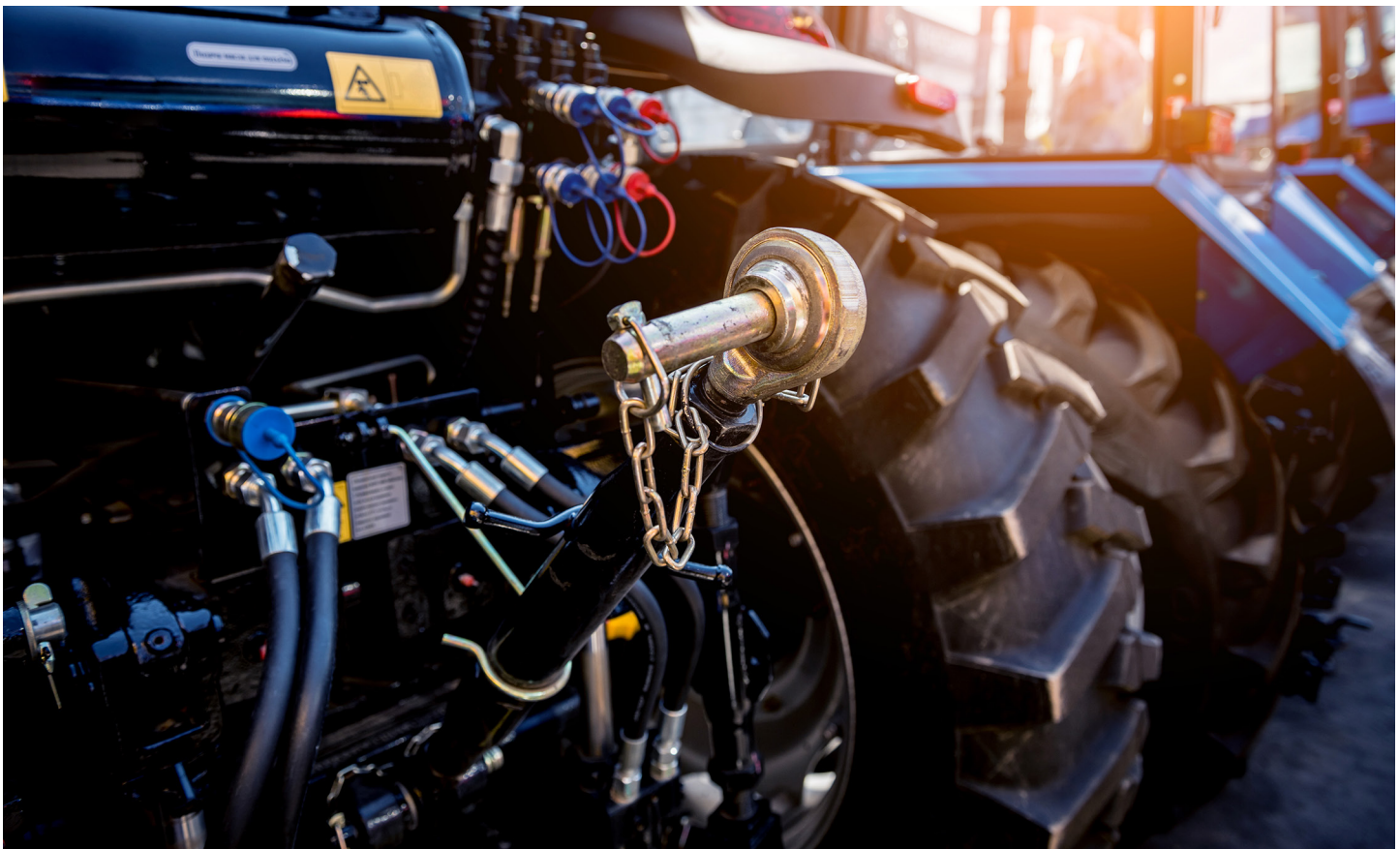
Hopelijk helpt dit rapport ondernemers in de branche de juiste keuzes te laten maken en nieuwe kansen in de markt te benutten door Nederland groener te helpen maken.

Gerard Heerink  
Directeur Fedecom





# Inleiding



Branchevereniging Fedecom vertegenwoordigt importeurs, fabrikanten en dealers van machines en installaties voor de agrarische sector. Deze bedrijven zijn meestal ook aangesloten bij het Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor het Metaalbewerkingsonderneming (OOM). OOM en Fedecom verwachten dat in het kader van de energietransitie, ook de machines voor de eigen sector op zeker moment moeten afstappen van het gebruik van diesel. De verwachting is dat die omschakeling grote gevolgen heeft voor de bedrijven en de werknemers in de sector.

De doelstelling van het onderzoek is het verkennen van impact van een toekomstige omschakeling van dieselaandrijving naar alternatieve aandrijving in de land- en tuinbouw en in het groenbeheer en de gevolgen die dat heeft voor de manier van werken binnen Fedecom-bedrijven, zodat OOM die zelf kan vertalen naar toekomstige veranderingen in de werkzaamheden van de mensen die werkzaam zijn in die branche.

De focus van het onderzoek lag op de activiteiten voor de sectoren:

- a. Groenbeheer en licht grondverzet;
- b. Zwaardere bouwmachines, Heftrucks en intern transport;
- c. Landbouwmechanisatie.

Uit het onderzoek blijkt dat er voor bouwmachines en voor groenbeheer in overheidsgerelateerde opdrachten door regels wordt afgedwongen om af te stappen van het gebruik van diesel. In de landbouw is die dwang er nog niet. Het kan voor landbouwbedrijven echter financieel aantrekkelijk worden om over te stappen als men zelf energie opwekt en de dieselprijzen hoog blijven.

In het rapport wordt eerst ingegaan op de ontwikkeling van de landbouw, groenbeheer en bouw en intern transport omdat dan duidelijk is welk soort machines nodig zijn. Dat is van belang voor de vraag welke energiebronnen die machines kunnen gebruiken.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 uitgebreid ingegaan op de manier waarop regelgeving ingrijpt op de inzet van machines en het gebruik van energiebronnen. De benodigde machines en technologie moeten komen van fabrikanten. In hoofdstuk 5 wordt beschreven welke ontwikkelingen er te verwachten zijn in het aanbod van machines. In hoofdstuk 6 wordt getoond dat de snelheid van de energietransitie in de bouwgerelateerde segmenten en het overheidsgerelateerde deel van groenbeheer afgedwongen wordt door overheidsregels en dat in de rest van de markt vooral het prijsniveau van diesel in relatie tot alternatieven de omschakeling bepaalt.

Hoofdstuk 7 gaat in op de gevolgen voor de ondernemingen. Het verdienmodel zal opnieuw gedefinieerd moeten worden door het wegvallen van een deel van het onderhoudswerk. Daarnaast dienen vergaande organisatorische maatregelen te worden genomen om te kunnen werken met accu's of waterstof.

In hoofdstuk 8 wordt beschreven welke gevolgen nu al duidelijk zijn voor de medewerkers in de branche. Er is aanvullende opleiding nodig, maar voor een groot deel van de medewerkers hoeft dat geen probleem te vormen, omdat men nu ook al met complexe machines werkt.

Als bijlage is een vragenlijst opgenomen die kan helpen om de effecten op de eigen onderneming te bespreken, bijvoorbeeld in het managementteam van het bedrijf.

Het rapport is gebaseerd op deskresearch uit openbare bronnen, 18 interviews met vertegenwoordigers van fabrikanten, importeurs, dealers, overheid, onderzoek, de automotive sector en de landbouwsector, en een werkconferentie met een klankbordgroep met leden en vertegenwoordigers van OOM, Fedecom, Metaalunie en SBB.

# Managementsamenvatting



Nederland wil vergroenen en het gebruik van fossiele brandstoffen uitfaseren. Het Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor het Metaalbewerkingsbedrijf (OOM) en branchevereniging Fedecom hebben daarom de verwachting dat op zeker moment ook bij machines voor de landbouw, groenbeheer, bouw, grondverzet, interne logistiek en aanverwante werktuigen moet worden afgestapt van diesel- en benzineaanrijvingen. Voor aangesloten bedrijven zou dat mogelijk grote gevolgen hebben. Als de dieselaandrijving vervangen wordt door een elektrische aandrijving, dan valt een groot deel van het huidige onderhouds- en reparatiewerk weg. Van de monteurs worden dan nieuwe vaardigheden en kennis gevraagd om te kunnen werken met elektriciteit, grote elektrische vermogens en eventueel ook met waterstof onder hoge druk.

OOM en Fedecom hebben daarom aan Meijer & Van der Ham Management Consultants opdracht gegeven te verkennen wat de impact van de energietransitie zal zijn op de bedrijven die zijn aangesloten bij Fedecom. Daartoe is informatie verzameld uit openbare bronnen en zijn 18 gesprekken gevoerd met partijen in en rond de branche. De gesprekspartners zijn afkomstig van producenten, importeurs, dealers, de automotive sector, landbouwsector, onderzoek en overheid. Vervolgens zijn de resultaten besproken met een klankbordgroep met leden en vertegenwoordigers van OOM, Fedecom, Metaalunie en SBB.

Uit het onderzoek blijkt dat er grote verschillen te verwachten zijn tussen verschillende marktsegmenten. Bij de markt voor publieke bouwprojecten en bij het publieke deel van het groenbeheer dwingt de overheid de energietransitie af, door in aanbestedingen de voorkeur te geven aan bedrijven die zonder uitstoot werken. Ook voor nieuwe projecten in de buurt van kwetsbare natuurgebieden (Natura2000) dwingen uitstootregels (vooral met betrekking tot stikstofoxiden) het gebruik van machines af die zonder uitstoot kunnen werken. Op dit moment komen de eerste zware machines met alternatieve energiebronnen daarvoor al op de markt. Indien de verschillende overheden dit beleid consistent doorzetten, zal dit deel van de markt naar verwachting snel overstappen, omdat de meerkosten van bijvoorbeeld een accu- of waterstofaandrijving dan door de opdrachtgever betaald worden. De beperkte beschikbaarheid van oplaadmogelijkheden en waterstofvulpunten, vormt daarbij nog wel een beperkende factor.

Bij de landbouw en het niet-overheidsgerelateerde deel van het groenbeheer bepaalt de prijsverhouding tussen diesel en alternatieven, de snelheid van de energietransitie. De energietransitie wordt daar namelijk voorlopig niet afgedwongen door de regels die gesteld worden aan machines en brandstoffen. Diesel mag voorlopig gewoon gebruikt worden. Voor kleinere machines die in serie gemaakt kunnen worden en geen lange dagen ingezet hoeven te worden, kunnen de totale kosten van een elektrische machine al lager zijn dan van een dieselmachine. Subsidies spelen daarbij nog wel een rol, ook vanwege de onzekere restwaarde en afschrijving van elektrische machines.

Over enkele jaren kan het zelf produceren van groene waterstof ook financieel interessant worden. Het meergewicht van grote accu's maakt een grote elektrische tractor onaantrekkelijk voor de landbouw, ook vanwege de ongewenste bodemverdichting die dat oplevert. Zelfgeproduceerde waterstof kan dan een voordelig alternatief zijn, eventueel in een verbrandingsmotor. Als autonome robots beschikbaar komen, dan kan het werk worden overgenomen door kleine elektrische machines, maar zolang er mensen op de machine moeten zitten, hebben grote machines de voorkeur.

Bedrijven en medewerkers in de sector zullen voor zichzelf moeten bepalen in hoeverre zij mee willen met de nieuwe ontwikkelingen. Er is extra kennis nodig bij medewerkers, maar voor een groot deel van die medewerkers zou bijscholing geen probleem hoeven te vormen. Een grotere uitdaging ligt bij het invoeren van nieuwe procedures en werkwijzen in de organisatie om te voldoen aan alle veiligheidsnormen die gelden voor het werken met hoge spanningen en brandbare gassen. Werken met alternatieve aandrijvingen heeft serieuze gevolgen voor taakverdelingen, procedures, handboeken en de inrichting van het bedrijfspand.

# 1 Land- en tuinbouw in Nederland op weg naar circulariteit met precisielandbouw en autonome robots

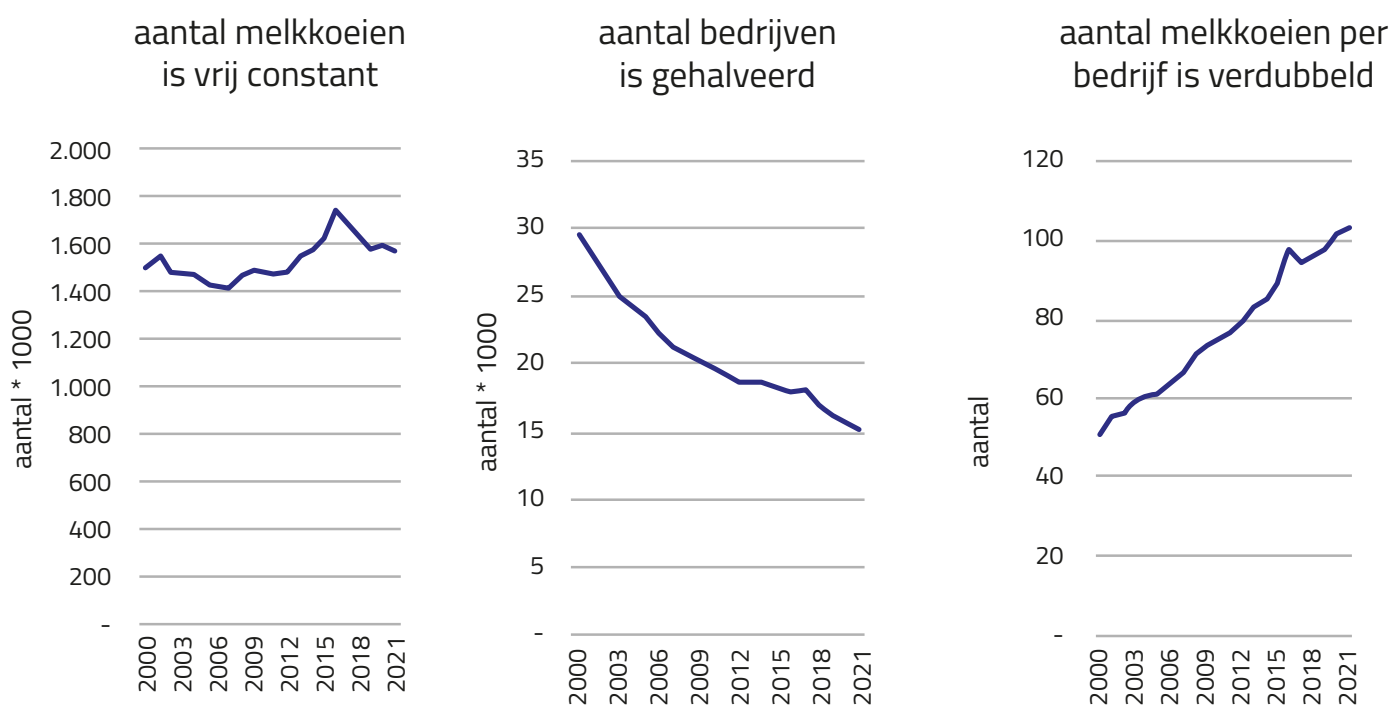


Om te bepalen hoe de energietransitie zal verlopen dienen we eerst vast te stellen hoe machines in de toekomst gebruikt zullen worden. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkeling van de landbouw. Eerst wordt besproken hoe de landbouw nu tegen grenzen van milieu en rentabiliteit aanloopt. Vervolgens wordt getoond hoe nieuwe landbouwmachines kunnen helpen om de problemen van de landbouw op te lossen. Ten slotte wordt specifiek ingegaan op de rol van autonome machines daarbij. Door hun kleinere omvang kunnen die gemakkelijker volstaan met een elektrische aandrijving.

## Landbouwsector loopt tegen grenzen aan

Landbouwmachines leveren in Nederland een zeer beperkte bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen. Van de 236 megaton CO<sub>2</sub>-equivalenten die werd uitgestoten in Nederland<sup>1</sup> was in 2018 slechts 0,1 megaton oftewel 0,4 promille, afkomstig van de verbranding van aardolieproducten. De uitstoot van broeikasgassen door de landbouw komt vooral van lachgas en methaan die vrijkomen uit mest. Die zijn goed voor een uitstoot van 18,2 megaton aan CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Ondanks de lage CO<sub>2</sub>-uitstoot door de machines loopt de landbouw toch tegen grenzen aan. Een acuut probleem vormt de uitstoot van stikstofverbindingen, met name door de veeteelt. De overheid wil een nog onbekend aantal veeteeltbedrijven gaan sluiten. Die percelen zijn voor een deel ongeschikt voor akkerbouw, waardoor de geleidelijke daling van het totale areaal aan landbouw, tijdelijk zal versnellen. De resterende bedrijven zullen hun stikstofuitstoot vaak moeten reduceren.



**Figuur 1 Sterke schaalvergroting in de landbouw <sup>2</sup>**

Tijdens de afgelopen jaren zijn zowel melkveebedrijven als akkerbouwbedrijven sterk gegroeid om door schaalgrootte efficiënter te kunnen werken. Het aantal koeien per bedrijf is van 2000 tot 2021 verdubbeld en oppervlak van een gemiddeld landbouwbedrijf is met ongeveer 65% gegroeid<sup>3</sup>. De grote akkers met identieke planten, zijn echter zeer kwetsbaar voor ziekten en plagen. Akkerbouwbedrijven worden de komende jaren geconfronteerd met het wegvallen van ongeveer de helft van de gewasbeschermingsmiddelen. Door nieuwe EU-regels zal het beschikbare assortiment sterk dalen. Daardoor nemen de risico's voor de onderneming en voor de oogstzekerheid sterk toe. Ook stijgt de kans op tekorten van bepaalde gewassen door grensoverschrijdende plagen en ziekten. Er is meer biodiversiteit nodig om de weerbaarheid van het totale landbouwsysteem in stand te houden.

De klimaatverandering geeft een additionele noodzaak om op een andere manier te gaan werken. Intense regenbuien en lange periodes van droogte moeten worden opgevangen. Daarvoor moet het bodembeheer gericht worden op het opslaan van zoet water. In de kustregio's is dat ook nodig om te voorkomen dat het zoute water van de zee onder de zeevering doorkomt en de grond verzilt.

Tegelijkertijd worden de boeren geconfronteerd met een ongekende prijsdruk. Door de fusies en samenwerking van supermarkten, zijn er nog slechts enkele grote inkopers van groente, zuivel en vlees. In Nederland wordt het grootste deel van de consumentenmarkt beheerst door Ahold-Delhaize, Jumbo en Superunie, aangevuld met de Duitse Aldi en Lidl. De rendementen van de landbouwbedrijven zijn daardoor laag.

## **Precisietechnieken helpen circulaire landbouw mogelijk te maken**

Een duurzame toekomst voor de landbouw wordt mogelijk als de uitstoot geminimaliseerd wordt en de kringloop van grondstoffen wordt gesloten. Daarvoor moeten alle plaatsen waar mineralen weglekken, aangepakt worden. Het grootste lek ligt bij de consument. De mineralen die nu nog in het riool belanden, zouden teruggevoerd moeten worden naar de akker om de kringloop te sluiten.

Daarnaast draagt een nauwkeurige dosering van meststoffen bij aan de vermindering van lekverliezen. Er zijn door de industrie al grote stappen gezet in de ontwikkeling van technieken om op enkele centimeters nauwkeurig het land te bewerken. Deze technieken helpen boeren direct om water, voedingsstoffen en beschermingsmiddelen nauwkeurig te doseren en daarmee verspilling te reduceren en de opbrengst per hectare te vergroten.

Een stap verder is om precisielandbouw te gebruiken om biologische technieken op een arbeidsextensieve manier mogelijk te maken op grote bedrijven. Door machinaal te schoffelen kan een boer bijvoorbeeld minder spuiten en tegelijkertijd de kosten van handmatig schoffelen (ongeveer 800 euro per hectare per jaar<sup>4</sup>) uitsparen.

Om ziekten en plagen tegen te gaan, zouden grote akkers vervangen moeten worden door stroken met verschillende gewassen die elkaar kunnen versterken door het aantrekken van natuurlijke vijanden en doordat ze slechts een kleine habitat vormen voor plaagdieren. Met natuurstroken zou biodiversiteit bevorderd moeten worden, zodat er een "voorraad" natuurlijke vijanden gehuisvest kan worden. Daarnaast zijn ook weerbare rassen en gewassen nodig.

De kwaliteit van de bodem moet een nieuw speerpunt voor de landbouw worden. De rol van de boer wordt het managen van het micro-ecosysteem van bacteriën, schimmels, kleine beestjes, planten, lucht en voedingsstoffen. Daarvoor is meer organische stof nodig zodat ook een grotere doorlaatbaarheid van de bodem ontstaat. Precisielandbouw maakt dat mogelijk, mede door het werken met vaste rijpaden en exacte dosering van mest en beschermingsmiddelen.

## Op termijn, met kleine autonome machines

Voorlopig wordt er gewerkt met steeds slimmere machines achter een dieseltrekker. Autonoom werkende machines zijn nu alleen toegestaan op afgesloten percelen zoals een boomgaard, waar reeds nu het gras tussen de bomen door een robotmaaier gemaaid kan worden. De regelgeving voor autonome werktuigen op open akkers, staat voor 2022 op de agenda voor de EU. Dat betekent dat het nog wel even duurt, voordat duidelijk is wat er wordt toegestaan en onder welke condities.

In de USA worden al tractoren ingezet die zonder chauffeur kunnen werken, dus de techniek komt snel dichterbij. In Europa zal in eerste instantie de nadruk liggen op het werken met verschillende machines met één man die toezicht houdt en/of de machines bedient.

Autonome machines kunnen kleiner zijn, en dat heeft duidelijke voordelen voor de uitdagingen waar de akkerbouw nu voor staat:

- a. er treedt minder bodemverdichting op waardoor de doorlaatbaarheid toeneemt, hetgeen beter is voor de waterhuishouding en het bodemleven;
- b. kleine machines kunnen rendabeler ingezet worden bij strokenteelt, ook als die stroken heel smal worden;
- c. bij kleine machines is eerder elektrische aandrijving mogelijk, waardoor de boer eerder kan afstappen van diesel en zijn stikstofuitstoot weer iets kan verlagen;
- d. tot slot leveren kleine machines minder gevaar op voor mens en dier waardoor autonomie weer eerder toegestaan kan worden.

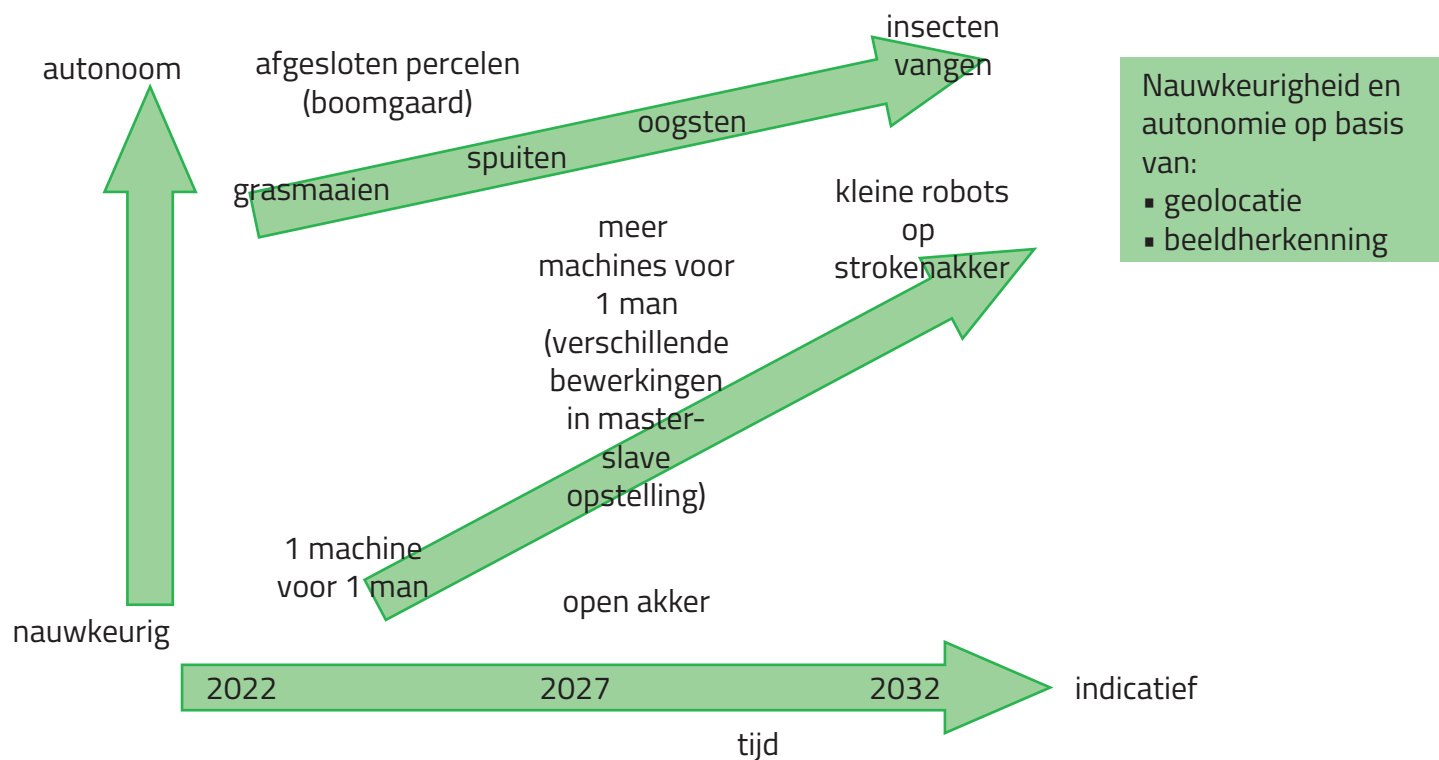
De grootschalige toepassing van autonome machines is pas over enkele jaren te verwachten. Het gaat immers niet alleen maar om een trekker, maar vooral ook om het werktuig dat eraan gekoppeld is. Bij de ontwikkeling van autonomie voor die werktuigen worden twee technische sporen gevolgd:

- a. nauwkeuriger geolocatie: als je exact weet waar je bloemkoolplant staat, dan is al het andere onkruid. Met de huidige stand van de techniek kan er al op 1 tot 2 cm nauwkeurig gewerkt worden;
- b. beeldherkenning met intelligente camera's die geleerd hebben bij welk beeld welke handeling moet worden uitgevoerd. De ontwikkeling van deze technieken is veelal in handen van startups die een eerste prototype ontwikkelen. Vervolgens moeten echter de laatste fouten weggewerkt worden en dat vergt grote investeringen die pas mogelijk zijn als er grote investeerders instappen. Dat kan een grote fabrikant van landbouwmachines zijn. Alleen een grote, kapitaalkrachtige partij kan ook de seriegrootte afdwingen die nodig is voor een aantrekkelijke prijs. Grote investeerders eisen nu vergoeding bij beursgenoteerde ondernemingen, waardoor bereidheid bij fabrikanten toeneemt.

De machines zullen geleidelijk in de loop van de komende jaren op de markt komen. De timing zal sterk afhankelijk zijn van het soort machine en de toepassings situatie. Het oogsten van asperges vraagt immers een geheel andere machine dan het oogsten van broccoli of het mechanisch verwijderen van insecten. Er zal ook nog een aantal jaren zitten tussen de eerste marktintroducties en het moment dat machines op grote schaal door boeren toegepast worden.



In figuur 2 is daarom indicatief aangegeven hoe de evolutie naar de inzet van kleine autonome machines zal verlopen via intelligente machines die onder toezicht samenwerken.



Figuur 2 Landbouwmachines evolueren naar autonome robots

### Boeren maken rationele keuze

Bij de energietransitie voor landbouwmachines lopen de boeren niet voorop. Uit een onderzoek<sup>5</sup> onder ongeveer 250 boeren blijkt dat boeren vooral belang hechten aan een lange werktijd/actieradius en aan de kosten. De uitstoot van een machine is veel minder van belang. In de veronderstelling dat met een elektrische trekker nog geen hele dag gewerkt kan worden, geeft een meerderheid dan ook aan in de komende 10 jaar geen elektrische trekker te zullen aanschaffen.

Boeren - en ook de loonwerkbedrijven zij inhuren- worden steeds groter en professioneler. Vroeger werd er vaak op basis van emotionele gronden gekozen voor een bepaald merk. Bij de keuze van aandrijvingen zullen zij in de komende jaren echter steeds meer kiezen op basis van prijs en prestatie. Daarvoor zullen zij eventueel zelfs afstappen van hun vertrouwde merk als dat merk niet mee zou gaan in de richting die de ondernemer kiest.

<sup>5</sup> J. Hoekstra, Elektrische tractoren, een beoordeling van de acceptatie van agrarische producenten richting de elektrificatie van de tractorindustrie, Afstudeerscriptie WUR, Wageningen, juni 2020

## 2 Groenvoorzieningen worden multifunctioneel



In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de veranderende functie van groenvoorzieningen. Vervolgens wordt beschreven op welke manier machines daarbij ingezet worden en welke eisen daaraan gesteld worden.

### **Niet alleen maar decoratief**

Groenvoorzieningen werden vroeger beschouwd als leuk en decoratief. Het was van belang dat kinderen buiten konden spelen en dat het land er aangeharkt bijlag.

Met de toenemende verstedelijking neemt het belang van groenvoorzieningen echter steeds meer toe. Ongeveer 70% van de Nederlanders woont in een stedelijke omgeving. Daarmee krijgen groenvoorzieningen een steeds belangrijker rol voor maatschappij en natuurbehoud.

De stedelijke omgeving krijgt een eigen ecosysteem. Dieren passen zich aan om in die omgeving te overleven. Er zijn nu bijvoorbeeld metromuggen, die ook in de winter actief zijn. De stad kan ook ruimte bieden aan zoogdieren zoals vossen die daardoor extra ruimte krijgen<sup>6</sup>. Er komen dan steeds meer dieren die weer andere soorten aantrekken. Er ontstaat bijvoorbeeld ruimte voor vleermuizen en zwaluwen die muggen vangen, en roofvogels die ratten en stadsduiven eten.

Groenvoorzieningen worden daarmee (multi-)functioneel. Ze moeten bijdragen aan:

- a. natuurbehoud en biodiversiteit. Daarvoor worden ze niet meer keurig aangeharkt, maar bieden ze ook ruimte aan “wilde soorten.” De berm wordt een natuurgebied, zowel binnen als buiten de stad;
- b. klimaatadaptatie: groenvoorzieningen vormen een waterberging voor opvangen van stortbuien en infiltratie van regenwater. Daarnaast zorgt groen voor koeling van de gebouwde omgeving in de zomer;
- c. verbetering van de sociale ruimte. Een groenvoorziening kan een buurtproject zijn waar mensen samen aan werken en waar ze hun straatbarbeque organiseren. Fruitbomen in de straat waar mensen zelf van kunnen oogsten versterken het eigenaarschap;
- d. gezondheid en welbevinden. Groen uitzicht is gezond en leidt tot beter welbevinden, en zelfs tot lagere zorgkosten.

Het groen zal niet alleen op straatniveau te vinden zijn. We krijgen ook verticaal groen op de muren van hoogbouw en daken kunnen ook gebruikt worden voor - al dan niet publieke – groenvoorzieningen.

Naast het openbare groen, zijn er ook nog private terreinen zoals golfbanen, campings en recreatieterreinen.

### **Autonome machines ook in groenvoorzieningen**

Ook in het groenbeheer kunnen autonome machines een belangrijke rol krijgen. Op golfterreinen wordt nu al gebruik gemaakt van zelfstandig werkende grasmaaiers. Die mogen alleen op afgesloten terreinen ingezet worden en er moet in de buurt iemand zijn die toezicht houdt. Deze medewerker kan ondertussen andere werkzaamheden uitvoeren en hoeft alleen beschikbaar te zijn voor noodsituaties. Er worden daarbij nog veel aanloopproblemen ontdekt, maar die worden in hoog tempo overwonnen.

In het openbaar groen zullen voorlopig geen autonome machines ingezet worden. Er kunnen zich daar nog te veel onverwachte situaties voordoen die de machine niet goed kan herkennen en verwerken. Daarnaast zijn de risico's nog te groot in de aanwezigheid van auto's, fietsen, huisdieren en spelende kinderen.

### **Kosten van belang, maar geluidsoverlast ook**

Bij de keuze van machines voor groenbeheer zijn kosten natuurlijk belangrijk. Gemeenten ervaren een grote druk op de budgetten door extra taken op het gebied van de zorg. Voor hen kan de keuze om een berm te laten verwilderen, dus mede ingegeven zijn door de wens die berm niet meer te hoeven maaien, net zoals de bermen van de rijkswegen die niet meer gemaaid worden, voor Rijkswaterstaat zowel een ecologisch als financieel voordeel opleveren.

Golfbanen, campings en recreatieterreinen hebben een gastvrijheidsfunctie en waarderen stille, schone machines. Er kan daarmee gewerkt worden terwijl de gasten aanwezig zijn. Bij werkzaamheden in woonwijken zijn stille machines gewenst om in de randen van de dag te kunnen werken, zonder burgers te storen. Dat levert voor de groenverzorger meer flexibiliteit bij de planning van werk en eventueel ook een hogere bezettingsgraad voor zijn machines.

### 3 Actieve vraag naar vergroening bij zwaardere bouwmachines en intern transport



Bij de bouwmachines loopt men voorop met de elektrificatie. De regelgeving die dat afdwingt wordt in hoofdstuk 4 besproken. Hier wordt nader ingegaan op de aard van de machines die gevraagd worden.

Er moet de komende jaren flink gebouwd worden. Er is een groot woningtekort en de bestaande gebouwen moeten op grote schaal aangepast worden om het energieverbruik te verlagen. In veel gevallen zal dat neerkomen op het strippen van panden, zodat alleen de draagconstructie blijft staan en er een nieuwe prefab schil rond het pand komt die beter isoleert, energie opwekt en ook een groot deel van de installaties bevat. Woningen worden op die manier al seriematig gerenoveerd.

#### **Grote machines verdwijnen voorlopig niet**

De traditionele manier van bouwen zal een kleiner belang krijgen. Grote prefab delen worden uit een fabriek aangevoerd en op de bouwplaats met grote kranen gemonteerd. In korte tijd kan daarmee een woning van hoge kwaliteit neergezet worden. Een metselrobot zullen we eerder in een fabriek terugvinden dan op een bouwplaats.

Autonoom werken kan voorlopig alleen op een groot afgesloten terrein met voorspelbare werkzaamheden en een voorspelbare omgeving. Dat zou bijvoorbeeld kunnen bij een hele grote afgraving of in een mijn. Autonoom werken is daarnaast ook in gevaarlijke situaties interessant:

- a. bij werken naast een grote grijper;
- b. bij werken met gevaarlijke stoffen;
- c. bij werken in een stoffige omgeving of bij gevaarlijke dampen.

Dat gaat in het algemeen ook om afgesloten omgevingen. Autonome machines kunnen kleiner zijn en dus eerder elektrisch aangedreven.

Op onvoorspelbare plaatsen zoals een bouwplaats of een dijkverzwarringslocatie zal het nog heel lang duren voor er zonder machinist gewerkt wordt. De machines kunnen al veel handelingen zelf uitvoeren, maar er blijft nog iemand nodig die toeziet op de veiligheid. Daarom blijven grote machines voorlopig de norm.

### **Bij interne logistiek worden al veel elektrische machines gebruikt**

Er is al lange tijd ervaring met elektrische aandrijving. Op plaatsen waar machines statisch worden ingezet is dat al heel lang mogelijk. Voor de verplaatsing van bulkgoederen op een vaste locatie worden vaak elektrische kranen met een stroomkabel toegepast. Ook bij bouwkransen is het heel normaal om elektrisch te werken. De techniek daarvoor is zeer bedrijfszeker.

De grote uitdaging ligt in de opslag van energie voor mobiele toepassingen. Voor de kleinere machines wordt al veel gebruik gemaakt van accu's. De kleine machines worden in serie gebouwd.

### **Inzetbaarheid en prijs zijn dominante criteria, maar geluid wordt steeds belangrijker**

Voor machines in de bouw en interne logistiek geldt dat ze lange dagen moeten kunnen maken om inzetbaar te zijn. Veel machines draaien echter niet de hele dag en kunnen daarom al prima met een accu werken. Het gewicht vormt, in tegenstelling tot in de landbouw, meestal geen probleem. Een bouwmaschine moet sowieso een flink gewicht hebben om stabiel te blijven bij het tillen van lasten.

De kosten van een machine spelen natuurlijk een belangrijke rol. Bij aanbestedingen is de prijs altijd een selectie criterium.

Geluidsniveau wordt steeds vaker een reden om voor elektrische aandrijving te kiezen. Dat geldt zowel voor het uitvoeren van graafwerkzaamheden in woonwijken als bij de interne logistiek van een bedrijf op een industrieterrein. Nederland wordt steeds voller en bedrijven worden ingehaald door de oprukkende woonwijken. In zo'n geval is het plezierig om te kunnen werken zonder dat de woonwijk daar overlast van ondervindt.

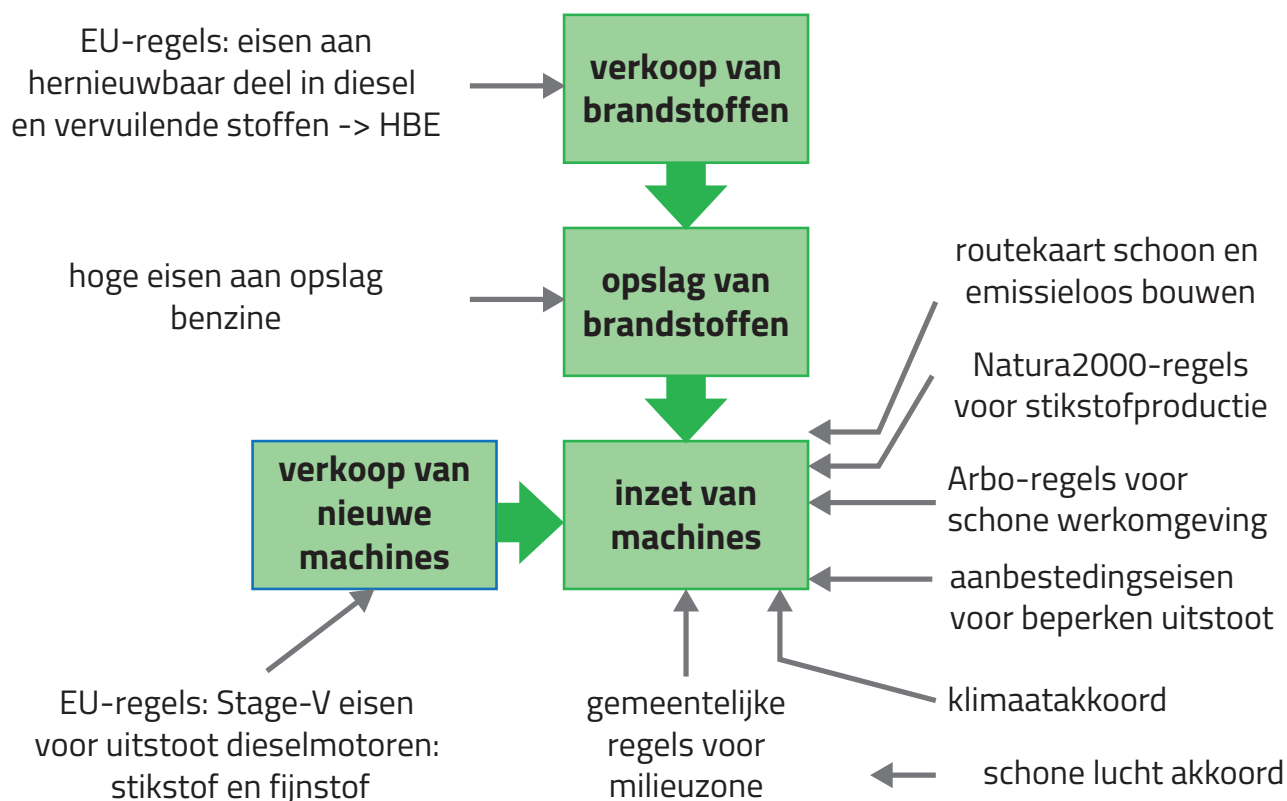
## 4 Regelgeving dwingt schonere machines af in een deel van de markt



Overheidsregels blijken een belangrijke factor te zijn in de snelheid waarmee de energietransitie in verschillende marktsegmenten vorm krijgt. Die regels werken niet alleen in op de verkoop van nieuwe machines, maar ook op de verkoop van brandstoffen, de opslag van brandstoffen en de inzet van machines.

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de regelgeving de energietransitie in de komende jaren zal beïnvloeden. Daarbij moet worden aangetekend dat uitgegaan is van de nu bekende regels. De geschiedenis heeft geleerd dat het overheidsbeleid niet altijd even voorspelbaar is.

Achtereenvolgens wordt beschreven hoe de regels uitwerken op de verschillende schakels in de keten van verkoop en gebruik van machines zoals weergegeven in figuur 3 op de volgende pagina.



Figuur 3 Regels werken in op verschillende schakels in de keten van het gebruik van machines

## Systeem van hernieuwbare brandstoffen maakt eigen productie waterstof sneller aantrekkelijk voor boer

De verkoop van brandstoffen is gereguleerd. Er worden eisen gesteld aan de kwaliteit van brandstoffen vanwege milieudoelen en om een consistente kwaliteit en uitwisselbaarheid te garanderen.

De EU heeft zich ten doel gesteld om in 2030 een reductie van broeikasgassen met 55% te realiseren en daarvoor zou 40% van het energiegebruik uit hernieuwbare bronnen moeten komen. Dit is vastgelegd in het Renewable Energy Directive RED2 van 2018. De aangesloten landen moeten dergelijke directives vertalen in eigen wetgeving, en hebben daarbij een zekere vrijheid om zelf te bepalen op welke manier die doelen gerealiseerd worden.

In Nederland is er daarom een handelssysteem opgezet<sup>7</sup>, analoog aan het handelssysteem voor CO<sub>2</sub>-uitstootrechten. Oliemaatschappijen zijn verplicht een oplopend percentage hernieuwbare brandstoffen te verkopen maar kunnen dat ook doen door via het handelssysteem elders Hernieuwbare Brandstof Eenheden (HBE) in te kopen. In het handelssysteem is 1 HBE gelijk aan 1 gigajoule.

<sup>7</sup> [www.emissieautoriteit.nl](http://www.emissieautoriteit.nl)

Per 2022 wordt waterstof als Hernieuwbare Energie erkend in het HBE-systeem. De Nederlandse landbouw produceert nu al groene stroom uit zon en wind. Dat is inmiddels al zoveel, dat de stroomproductie anderhalf keer zo groot is als het eigen gebruik. Als boeren met hun stroomoverschot nu waterstof produceren en verkopen aan vervoer (personenauto's, vrachtvervoer, etc.), dan mogen ze vervolgens de bijbehorende HBE's verkopen aan een oliemaatschappij. De oliemaatschappij mag deze waterstof meetellen bij hun verplichting om hernieuwbare brandstof te verkopen. Het gaat dus om een zuiver administratieve handeling. De boer hoeft geen waterstof aan de oliemaatschappij te leveren.

Voor de geleverde HBE's geldt nu een marktprijs die overeenkomt met 3 tot 4 euro per kg waterstof. Als een boer zelf waterstof zou gaan maken, dan kan dat tegen een kostprijs van ongeveer 7 tot 8 euro per kg waterstof. Als de boer die waterstof weet te leveren aan de gemeentelijke vuilnisauto's, een bezorgdienst of een busbedrijf, dan halveert dus de kostprijs voor die kilogrammen waterstof. De marktprijzen voor groene waterstof liggen nu op ongeveer 11 euro per kg, dus daar zit ruimte voor de kosten van distributie.

Een kilogram waterstof heeft dezelfde energie-inhoud als 3,5 tot 4 liter diesel. Als de boer genoeg waterstof extern kan verkopen, dan is de eigen waterstofproductie vervolgens ook zelf te gebruiken in een eigen trekker.

### **Strengere eisen aan benzineopslag maken elektrische aandrijving aantrekkelijk**

Voor machines met een vermogen boven 19kW, gelden de strenge StageV-normen (zie ook volgende paragrafen). Voor sommige machines die net boven die grens vallen, worden vanwege uitstooteisen geen dieselvearianten meer gemaakt. Op andere continenten kiest men voor benzineaandrijving. In Nederland gelden echter strenge opslagregels voor benzine. Diesel mag in een pand worden opgeslagen, maar voor benzine gelden veel veiligheidseisen, zoals maximale hoeveelheden en een minimale afstand tot gebouwen. Voor bijvoorbeeld een golfbaan is benzine daarom onaantrekkelijk. Men kiest in zulke gevallen snel voor elektrische aandrijving. Die is voor lage vermogens ook gemakkelijk beschikbaar.

### **Strengere eisen aan de verkoop van nieuwe machines, maar voorlopig geen reden om van diesel af te stappen**

De EU heeft uniforme eisen opgesteld voor de maximale uitstoot van dieselmotoren in nieuwe machines die bedoeld zijn voor gebruik buiten de openbare weg. Op dit moment gelden daarvoor de StageV-normen. Die stellen strenge eisen aan stikstofuitstoot en fijnstofuitstoot voor machines van 19 tot 56kW en 56 tot 560kW. Er worden nauwelijks eisen gesteld aan machines die boven of onder die grenzen vallen.

De eisen gelden alleen op het moment van nieuwverkoop en er is geen verplichte periodieke keuring om erop toe te zien dat ook na de verkoop aan die normen wordt voldaan (in tegenstelling tot bijvoorbeeld personenauto's waar bij de APK ook de uitstoot wordt gecontroleerd).

De opvolger van de StageV-normen zal waarschijnlijk StageVI gaan heten, maar de inhoud daarvan is nog niet bekend, dit ondanks de verplichting voor de Europese Commissie om met een toekomstvisie te komen.



Er zijn in StageV geen eisen aan CO<sub>2</sub>-uitstoot van “mobiele machines”, en dergelijke eisen zijn ook niet voorzien voor de toekomst. Ook voor vrachtwagens (waar de gebruikte motoren vandaan komen) is CO<sub>2</sub>-uitstoot pas vanaf 2045 verboden in het voorstel van de EU.

De huidige eisen aan nieuwe machines geven geen reden om over te stappen op alternatieve aandrijvingen. Vanwege strenge eisen in StageV verwachten diverse partijen dat StageVI alleen met elektrische aandrijving, waterstof of biomethaan te halen zal zijn, maar dat is nog volkomen onzeker.

### **Routekaart schoon en emissieloos bouwen, dwingt transitie af voor bouwmachines**

De stikstofcrisis heeft een groot aantal bouwprojecten in Nederland stilgelegd. Er is daarom een convenant tussen Rijk en bouwsector gesloten, dat ook verplichtend wordt voor bedrijven in die sector. Het convenant beoogt de ingroei van het gebruik van schoon materieel bij alle bouwprojecten. Ook de logistiek van materiaal en personeel moet zonder uitstoot van stikstofoxiden gaan plaatsvinden. CO<sub>2</sub>-emissie (klimaatakkoord) en fijnstof (schone lucht akkoord) worden gelijk meegenomen. Per 2030 moeten vrijwel alle nieuwe en gebruikte bouwmachines (graafmachines, bulldozers etc.) emissieloos zijn.

### **Habitatrichtlijn beschermt Natura2000 gebieden: vooral invloed op bouw en groenvoorzieningen**

In Nederland is een groot aantal kleine natuurgebieden aangewezen als Natura2000-gebied. Volgens de Europese Habitatrichtlijn worden deze gebieden extra beschermd, onder andere tegen stikstofdepositie.

Bouwactiviteiten in de buurt van de Natura2000-gebieden moeten daarom zonder uitstoot worden uitgevoerd. Ook de aanleg van groenvoorzieningen wordt daardoor geraakt. Elektrische aandrijving (accu of brandstofcel) is het enige bruikbare alternatief. Verbranding van waterstof en biomethaan zijn weliswaar CO<sub>2</sub>-neutraal, maar geven ook stikstofoxiden en zijn daarom hier verboden.

Ook de aanvoer van materialen, machines en personeel moeten zonder uitstoot plaatsvinden. Dat betekent dat er ter plekke een oplaadpunt moet zijn, of bijvoorbeeld bij een dijkverzwaring, een graafmachine op een elektrische vrachtwagen naar een oplaadpunt moet worden gereden. Bij gebruik van verwisselbare accu's kan men volstaan met het heen en weer rijden met de accupakketten met een elektrische vrachtwagen. Bij een bouwproject mag de stikstofuitstoot ook gecompenseerd worden, bijvoorbeeld door een boer uit te kopen, maar het animo daarvoor is laag.

Bij de inzet van machines in het boerenbedrijf gaat het niet om nieuwe activiteiten, en die hoeven dus niet apart vergund te worden. Deze worden dus niet geraakt door deze regels. Het is wel zo dat het kabinet in juni 2022 besloten heeft tot een vergaande reductie van de uitstoot door de landbouw, die zelfs zou kunnen leiden tot de sluiting van een groot aantal boerenbedrijven. De provincies moeten daar binnen een jaar invulling aan geven. Het is mogelijk dat in het kader daarvan, bestaande vergunningen herroepen worden en dat de uitstoot van stikstof van de landbouwmachines onderwerp van discussie wordt. De stikstofuitstoot van een moderne machine is echter zeer klein in vergelijking met de uitstoot door mest.

## Schone Lucht Akkoord raakt bouw en groenvoorzieningen

In het Schone Lucht Akkoord zijn afspraken gemaakt tussen het rijk, de provincies en 80 gemeenten<sup>8</sup>. In het akkoord is afgesproken om de emissies van (onder andere) mobiele werktuigen terug te dringen. Dit heeft zijn uitwerking op onder andere de logistiek, evenementen, groenbeheer, infra- en bouwwerken. Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld veegmachines, grasmaaiers, dieselgeneratoren en koelwagens aan strengere voorschriften moeten gaan voldoen.

De gemeenten willen milieuzones instellen voor mobiele werktuigen, om uitvoering te geven aan het akkoord. De wettelijke basis en houdbaarheid van dergelijke milieuzones zijn nog onduidelijk, maar de gemeente Utrecht is er al mee bezig. Door de recente kentekening van machines wordt de handhaving van uitstooteisen gemakkelijker.

## Klimaatakkoord geeft geen harde redenen om af te stappen van dieselmachines in de landbouw

In Nederland heeft de overheid een klimaatakkoord gesloten met een groot aantal maatschappelijke organisaties. Vanuit het klimaatakkoord volgen er geen specifieke verplichtingen voor de uitstoot van landbouwmachines. De landbouwmachines leveren ook nauwelijks een bijdrage aan de uitstoot van broeikasgassen. Die komt bij de landbouw vooral uit meststoffen (methaan en lachgas).

Landbouwbedrijven mogen wel maatregelen nemen om de uitstoot van hun machines te verlagen en die meetellen voor het behalen van de doelstellingen voor 2030 of - als die al gehaald zijn - meetellen voor de doelstellingen van na 2030. Als landbouwbedrijven zelf groene stroom produceren (met bijvoorbeeld zonnepanelen of windmolens) dan mogen ze het effect daarvan ook meetellen bij hun CO<sub>2</sub>-reductie. Concreet betekent dat dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de tractor gecompenseerd zou kunnen worden door een zonnepaneel, ook als de zonnestroom niet gebruikt wordt als energie voor de tractor. Als een boer een elektrische tractor zou gebruiken, dan mag hij die direct meetellen bij de CO<sub>2</sub>-reductie ter compensatie van uitstoot door mest.

## Eisen vanuit de Arbo-regels hebben een beperkte positieve invloed

In Nederland moeten werknemers beschermd worden tegen slechte lucht. Voor toepassingen in de buitenlucht wordt op veel plaatsen nog gewoon met dieselmotoren gewerkt. Bij gebruik in een afgesloten ruimte als een bedrijfshal, is een katalysator en roetfilter verplicht. Meestal wordt er dan gekozen voor elektrisch werken. Voor statische machines wordt al veel gebruik gemaakt van machines met netstroom.

Als de regels heel strikt geïnterpreteerd worden, dan zou de werkgever verplicht zijn de schoonste machines te gebruiken die beschikbaar zijn. Met de opkomst van elektrische laadschoppen, mobiele kranen en dumpers zullen die ook meer verkocht (moeten) worden. Dat zou tot een vergroening van het machinepark kunnen leiden in zowel landbouw (stallen, opslag van voorraden), intern transport, en ook voor handel. De handhaving ontbreekt echter, dus er zal slechts een beperkte groei van alternatieve aandrijvingen verwacht kunnen worden op basis van deze voorschriften.

## 5 Fabrikanten komen geleidelijk met alternatieve aandrijvingen, maar de prijzen zijn nog hoog



Er kunnen alleen machines met alternatieve aandrijvingen verkocht worden, als fabrikanten die ontwikkelen en produceren. Pas als die in voldoende mate beschikbaar zijn tegen acceptabele kosten, ondervinden werkplaatsen van importeurs en dealers de gevolgen daarvan. In dit hoofdstuk wordt daarom ingegaan op de vraag hoe snel alternatieve aandrijvingen beschikbaar komen en welke technologieën daarbij gebruikt worden.

### **Grote fabrikanten zijn deels nog afwachtend vanwege onzekerheid**

Grote fabrikanten voelen van zowel aandeelhouders als maatschappij de druk om te vergroenen. Bij grote fabrikanten wordt heel veel ontwikkeld en getest, maar de producten komen nog maar beperkt op de markt. De elektrische prototypes van grote machines staan al jaren op de beurs maar zijn niet te koop. Pas over 2 tot 5 jaar kunnen we die verwachten. Het gewicht en de range zijn nog belangrijke verbeterpunten.

Fabrikanten zijn zeer onzeker over de technologie die dominant wordt.

Mogelijk zijn:

- a. batterij-elektrisch;
- b. brandstofcel-elektrisch + accu;
- c. verlengsnoer;
- d. waterstof-verbranding;
- e. biomethaan-verbranding.
- f. hybride machines waarin verschillende technologieën gecombineerd worden.

Er zijn enkele belangrijke oorzaken voor deze onzekerheid. Er is onzekerheid over de snelheid waarmee technologie verbetert. Dat geldt bijvoorbeeld voor het gewicht en de capaciteit van accu's en de prestaties van brandstofcellen en elektrolyseapparaten voor waterstof.

Er is ook grote onzekerheid over de prijsontwikkeling, mede door de verwachte stijging van de vraag naar accucellen voor auto's. Brandstofcellen en elektrolyseapparaten zijn nog erg duur en er is nog veel onderzoek nodig om een significante prijsdaling te bereiken.

Daarnaast is het overheidsbeleid in Europa sterk versnipperd. Dat maakt het moeilijk om schaalgroottes te bereiken in één technologie. In sommige landen wordt biomethaan sterk gestimuleerd, maar in Nederland wordt daar geen prioriteit aan gegeven. De markt in Europa is daarbij ook nog eens heel anders dan in de USA, wat de thuisbasis is voor verschillende grote fabrikanten.

Een bijkomend probleem ligt bij de ontwikkelingsfunctie van enkele fabrikanten. Zij ontwikkelen hun aandrijvingen in eerste instantie voor trucks, en gebruiken die vervolgens ook voor landbouwwerktuigen. Daardoor worden kosten gedeeld, maar men moet wachten op de uitkomst van de innovatie bij een andere divisie.

Fabrikanten ondervinden ook nog organisatorische problemen bij de productie van zwaardere machines. De productieorganisatie is meestal ingericht op het produceren van grote series. Men is niet in staat daar kleine hoeveelheden afwijkende producten te vervaardigen. De marktvraag is nog te klein in relatie tot schaal van de productielijnen.

Voor kleinere machines worden al diverse batterij-elektrische serieproducten gemaakt. Bij die producten speelt de problematiek van een beperkte inzetduur vaak minder, omdat minder grote vermogens gevraagd worden.

### **Vooruitgang komt ook veel van kleinere spelers**

Er zijn veel startups die nieuwe machines of componenten ontwikkelen, bijvoorbeeld elektrische tractoren of robots. Er zijn ook verschillende initiatieven voor de ombouw van dieselmachines. Meestal gebeurt dat in samenwerking tussen de fabrikant zodat homologatie en merknaam op de machine behouden kunnen worden. Voor de specifieke elektrische componenten zijn externe leveranciers beschikbaar.

Er zijn nu al:

- a. trekkers met waterstof-/dieselmotor;
- b. trekkers met batterij-aandrijving;
- c. trekkers met brandstofcel;
- d. grote graafmachines met batterij.

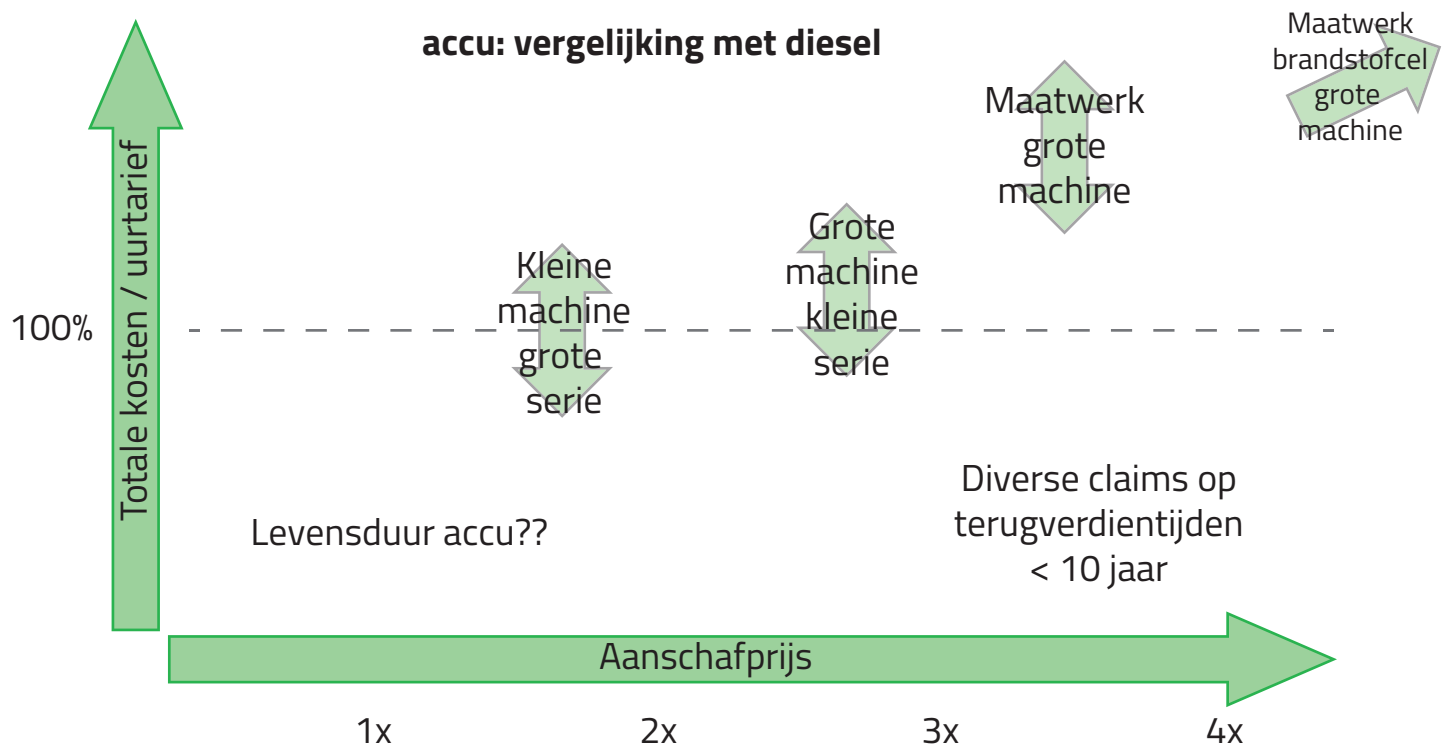
Kleinere, externe bedrijven zijn cruciaal geworden in het innovatiemodel van grote spelers. De grote bedrijven concentreren zich op het doorontwikkelen van bestaande producten. Voor radicalere innovaties wachten ze af waar startups mee komen. Die worden vervolgens ondersteund met een participatie en eventueel ook met raad en daad. Op die manier wordt een optie genomen met beperkte risico's. Uiteindelijk kan men blijven samenwerken of een jong bedrijf geheel overnemen als er technisch succes is en de markt er om vraagt. Door buiten de deur de eerste kleine series te produceren, overbrugt een fabrikant het gat tussen de eerste nieuwe machine en de grote series die in de reguliere productie nodig zijn.

Een voorbeeld van zo'n kleine speler is Amogy die een prototype bouwde van een John Deere trekker met brandstofcel, waarbij de waterstof niet in grote gastanks wordt opgeslagen, maar in een bescheiden tank met vloeibare ammoniak. De waterstof wordt daarbij eerst aan de ammoniak onttrokken, en daarna naar de brandstofcel gebracht. De ammoniak kan met zonnestroom geproduceerd worden, maar het zou in de toekomst zelfs denkbaar zijn dat de ammoniak uit koeienurine wordt gemaakt om de stikstofuitstoot te reduceren.

### **Elektrische machine is duurder in aanschaf, maar onderhoud en energie compenseren dat al bijna**

Voor verschillende groepen gebruikers is de aanschafprijs van een machine natuurlijk van groot belang. Gezien de hoge investeringswaarde gaat het direct om grote bedragen. Een kleine dieselgraafmachine die ongeveer 28.000 euro kost, wordt in accu-elektrische uitvoering ongeveer 90% duurder. Die machines worden in grote series gebouwd, waardoor het prijsverschil nog beperkt is. Bij machines die in kleine series gebouwd worden, wordt de investering vaak al 2,5 tot 3 keer groter en als het gaat om enkelstuks dan moet men rekenen met een factor 3 tot 4. Bij toepassing van een brandstofcel loopt het prijsverschil nog verder op. In

Figuur 4 is een indicatie gegeven van de financiële aantrekkelijkheid van verschillende soorten machines.



**Figuur 4 Een elektrische machine is duurder in aanschaf, maar de totale kosten zijn sterk afhankelijk van de seriegrootte. De elektrische machine wordt hier vergeleken met een dieselmachine. Bij de totale kosten (verticale as) is 100% het niveau van een dieselmachine.**

Die initiële investering wordt echter in belangrijke mate terugverdiend door veel lagere energiekosten. Stroom is veel goedkoper dan diesel, mede door de accijns op diesel. Daarnaast zijn de onderhoudskosten van een elektrische machine veel lager dan van een dieselmachine. Verschillende leveranciers van machines en elektrische componenten claimen dat door de lagere energiekosten, de meerinvestering wordt terugverdiend binnen de levensduur van de machine. Dat is vaak nog mede te danken aan subsidies die de overheid geeft.

Bij de berekening van de totale kosten, speelt onzekerheid over de afschrijving van de accu en de restwaarde van de machine nog een belangrijke rol. Klanten zijn nog huiverig en de leveranciers willen geen garanties afgeven omdat de levensduur van de accu sterk beïnvloed wordt door correct gebruik. Er zijn echter in de automotive branche al veel aanwijzingen dat de accucellen een zeer lange levensduur kunnen hebben. De ontwikkeling van de dieselprijzen vormt een andere onzekere factor in de prijsvergelijking. Geopolitieke en economische factoren spelen daarbij een grote rol en dat maakt de voorspelbaarheid laag.

## Waterstofverbranding is reële optie die snel kan worden opgeschaald

Er zijn sinds kort in Nederland tractoren te koop, waarbij de originele dieselmotor wordt aangepast om ook waterstof te kunnen verbranden. Bij een dieselmotor moet altijd een kleine hoeveelheid diesel worden bijgemengd voor de zelfontbranding, maar bij een lage belasting kan verder op waterstof worden gewerkt. Zodra de motor meer dan 40 tot 50% van zijn maximale vermogen moet gaan leveren, moet meer diesel bijgemengd worden, maar voor een groot deel van de werkzaamheden is niet het maximale vermogen nodig. Een dergelijke motor lost het NOx-probleem niet 100% op, maar bij StageV-motor is de NOx-uitstoot zeer laag.

Het Britse bedrijf JCB claimt met een verbrandingsmotor voor waterstof te komen die nu al concurrerend is met diesel. Zij willen werken met een motor die net zoals een benzinemotor werkt met een bougie-achtige ontsteking en brandstofinspuiting. In een dergelijke motor zou met lagere temperaturen gewerkt worden, waardoor de NOx-uitstoot wordt verlaagd.

Het grote voordeel van waterstofverbranding is dat gewerkt wordt met bestaande technologie en dat relatief snel ontwikkeld en opgeschaald kan worden. Een nadeel is dat aan de verbrandingsmotor hoge onderhoudskosten kleven en dat de waterstofverbranding een lager rendement heeft dan een brandstofcel.

## 6 Snelheid van de energietransitie is vooral afhankelijk van marktsegment en dieselprijzen



Er zijn nog veel onzekerheden bij de factoren die bepalend zijn voor de overschakeling naar alternatieve aandrijvingen. Die onzekerheden hebben vooral hun uitwerking op de snelheid waarmee overgestapt wordt en op het alternatief dat gekozen wordt. In dit hoofdstuk wordt eerst een overzicht gegeven van de factoren die bepalend zijn voor de snelheid waarmee diesel uitgefaseerd wordt. Daarna wordt ingegaan op de alternatieven voor diesel en de afwegingen die daartussen gemaakt worden.

### **Nog veel onzekerheden die bepalend zijn voor de snelheid van de transitie**

In de voorgaande hoofdstukken is reeds ingegaan op enkele belangrijke factoren die bepalend zijn voor de omschakeling naar alternatieve energiebronnen:

- a. wettelijke eisen die per marktsegment en toepassing verschillen;
- b. isen van opdrachtgevers;
- c. beschikbaarheid van machines met alternatieve aandrijvingen.

Er zijn daarnaast nog enkele beperkende factoren waar rekening mee gehouden moet worden:

- a. de beschikbaarheid van stroom, netwerkcapaciteit en laadinfra;
- b. de beschikbaarheid van tankinfrastructuur voor waterstof.



Verder is er nog onzekerheid over het prijsniveau van waterstof, (groene) stroom, accu's en diesel en de nieuwprijs van machines. Deze vertalen zich in een total cost of ownership of een machineuurtarief, die mede afhankelijk zijn van de subsidies die de overheid zal geven.

### Verhouding tot dieselprijs geeft de doorslag voor het ongereguleerde deel van de markt

Een deel van de markt wordt gedwongen door regelgeving om van de diesel af te gaan. Dit geldt voor een belangrijk deel van de bouw en in mindere mate voor intern transport. Zie Figuur 5.

Bij het groenbeheer is de overheid als opdrachtgever ook nog een bepalende factor. Bij de rest van de markt zijn de kosten bepalend. De overige onzekerheden en de gebruikerssituatie bepalen per geval wat het alternatief wordt voor diesel.

	machine			
	hand	klein		groot
landbouw	accu	accu/diesel accu (robots)	afhankelijk van dieselprijs	diesel H2
groenvoorzieningen	accu	accu	marktvraag of verplichting	H2
	accu	accu	afhankelijk van dieselprijs	diesel H2
bouw/grondverzet/ intern transport		accu	verplichting	H2 accu

**Figuur 5** Regels dwingen bij bouw en groenbeheer de energietransitie af. Prijsniveau van diesel vormt ten opzichte van alternatieven is bepalend in overige delen van de markt<sup>9</sup>.

### Verschillende oplossingen zullen naast elkaar bestaan

Naar verwachting zal geen van de alternatieven dominant worden. De verschillende alternatieven zullen naast elkaar bestaan:

- batterij-elektrisch (in kleinere machines);
- waterstof met brandstofcel;
- waterstof in verbrandingsmotor;
- biomethaan in verbrandingsmotor.

De keuze is afhankelijk van de toepassing. In Europa geldt een verschillend (subsidie-)beleid per land. Dat verhindert doorbraak van één dominante technologie. De Nederlandse overheid richt zich vooral op elektrische aandrijvingen. In andere landen richt men zich meer op biomethaan en waterstof.

### **Batterij elektrisch kan direct, maar eigen succes belemmert groei**

De kostprijs van accucellen is de afgelopen jaren sterk gedaald. Daardoor neemt het aantal toepassingen snel toe. De populariteit groeit zo snel, dan nu een rem op de prijsdaling verwacht wordt door een tekort aan accucellen. De grote vraag voor auto's, gebouwen, fietsen blijft nog groeien en er is anno 2022 een sterke prijsstijging te zien bij de grondstoffen door een (tijdelijke?) schaarste.

De eerste praktijkervaringen laten zien dat de daadwerkelijke kostprijs van elektrische voertuigen laag is. Een elektromotor gaat langer mee dan een diesel en de accupakketten blijken een lange levensduur te hebben. Ze kunnen zelfs na een aantal jaren verkocht worden voor laagwaardiger toepassingen (m.n. statische opslag).

Er is echter nu niet genoeg stroom om de hele economie over te laten stappen op elektrische aandrijvingen en het netwerk kan transport van stroom niet aan. Er komen steeds meer apparaten in Nederland die fossiele brandstof inruilen voor elektriciteit. Er wordt ook meer groene stroom opgewekt. Verschillende netwerkbeheerders hebben al aangekondigd dat er voorlopig geen nieuwe bedrijven en zonneparken op het stroomnetwerk aangesloten kunnen worden. De netwerkverzwaring zal pas in 2030 de grootste problemen oplossen, maar er blijft ook dan een aanzienlijk gat tussen de netwerkcapaciteit en de ambities van de Regionale Energie Strategieën die in Nederland zijn opgesteld.

Naar verwachting zullen ondernemers niet gaan wachten tot alle overheidsorganisaties hun problemen hebben opgelost. Boeren kunnen zelf stroom opwekken en in hun eigen behoefte voorzien. Ook andere bedrijven zullen op zoek gaan naar mogelijkheden om zelf stroom op te wekken.

### **Accu is tot +/- 2030 goedkoper dan H2-brandstofcel voor heavy duty**

Brandstofcellen zetten waterstof om in elektriciteit. Waterstof heeft veel voordelen:

- a. waterstof is echt schoon als het met groene stroom geproduceerd wordt;
- b. waterstof kan snel getankt worden, waardoor lange dagen gemaakt kunnen worden;
- c. langdurige opslag is mogelijk (>6 maanden) tegen bescheiden kosten;
- d. waterstof kan op termijn geïntegreerd worden in het gasnet;
- e. waterstof kan door de boer zelf gemaakt worden met eigen zonne- of windstroom.

Er zijn echter ook grote nadelen. Brandstofcellen zijn nog erg duur. Ze zijn bovendien gevoelig voor stof en kunnen eigenlijk alleen een vrij constant vermogen leveren. Er is daarom altijd nog een accu nodig om wisselende belastingen op te vangen. De aanschafprijs van een brandstofcel is bovendien nog erg hoog en er worden hoge eisen gesteld aan de zuiverheid van waterstof voor een brandstofcel.

De prijs van waterstofproductie is nog vrij hoog, maar bij enige schaalgrootte en hoge dieselprijs snel concurrerend. Het lijkt erop dat voorlopig in elk geval ook de restwarmte verkocht moet worden voor een sluitende businesscase. Het grootste probleem voor een brede toepassing van waterstof is echter het kip-ei-probleem: als er geen tankstations zijn, dan zijn er geen gebruikers. Daarom worden er geen waterstofmachines gebouwd en geen transportleidingen aangelegd en komen er dus geen nieuwe tankstations.

Er is nog een flinke ontwikkelinspanning nodig om de brandstofcellen geschikt te maken voor zware machines. Er zijn daarom sterk wisselende verwachtingen over de brandstofcel. De CEO van Volkswagen zei geen verwachting te hebben van waterstof. Daimler heeft echter zelf brandstofcellen ontwikkeld en is juist een joint-venture met Volvo gestart om samen schaalgrootte te bereiken in de productie van brandstofcellen voor trucks. Het Internationaal Energie Agentschap verwacht wel dat er een rol komt voor de brandstofcel voor zwaar transport. Zij hebben gecalculeerd dat voor een vrachtwagen in 2030 het omslagpunt zal liggen bij 400 tot 500 km range. De brandstofcel krijgt dan een lagere total cost of ownership dan accu-aandrijving<sup>10</sup>.

Voor kleinere vermogens zoals bij een personenauto (die weinig km per dag rijdt) is waterstof erg duur. De energiekosten zijn nu nog ongeveer 2 keer hoger voor waterstof dan voor batterijen. Voor trucks, bussen en schepen lijkt waterstof interessant. Het ligt voor de hand dat ook voor off-road machines gebruik gemaakt kan worden van brandstofcellen die ontwikkeld worden voor trucks.

Groene waterstof uit wind op zee komt over enkele jaren grootschalig op de markt, maar de overheid richt zich daarmee op de industrie ter vervanging van grijze waterstof en als energiebron in industriële processen.

Een grootschalig gebruik van waterstof, is daarom pas over 5 tot 10 jaar te verwachten. Gebruikers van machines die hun eigen stroom en waterstof produceren, kunnen voor een doorbraak zorgen, indien zij andere afnemers in de buurt hebben en kunnen helpen om pieken op het stroomnetwerk weg te nemen.

### **Verbranden van waterstof kansrijk voor de korte termijn**

Terwijl er voor een brandstofcel nog veel ontwikkeling nodig is, zijn verbrandingsmotoren al in ruime mate beschikbaar. Ook voor de verbranding van waterstof zijn er al oplossingen beschikbaar of aangekondigd. Er zijn verschillende machines van JCB binnenkort leverbaar met waterstofmotor met elektronische ontsteking. Andere fabrikanten kiezen voor een dieselmotor, waarbij ook nog diesel moet worden toegevoegd. Deutz heeft aangekondigd per 2024 een 200 kW motorblok op de markt te brengen, Scania is een samenwerking met Westport gestart en de machines van CNH worden in een joint venture omgebouwd tot dual fuel.

De CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt daarmee kleiner, maar het stikstofprobleem wordt niet geheel opgelost. De uitstoot van stikstofoxiden is echter zeer gering bij een moderne motor. In theorie zou het stikstofprobleem opgelost kunnen worden als er geen lucht meer toegevoerd wordt, maar zuivere zuurstof. Daar zijn echter nog geen concrete plannen voor.

Vanaf 2030 is de uitstoot van stikstof niet meer toegestaan in bouwmachines. Tot 2030 zou hiermee echter een aantrekkelijk alternatief beschikbaar zijn voor projecten waar geen stroomaansluiting beschikbaar is.

De ombouwkosten zijn gering in vergelijking met grote accumachines of brandstofcellen. De gerapporteerde meerprijzen bedragen 20.000 tot 60.000 euro, dus dat is alleen aantrekkelijk bij duurdere machines en/of subsidie. Het bedrijf Keyou (leverancier van ombouwcomponenten) claimt overigens dat het kostenniveau gelijk kan zijn. Ook JCB verwacht tegen een gelijk kostenniveau als een diesel te kunnen leveren.

De brandstofkosten van diesel liggen nu ongeveer gelijk aan groene waterstof (afhankelijk van prijsniveau). 1 kg waterstof levert evenveel energie als 3,5 tot 4l diesel.

### **Tussenfase met elektrische deeloplossingen**

De hiervoor beschreven oplossingen kunnen ook in een hybride vorm worden toegepast. Ook als diesel nog nodig is voor de hoofdaandrijving, kan een elektrische aandrijving gekozen worden voor de werktuigen (bijvoorbeeld een maaiunit). De uitstoot van de machine kan dan al flink dalen, omdat een kleinere dieselmotor vaak voldoet en omdat er minder stationair gedraaid hoeft te worden met de dieselmotor. Op het moment dat er geen belasting is, staat de elektromotor stil en hoeft de dieselmotor niet stationair te draaien.

Het is ook mogelijk om een dieselmotor constant op een optimaal toerental te laten draaien, en de wisselingen in de benodigde vermogens op te vangen met een accu. Op die manier kan de motor afgesteld worden op een minimale uitstoot.

Er zijn zo bijvoorbeeld al veegmachines op de markt met een elektromotor voor het veegwerktuig. Er zijn ook graafmachines<sup>11</sup> op de markt met een elektromotor die ook energie kan opslaan en hergebruiken. Dergelijke oplossingen dragen wel bij aan een schoner milieu, maar zijn niet schoon genoeg voor gebieden waar zonder uitstoot gewerkt moet worden. Bij aanbestedingen waar de voorkeur wordt gegeven aan de schoonste machines, verliest een hybride machine het al snel van volledig schone machines. Daarom zullen dergelijke oplossingen waarschijnlijk slechts tijdelijk ingezet worden.

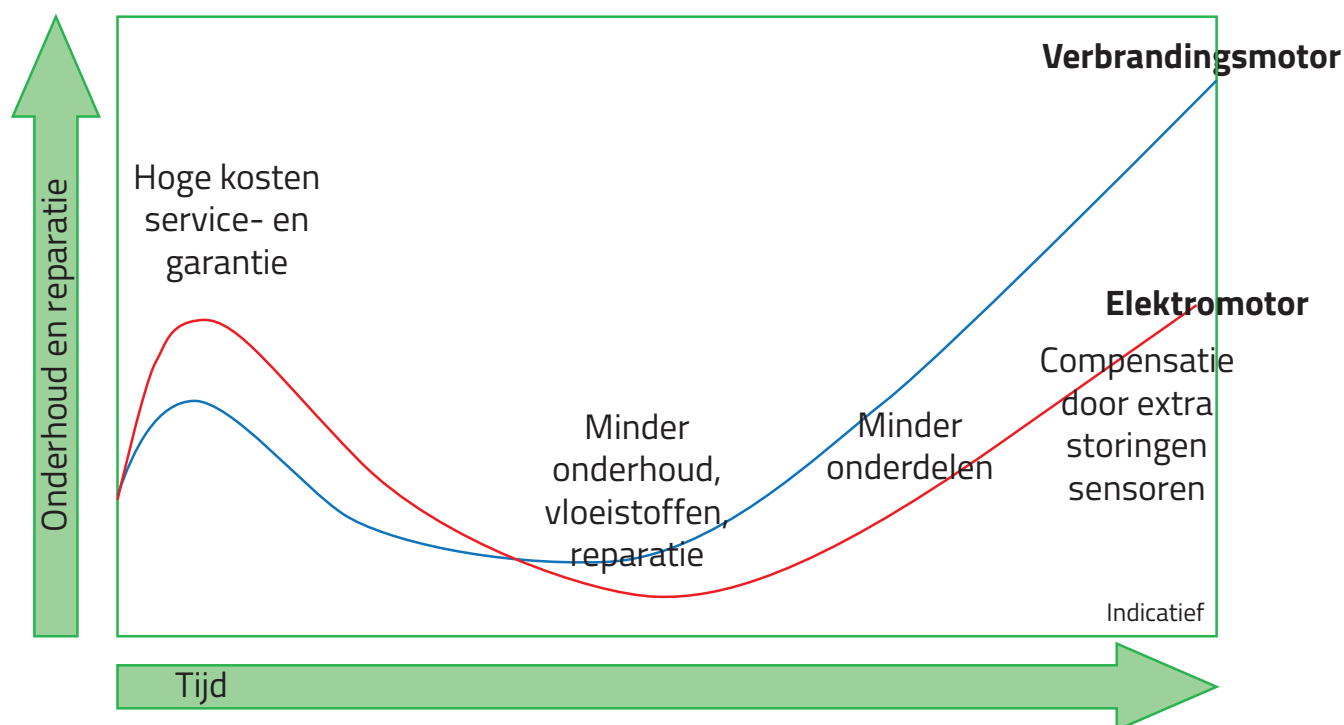
## 7 Verdienmodel op de schop, aanpassing organisatie nodig



In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de invloed die de energietransitie zal hebben op de ondernemingen in de sector. Eerst wordt beschreven hoe de traditionele manier van geld verdienen onder druk komt te staan. Vervolgens wordt getoond dat ook in de organisatie vergaande aanpassingen nodig kunnen zijn. In de bijlage bij dit rapport is een vragenlijst opgenomen waarmee bedrijven voor zichzelf kunnen schatten in hoeverre zij geraakt zullen worden door de energietransitie.

### **Elektrische aandrijving zet traditioneel verdienmodel onder druk**

Zowel dealer, importeur als fabrikant wordt geraakt in de omzet en marge als er meer elektrische machines verkocht worden.



**Figuur 6 Bij een volledig elektrische aandrijving valt een interessant deel van de omzet weg. Indicatief schema o.b.v. ervaringen met personenauto's en trucks**

Uit een uitgebreid Amerikaans onderzoek<sup>12</sup> van 19 miljoen personenauto's bleek dat bij elektrische auto's in het eerste jaar meer onderhouds- en servicewerk moest worden gedaan dan bij auto's met een verbrandingsmotor. Dit werd veroorzaakt doordat nieuwe modellen meer storingen hebben, de monteurs minder ervaringen hadden met diagnose en herstel van de problemen en bovendien werden duurdere monteurs ingezet. Een groot deel van die kosten kwam voor rekening van fabrikant of dealer. Na de aanlooperperiode daalde de hoeveelheid werkzaamheden sterk. Daardoor werd er bij de elektrische auto 35% minder onderhoud gedaan dan bij een traditionele auto.

Uit een studie van BOVAG<sup>13</sup> naar de aftersalesomzet voor trucks komt een verwachte onderhoudsdaling van gemiddeld 65% als overgeschakeld wordt naar volledig elektrische aandrijving. Bij machines voor gebruik buiten de openbare weg, resteert echter altijd een groter deel mechanisch en hydraulisch werk aan werktuigen, waardoor de daling gedempt wordt. Omdat werktuigen ook met steeds meer sensoren worden uitgevoerd, zal het aantal storingen daar aanzienlijk toenemen.

Het is echter wel winstgevende omzet die wegvalt: een dealer ziet de omzet van vloeistoffen grotendeels verdwijnen. Voor dealer, importeur en fabrikant valt de verkoop van reserveonderdelen voor de dieselmotor weg. Voor dezelfde werkplaatsomzet zullen meer nieuwe of gebruikte machines moeten worden verkocht. Er zal daarom kritisch moeten worden gekeken naar uurtarieven en schaalgrootte.

<sup>12</sup> www.wepredict.com

<sup>13</sup> BOVAG / VMS Insight: Het effect van elektrisch aangedreven trucks en bussen op het aftersales businessmodel, 2019

Er is nu al een ontwikkeling gaande om voor de huidige dieselmachines met behulp van datamining storingen en reparaties te voorspellen en preventief onderhoud te doen. Overwogen kan worden om een abonnement-structuur aan te bieden waarbij een vaste prijs per jaar wordt gerekend, die afhankelijk is van het gebruiksprofiel van de klant. Als men klantspecifieke historische data heeft, dan kan men voorspellen hoe de kosten zich zullen ontwikkelen.

Elektromotoren blijken in de praktijk een zeer lange levensduur te hebben. Het is daarom mogelijk dat machines minder snel worden vervangen. Het aanbieden van een tussentijdse update van bijvoorbeeld computersystemen of cabine inrichting, zou een interessante overweging kunnen zijn.

### **Aan kleine elektrische machines niet meer sleutelen**

Met name in het groenbeheer worden veel handmachines gebruikt. Aan de elektrische uitvoering van dergelijke machines is weinig onderhoud nodig. Ook deze kleine machines krijgen in de toekomst een internetverbinding, via de mobiele telefoon van de gebruiker.

Dat maakt diagnose op afstand door de fabrikant/importeur mogelijk. Indien er problemen zijn kunnen eventueel onderdelen worden vervangen. Reparatie is niet meer rendabel. De onderdelen kan men via de post toesturen en door de gebruiker laten inklikken. Met de lage spanningen van de voeding, is geen aparte opleiding of certificering nodig.

### **Traditioneel werk blijft nog lang bestaan**

Er is nog een groot rijdend park van - per ultimo 2021- ongeveer 745.000 trekkers, rjtuigen met beperkte snelheid, aanhangers en getrokken machines die op kenteken zijn gezet. Daarvoor blijft voorlopig het werk noodzakelijk zoals dat nu ook wordt gedaan. Alternatieve aandrijving vormt een geleidelijk groeiend deel van de nieuwverkoop en zal ook in de werkplaats geleidelijk een groter deel van het werk vervangen. Er blijven relatief veel mechanische en hydraulische onderdelen waaraan gewerkt moet worden:

- a. alles wat in de grond of aan een plant moet werken;
- b. remmen, messen, lagers, assen, tandwielen;
- c. alles wat met de hefinrichtingen te maken heeft.

### **Flinke inspanning nodig om te voldoen aan veiligheidseisen voor accu's en waterstof**

Alle bedrijven in de sector zullen ook een flinke hoeveelheid werk moeten verzetten om de inrichting van organisatorische processen en gebouwen op orde te krijgen. Een accu moet als "gevaarlijke stof" worden behandeld. De voorschriften daarvoor liggen vast in Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS). Dat vormt de norm voor de omgevingsvergunning, arbeidsveiligheid en rampenbestrijding.

PGS37-2 gaat over lithiumaccu's en is van toepassing op accu's en machines met accu. Het is niet voldoende om mensen naar een cursus te sturen en een certificaat te laten halen. Er is een aanzienlijke hoeveelheid werk (bouwkundig, organisatorisch, procedureel) nodig om te voldoen aan alle eisen, bijvoorbeeld:

- a. de maximale omvang van brandcompartimenten;
- b. het maximale gewicht aan accucellen per brandcompartiment;
- c. mogelijkheid om accu's direct weg te kunnen rijden bij (accu-)brand;
- d. ingangscntrole van de accu's;
- e. afstand t.o.v. andere "gevaarlijke" objecten / stoffen en werkzaamheden;
- f. laden en testen van accu mag niet in dezelfde ruimte als de opslag;
- g. een jaarlijkse stellinginspectie;
- h. bijhouden van een registratie en documentatie van gevaarlijke situaties.

Bij het werken aan waterstof moet voldaan worden aan de eisen van PGS24. Voor het werken met brandbare gassen kan zelfs een aparte werkplaats nodig zijn, dus dat heeft grote gevolgen voor een onderneming.

### **NEN-normen stellen extra eisen aan inrichting organisatie en procedures**

De manier waarop veilig werken georganiseerd moet worden, staat beschreven in enkele NEN-normen. Het hanteren van de NEN-normen is niet wettelijk verplicht, maar wel goed om te kunnen aantonen dat je voldoet aan eisen van de Arbowet. In de praktijk kun je daarom niet zonder deze normen.

NEN 3140 beschrijft het werken aan statische elektrische machines met "walstroom" (laagspanning tot 1000 Volt wisselspanning of 1500V gelijkspanning). NEN 9140 gaat in op mobiele machines (elektrische voertuigen), opslag van onderdelen en beschadigde machines.

Om te voldoen aan deze normen, is opleiding nodig met examen en certificering van de medewerkers, maar men moet ook beschikken over procedures, taakverdeling, hulpmiddelen, beschermingsmiddelen, documentatie en daadwerkelijk werken volgens procedures. De invoering van dergelijke normen levert daarom een hoeveelheid werk op die te vergelijken is met het invoeren van een ISO-9001 standaard.

Volgens de normen moeten verschillende rollen helder gedefinieerd en toegewezen worden: wie is bijvoorbeeld vakbekwaam persoon, voldoende onderricht persoon en werkverantwoordelijke / installatieverantwoordelijke. Omdat monteurs vaak zelfstandig op locatie aan graafmachines en tractoren moeten werken, moeten zij vrijwel altijd het hoge niveau van "vakbekwaam persoon" halen. Zij mogen alleen zelfstandig werken als ze ook als zodanig zijn aangewezen, en dat is vastgelegd in het organisatiehandboek.



## 8 Nieuwe kennis noodzakelijk, maar haalbaar voor meeste vakmensen



In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de kennis en vaardigheden die nodig zijn om veilig en efficiënt te kunnen werken met andere energiebronnen. Daar is extra opleiding voor nodig, maar voor een groot deel van de huidige mensen in de branche is dat haalbaar.

### **Nieuwe kennis en vaardigheden nodig**

Om aan elektrische machines te kunnen werken, moet men veilig kunnen werken met elektriciteit en accu. Men moet weten hoe een machine spanningsvrij gemaakt moet worden en hoe men beschermingsmiddelen moet gebruiken. Veilig werken is een thema dat al heel lang in de branche speelt, want ook bij machines met verbrandingsmotoren treden grote risico's op. Een nieuw probleem is echter dat je elektrische spanningen en stromen niet kunt zien en horen. Het kan daarom nuttig zijn om alle medewerkers in het bedrijf te trainen in basisveiligheid, zodat iedereen beseft dat er gevaren zijn die men niet ziet. Je hoeft niet overal aan te kunnen werken, maar je moet wel weten waarvan je moet afblijven.

Daarnaast kennen elektrische onderdelen een eigen problematiek, bijvoorbeeld met condensvorming en corrosie. Bij hoge elektrische vermogens treden bovendien echt andere problemen op dan bij de elektrische systemen waar men al aan gewend is, zoals verlichting en elektronische besturing. Er worden bijvoorbeeld veel hogere eisen gesteld aan verbindingen en afschermingen en ook de diagnose van problemen vergt een andere manier van werken. Monteurs moeten veel systematischer gaan werken om een storing te diagnosticeren.

Over enkele jaren zal ook kennis van waterstof nodig zijn. Dat is een gas dat gemakkelijk ontsnapt en niet voor niets “knaalgas” wordt genoemd. De toepassing in brandstofcellen en in verbrandingsmotoren is geheel nieuw voor de branche.

Tijdens de eerste jaren zijn een hoger kennisniveau, meer inzicht en abstractievermogen nodig vanwege het werken met machines die op bestelling gebouwd zijn. Dit zijn soms unica, waarbij de vakmensen veel kennis nodig hebben om te beoordelen hoe een systeem gebouwd is, waar problemen zich voordoen en hoe die veroorzaakt worden. Zodra serieproductie op gang komt, dan is merkspecifieke producttraining vaak voldoende.

Het werk moet in de komende jaren ook steeds beter gedocumenteerd worden vanwege aansprakelijkheden en certificeringseisen. Dat zal overigens ook voor dieselmachines het geval zijn.

### **Meer differentiatie in kennis en profiel van medewerkers**

Naar verwachting worden de gebruikte machines in de komende jaren steeds complexer. Dat wordt mede veroorzaakt door de trend naar autonoom rijden en werken. Ook als er nog een chauffeur of machinist aanwezig is, krijgt de machine meer voorgeprogrammeerde bewerkingsprogramma's, die ook bewerkingskennis vragen van de monteur. Een monteur moet dus verstand hebben van ploegen en oogsten of van de manier waarop een golfbaan gemaaid moet worden.

Daarnaast moet de monteur aan de slag met preventief onderhoud op basis van voorspellingen met kunstmatige intelligentie en sensordata. De werkzaamheden van de machine worden bovendien in de computersystemen van de machine vastgelegd en via telematica geïntegreerd met verschillende softwarepakketten op kantoor.

Er komt daardoor meer differentiatie in profiel van monteurs. Aan de ene kant zullen er mensen nodig zijn die meer het profiel hebben van een computerprogrammeur of een analist. Aan de andere kant zijn er ook mensen nodig die heel goed kunnen lassen en het gevoel in de vingers hebben om een beschadigde staalconstructie te herstellen. Het wordt een organisatorische uitdaging om die twee richtingen te combineren in de werkplaats en bij werkzaamheden op locatie.

Een elektrische aandrijving of waterstofaandrijving voegt een extra dimensie toe aan de complexiteit, maar is prima te leren: de huidige machines zijn al complex en de aansturing van een elektromotor is niet ingewikkelder dan de aansturing van een landbouwwerktuig of een graafschop.

Bedrijven in de sector ervaren wel dat een deel van de werknemers (met name 50-plussers) niet meer kan of wil bijscholen. Voor die groep zou overwogen kunnen worden om onderwijs aan te bieden dat past bij hun manier van leren. Daarnaast zijn er werknemers die moeite hebben met de abstracte, systematische manier van denken die nodig is voor elektrische aandrijvingen.

## **Ook personeel bij eindgebruikers moet verplicht getraind worden: meer onderhoud uitbesteden aan de dealer**

Er zijn nu veel machinisten en boeren die zelf aan een machine sleutelen. Als overgeschakeld wordt op alternatieve aandrijvingen, moeten die ook gecertificeerd zijn om aan de machine te mogen werken. Ook de organisatie moet voldoen aan de eisen die aan de dealerorganisatie worden gesteld (NEN-normen). Daarom zal een deel van de werkzaamheden worden uitbesteed aan de dealers, omdat niet iedereen het certificaat zal halen. Dit wordt nog verder versterkt omdat de complexiteit van de machines sowieso toeneemt door computerbesturing.



## Bijlage 1: Beoordeel de invloed van de energietransitie op de eigen onderneming



In deze bijlage is een vragenlijst opgenomen, waarmee kan worden geschat wat de invloed is op de eigen werksituatie van de belangrijkste ontwikkelingen die in dit onderzoek naar voren komen. Door onderstaande vragen te beantwoorden kunt u op een systematische manier de verschillende invloeden aflopen.

Het is een goed idee om de vragen door verschillende mensen in het bedrijf te laten beantwoorden en die antwoorden samen te bespreken. De vragenlijst kan bijvoorbeeld gebruikt worden als voorbereiding voor een beleidsdag met het managementteam.

### **Wat gaat de energietransitie betekenen voor ons?**

1. In welke marktsegmenten is ons bedrijf actief?
2. Worden alternatieve aandrijvingen daar door regelgeving afgedwongen?
3. Eisen opdrachtgevers alternatieve aandrijvingen?
4. Welke eisen en wensen volgen uit de werklocatie van onze eindklanten:
  - a. Werkt men op een vaste locatie waar men eenvoudig kan laden?
  - b. Werkt men (mede) binnen (Arbo)?
  - c. Werkt men op geluidsgevoelige plaatsen (in woonwijk, tuin, camping, golfbaan) en op gevoelige tijden ('s morgens vroeg, als er gasten zijn, etc.)?

5. Heeft de klant de mogelijkheid zelf energie op te wekken en door te verkopen?
6. Kan en mag de klant met kleine autonome machines werken?
7. Wat is het werkritme bij de klant:
  - a. In hoeverre is het werk planbaar en wat is de benodigde inzetduur per dag (een accu is lastig voor een loonwerker die 10 tot 12 uur wil kunnen werken)?
  - b. Is tussentijds laden mogelijk, bijvoorbeeld tijdens pauzes?
  - c. Wat zijn de benodigde vermogens: is wisselen van accu mogelijk?
  - d. Wat zijn de benodigde grootte en maximaal gewicht van de machine?
8. Welke alternatieve aandrijvingen zijn bruikbaar bij onze klanten?
9. Wat is financieel het meest aantrekkelijk voor onze klanten?
10. Gaan de merkorganisaties van de merken die wij voeren, mee in die richting?  
Welke eisen worden er door de merkorganisaties gesteld aan de bedrijven waar zij mee werken?
11. Hoeveel omzet en marge valt er weg, als er wordt overgeschakeld naar andere aandrijvingen?  
Kunnen we dat nu ook al zien bij de machines waar er geen gebruik meer gemaakt wordt van diesel?
12. Wat wordt de verhouding tussen verkoop nieuw, verkoop gebruikt, werkplaats en onderdelen?  
Moeten we een andere prijsstructuur aanbieden aan de klanten, zoals bijvoorbeeld een abonnement?
13. Welke schaalgrootte hebben we nodig, om nog mee te kunnen in de vernieuwing?
14. Is ons pand geschikt voor het werken met accu's en/of brandbare gassen?  
Welke aanpassingen zijn nodig?
15. Is een andere taakverdeling en specialisatie nodig?
16. Hoeveel extra opleiding en training moeten we organiseren voor onze medewerkers?





**Fedecom**

Postbus 2600  
3430 GA Nieuwegein  
Einsteinbaan 1  
3439 NJ Nieuwegein  
*T* +31 (0)30 604 91 11  
*F* +31 (0)30 605 32 08  
*E* [secretariaat@fedecom.nl](mailto:secretariaat@fedecom.nl)

[www.fedecom.nl](http://www.fedecom.nl)

Twitter: @FedecomNL

Facebook: [www.facebook.com/fedecom](http://www.facebook.com/fedecom)

Fedecom is een branchegroep van:  koninklijke **metaalunie**



opleiding  
ontwikkeling  
metaalbewerking

Postbus 15  
2390 AA Hazerswoude-dorp  
Frankrijklaan 10  
2391 PX Hazerswoude-dorp  
*T* +31 (0)172 521 500  
*F* +31 (0)172 521 577  
*E* [info@oom.nl](mailto:info@oom.nl)

[www.oom.nl](http://www.oom.nl)

Twitter: @Stichting\_OOM

Facebook: [www.facebook.com/StichtingOOM](http://www.facebook.com/StichtingOOM)

OOM is het scholingsadviesbureau van de sociale partners in de metaalbewerking.

