



---

# Resultaten systeemanalyse en workshop fossielvrije mechanisatie

Auteurs | David Meijvogel, Boelie Elzen en Andries Visser

Publiek rapport WPR-OT-990



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Resultaten systeemanalyse en workshop fossielvrije mechanisatie

Auteurs: David Meijvogel, Boelie Elzen en Andries Visser

Deze notitie is samengesteld door Stichting Wageningen Research (WR) en is een product van de PPS Landbouw als vliegwiel voor de energietransitie (AF.17013 / LWV20.108), een samenwerking tussen LTO Noord, Alliander, Stedin, Windunie, Petawatts, Toyota Material Handling Nederland BV, Reesink Agricultural Equipment NL BV, Abemec, Provincie Overijssel, Provincie Fryslan, Provincie Zuid Holland, Gemeente Hoeksche Waard, Gemeente Dinkelland, Gemeente Tytjerkstradiel, Zonnepanelen op het dak, Wageningen University & Research en ECN-TNO. Deze PPS ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & food.

Wageningen, december 2022

---

Rapport WPR-OT-990

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/587661>

#### Samenvatting

Deze korte notitie geeft de resultaten weer van de bespreking van een systeemanalyse gericht op fossielvrije mechanisatie in een workshop met betrokken stakeholders gehouden op 14 juli 2022. De focus lag op **elektrische mechanisatie** voor de lichtere werkzaamheden en op **waterstof mechanisatie** voor zwaardere langdurige werkzaamheden. Het doel van de workshop was de knelpunten en belemmeringen die tot stand gekomen waren op basis van individuele interviews te bespreken, aan te vullen en vervolgens te komen tot een prioritering. Tenslotte is in de workshop gewerkt aan een aanzet tot acties die volgens de deelnemers van belang waren om de geprioriteerde knelpunten weg te nemen en de kansen te verzilveren. Deze acties zijn in dit document verder uitgewerkt

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; [www.wur.nl/plant-research](http://www.wur.nl/plant-research)

KvK: 09098104 te Arnhem  
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-990

---

# Inhoud

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Woord vooraf</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1 Naar een innovatieagenda rond fossielvrije mechanisatie</b>         | <b>9</b>  |
| <b>2 Fases in een innovatietraject</b>                                   | <b>11</b> |
| <b>3 Resultaten en acties voortkomend uit de workshop</b>                | <b>13</b> |
| 3.1 Knelpunten H2 trekker:   | 13        |
| 3.2 Knelpunten Elektrische tractie:                                      | 17        |
| <b>Bijlage 1. De interview vragen en de lijst met geïnterviewden</b>     | <b>21</b> |
| <b>Bijlage 2a. Matrix knelpunten en kansen rond de H2Trekker.</b>        | <b>23</b> |
| <b>Bijlage 2b. Matrix knelpunten en kansen rond elektrische tractie.</b> | <b>24</b> |
| <b>Bijlage 2c. Matrix knelpunten en kansen rond autonome voertuigen.</b> | <b>25</b> |

---

---

# Woord vooraf

Het doel van de PPS Landbouw als vliegwiel voor de energietransitie is om invulling te geven aan de rol van de landbouw in de energietransitie. Eén van de aandachtspunten hierin is het terugdringen van het fossiele energiegebruik op landbouwbedrijven. Een groot deel van het energiegebruik op een agrarisch bedrijf betreft diesel, in de akkerbouw is dat ongeveer 70%. Reductie van fossiel energiegebruik in de bedrijfsvoering vraagt om nieuwe energiezuinige mechanisatie of fossielvrije mechanisatie. Op dit moment is deze mechanisatie nog niet of nauwelijks beschikbaar. Daarnaast is het lastig om (zelf geproduceerde) hernieuwbare energie te benutten in die mechanisatie aangezien er een onbalans is tussen het moment van productie en gebruik. Dat vraagt om aanpassingen in het bedrijf (verschuiven van werkzaamheden naar momenten van piekproductie indien mogelijk) of het opslaan van energie in bijvoorbeeld waterstof die vervolgens als brandstof benut kan worden op een later moment. Dit laatste vraagt ook weer afstemming in productiecapaciteit en gebruik hetgeen betekent dat meerdere bedrijven wellicht moeten samenwerken. In de PPS Landbouw als vliegwiel voor de energietransitie proberen we knelpunten die de transitie naar fossielvrije mechanisatie belemmeren op te lossen door samen met relevante actoren te werken aan een innovatieagenda op dit vlak. De workshop fossielvrije mechanisatie vormde een eerste aanzet daartoe.

Andries Visser, Coördinator PPS landbouw als vliegwiel voor de energietransitie



---

# 1 Naar een innovatieagenda rond fossielvrije mechanisatie

In de PPS landbouw als vliegwiel voor de energietransitie is in 2021 het onderwerp fossielvrije mechanisatie opgenomen. Een groot deel van het energiegebruik op landbouwbedrijven betreft het gebruik van fossiele brandstof (voornamelijk diesel) voor een belangrijk deel van de mechanisatie. Het vervangen van diesel door hernieuwbare vormen van energie (elektriciteit uit wind en zon), groen gas of waterstof geproduceerd met groene energie levert dan ook een aanzienlijke bijdrage aan het verduurzamen van de landbouw. Er zijn inmiddels al een paar jaar enkele prototypes van elektrische tractoren en waterstoftrekkers gepresenteerd maar deze hebben nog steeds niet de weg naar de praktijk gevonden. Ondanks dat de techniek inmiddels ver genoeg gevorderd is, lukt het dus (nog) niet om deze betaalbaar in de markt te introduceren. Het versnellen van de introductie van fossielvrije mechanisatie is één van de doelen van deze PPS. De PPS richt zich hierbij niet op het ontwikkelen van een apparaat of machine maar op het in beeld brengen, en waar mogelijk een eerste aanzet geven voor het oplossen, van diverse belemmeringen (sociaal, technisch, economisch en op systeemniveau) die de introductie tegenhouden.

Dit is opgepakt door te starten met een systeemanalyse gebaseerd op de RIO methode (reflexief interactief ontwerpen, Elzen & bos, 2019<sup>1</sup>). Hiervoor zijn interviews gehouden met vertegenwoordigers van relevante bedrijven uit de landbouw mechanisatie en andere relevante actoren zoals banken en overheden. In de interviews is gevraagd naar hun verwachtingen ten aanzien van de ontwikkelingen op het vlak van mechanisatie in de landbouw, de belemmeringen en kansen die zij zien en welke stappen volgens hen nu nodig zijn. De interviewvragen en de lijst met geïnterviewden zijn te vinden in *bijlage 2b en 2c*. Uit de analyse van de interviews zijn 7 richtingen / aspecten naar voren gekomen waarbinnen de belangrijkste kansen en knelpunten rond de transitie naar fossiele mechanisatie spelen.

1. Financiële aspecten
2. Technische aspecten
3. Wet- & regelgeving
4. Het landbouwsysteem als geheel
5. Macro ontwikkelingen
6. De kennis infrastructuur
7. Markt ontwikkelingen

Daarnaast kwam uit de interviews naar voren dat de focus van de analyse rond de transitie naar fossielvrije mechanisatie vooral zou moeten liggen op **elektrische mechanisatie** voor de lichtere werkzaamheden en op **waterstof mechanisatie** voor zwaardere langdurige werkzaamheden. Vervolgens zijn alle knelpunten en kansen benoemd. Tenslotte werden autonome kleine mechanisatie werktuigen genoemd en biogastractoren. In de systeemanalyse hebben we ons vooral gericht op elektrische- en H2 mechanisatie.

Voor zowel de H2 trekker als voor de elektrische trekker zijn alle belangrijke knelpunten en kansen bij elkaar gebracht in een matrix gekoppeld aan 1 van de 7 aspecten die hiervoor zijn genoemd. Deze matrixen waren het vertrekpunt voor een workshop op 14 juli 2022 waarvoor alle geïnterviewden uitgenodigd waren. Het doel van deze workshop was om de knelpunten en belemmeringen die tot stand gekomen waren op basis van de individuele interviews te bespreken, aan te vullen en vervolgens te komen tot een prioritering. Tenslotte is in de workshop gewerkt aan een aanzet tot acties die volgens de deelnemers van belang waren om de geprioriteerde knelpunten weg te nemen en de kansen te verzilveren.

De uitgewerkte resultaten van deze workshop staan beschreven in bijlage 2 (de matrixen met prioritering van de acties). De acties beschreven tijdens de workshop zijn verder uitgewerkt door het team van

---

<sup>1</sup> Boelie Elzen & Bram Bos, 2019. The RIO approach: Design and anchoring of sustainable animal husbandry systems, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 145, 141-152.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.05.023>



---

Wageningen research na de workshop waarbij iets meer achtergrond is geschetst bij elke belemmering of kans die geprioriteerd was. Deze gedetailleerdere uitwerking is beschreven in hoofdstuk 3.

---

## 2 Fases in een innovatietraject

Alvorens in te gaan op mogelijk acties voortgekomen uit de workshop van 15 juli voor verdere ontwikkeling van fossielvrije alternatieven voor bepaalde typen landbouwmachines zullen we eerst kort bespreken waarom het nuttig is om een onderscheid te maken tussen twee fasen in het innovatieproces.

### *Barrières voor innovatie*

De ontwikkeling en vermarkting van innovaties lopen tegen diverse barrières aan waardoor toepassing in de praktijk, zeker in de beginfase, vaak moeizaam op gang komt. Die barrières kunnen heel verschillend van aard zijn, bijv.

- Technisch: vaak zijn diverse ontwikkelrondes nodig om een nieuw apparaat technisch goed, betrouwbaar en duurzaam te laten functioneren;
- Infrastructuur: nieuw techniek vereist soms nieuwe infrastructuur (bijv. voor aandrijving door waterstof) die in het begin niet of zeer beperkt aanwezig is.
- Praktijkbeperkingen: nieuwe technologie, die het in een 'afgeschermd ontwikkelomgeving' goed doet krijgt in de praktijk te maken met allerlei grilligheden die de werking beïnvloeden (bijv. slecht weer, veel modder in de machinerie, etc.)
- Terughoudendheid gebruikers: veel gebruikers zien nieuwe technologie, aangezien het vaak nog niet voldoende bewezen technologie is, vooral als een risico dat ze liever niet lopen.
- Kosten: nieuwe technologie is in het begin vaak duur in aanschaf en wellicht ook in gebruik. Dit draagt verder bij aan onzekerheid en terughoudendheid.

Om die barrières te overwinnen is het nuttig om twee fasen te onderscheiden in het ontwikkelingsproces, t.w. 1) leren en experimenteren en 2) opschaling. Die worden hieronder kort toegelicht.

### *Fase 1: Leren en experimenteren*

In deze fase is de innovatie nog niet uitontwikkeld en nog niet marktrijp. Het belangrijkste doel is verdere ontwikkeling tot een technische volwaardig product dat ook in de praktijk goed en betrouwbaar functioneert. Door diverse onvolkomenheden en onzekerheden vindt het leeuwendeel van de boeren het te riskant om met de innovatie aan de slag te gaan. Er bestaat echter in de meeste gevallen ook een kleine groep van innovatieve en ondernemende boeren die zich hierdoor juist uitgedaagd voelt en graag met de innovatie aan de slag wil. Zij spelen een cruciale rol omdat door hun inzet duidelijk wordt wat er nodig is om de innovatie ook in de praktijk goed te laten functioneren. Om dat mogelijk te maken is een hoge mate van technische ondersteuning nodig van technologieontwikkelaars, alsmede financiële ondersteuning. Dat laatste kan komen van machineproducenten als zij verwachten hier op termijn een goede omzet uit te kunnen halen. Als het toekomstperspectief echter nog te onduidelijk is, is ook ondersteuning vanuit de overheid noodzakelijk in de vorm van ontwikkelings- en demonstratiesubsidies en/of bepaalde vormen van garantstelling.

### *Fase 2: Opschaling*

Pas als de eerste fase heeft geleid tot een technisch en in de praktijk goed functionerend product kan opschaling aan de orde komen. Omdat de innovatie voor de meeste boeren nog nieuw is zijn zij vaak afwachtend en is het belangrijk om demonstratieactiviteiten op te zetten zodat ze met eigen ogen kunnen zien hoe het werkt. Kosten zijn, zeker in het begin, vaak nog een belemmering. Ondersteuning door de overheid is in het begin vaak nodig tot er een productievolume kan worden bereikt waarbij voldoende schaalvoordelen te behalen zijn. Ook regulering kan de marktontwikkeling ondersteunen door maatregelen die de innovatie bevorderen en/of de bestaande technologie benadelen. Indien een nieuwe infrastructuur moet worden ontwikkeld (bijv. voor een nieuwe energiedrager of brandstof) dan kan ook daarvoor ondersteuning vanuit de overheid noodzakelijk zijn.

Het belang van het onderscheid tussen de twee fasen is dat vooral de ondersteuning door de overheid een andere vorm heeft en een ander doel dient. Het is van belang dat de getroffen maatregelen daar goed op zijn afgestemd. Daarom zullen we in het onderstaande, daar waar dat nodig is, aangeven over welke fase het gaat en de voorgestelde initiatieven daarop afstemmen.

---

### *Het oog op de toekomst houden*

Er is een brede consensus, zowel politiek als maatschappelijk, dat het gebruik van fossiele brandstoffen de komende 20-30 jaar afgebouwd moet worden, ook in de landbouw. Er zijn meerdere oplossingen denkbaar waaronder het gebruik van elektrische tractie of van hernieuwbare brandstoffen zoals waterstof. Welke oplossing het uiteindelijk gaat worden is op dit moment nog niet te overzien. Wellicht wordt het een combinatie van aandrijvingen voor verschillende vormen van tractie. Wellicht verandert de mechanisatie van de Landbouw op een wijze die andere vormen van tractie vraagt.

Hoewel de toekomst dus onzeker is, is het wel nuttig om nu al een verkenning doen welke nieuwe vormen van tractie en energievoorziening op dit moment 'veelbelovend' lijken, d.w.z. dat ze een aantal kenmerken hebben die een oplossing voor huidige duurzaamheidsproblemen lijken te bieden maar ook nog met onzekerheden kampen en minder gunstige eigenschappen hebben (zoals bijv. kosten). Met die veelbelovende oplossingsrichtingen kunnen we dan nu aan de slag gaan, vooral om te onderzoeken hoe de belofte optimaal kan worden gerealiseerd en de negatieve eigenschappen kunnen worden verkleind. Na een aantal jaren is het dan nuttig om de vorderingen opnieuw tegen het licht te houden en opnieuw naar de toekomst te kijken. Wellicht moeten de oorspronkelijke toekomstbeelden wat worden bijgesteld, misschien zijn er nieuwe oplossingsrichtingen in beeld gekomen of is er meer duidelijkheid gekomen over welke richtingen dusdanig effectief blijken dat kan worden ingezet op opschaling.

Op deze wijze kan worden vormgegeven aan een proces van 'leren door te doen' met de volgende kenmerken:

- Op korte termijn met boeren en andere stakeholders een toekomstverkenning uitvoeren om te identificeren welke combinaties van tractie en energievoorziening veelbelovend lijken.
- Dat voor verschillende opties (bijv. elektrische trekker, H2 trekker) vertalen naar specifieke ontwikkelrichtingen voor de korte termijn waar de komende jaren aan gewerkt gaat worden.
- Gedurende een aantal jaren (3-5 jaar) de opties verder ontwikkelen en in de praktijk beproeven.
- Na verloop van tijd de resultaten en ervaringen evalueren en de toekomstverkenning waar nodig aanpassen.
- De resultaten daarvan vertalen in nieuwe doelstellingen voor ontwikkeling en praktijkonderzoek voor de volgende periode.
- Hiermee doorgaan totdat duidelijk is dat een bepaalde oplossingsrichting praktisch haalbaar lijkt en overgaan tot grootschalige stimulering.

### *Omgevingsfactoren werken mee*

Rond elektrische auto's is een dergelijk proces begonnen rond 1990 en, zoals het er nu uit ziet, zullen er omstreeks 2030 alleen nog elektrische auto's worden geproduceerd. Dat is een lange periode van 40 jaar maar om een aantal redenen zal dat voor fossielvrije mechanisatie in de landbouw een stuk sneller gaan omdat een aantal omgevingsfactoren, die in 1990 een geringe rol speelden, de ontwikkeling sterk bevorderen, waaronder:

- De breed gedeelde maatschappelijke en politieke consensus dat de emissie van broeikasgassen op termijn van drie decennia naar nul moet;
- Beleid en regelgeving van overheden op alle niveaus (van lokaal tot EU) om de ontwikkeling en adoptie van hernieuwbare energie te bevorderen;
- Op veel fronten (mobiliteit, landbouw, industrie) wordt gewerkt aan nieuwe vormen van energievoorziening die elkaar versterken en de ontwikkelingen gaan snel;
- Brandstofprijzen: die zijn dusdanig hoog dat de roep om alternatieven alsmaar sterker wordt.

Onder deze omstandigheden heeft de ontwikkeling van fossielvrije mechanisatie in de landbouw zeker de wind mee en is het van belang om op korte termijn de eerste stappen te zetten en op lange termijn een consistente aanpak te volgen om het doel zo snel mogelijk dichterbij te brengen.

---

## 3 Resultaten en acties voortkomend uit de workshop

De verschillende kansen en belemmeringen betreffende de transitie naar waterstoftractie en/of elektrische tractie zijn besproken in een workshop met vertegenwoordigers van de partijen die ook voor de systeemanalyse geïnterviewd zijn. In deze workshop zijn de matrixen met knelpunten (bijlage 2) systematisch besproken, aangevuld en verbeterd. Vervolgens zijn de belangrijkste knelpunten en kansen geprioriteerd. De hoogst geprioriteerde belemmeringen zijn vervolgens besproken in kleine werkgroepen en tijdens de workshop is getracht hieraan concrete acties en betrokkenen te koppelen.

Wat betreft de H2 trekker zijn de volgende knelpunten en bijhorende acties geprioriteerd:

1. *Afhankelijkheid van multinationale trekkerfabrikanten*
2. *Wet- regelgeving en beleid onduidelijk, gemeentes handelen verschillend en zijn voorzichtig*
3. *Onzekere richting*
4. *Tunnelvisie en doel voorbij streven, te vroeg committeren*
5. *Kennisinstellingen zijn zelf niet zo aanwezig met ontwikkelingen*

In de workshop zijn de hoofdlijnen besproken, hieronder zijn deze acties verder uitgewerkt.

### 3.1 Knelpunten H2 trekker:

#### 1. *Afhankelijkheid van multinationals / trekkerfabrikanten*

**Achtergrond:** Voordat een waterstoftrekker commercieel verkrijgbaar is bij een grote trekker fabrikant of multinational, zal er een intensief ontwikkeltraject moeten zijn ingezet. De inschatting is dat dit ontwikkeltraject pas ingezet wordt als de grote fabrikanten het idee hebben dat er een grote vraag is naar deze waterstoftrekkers. Doordat waterstoftrekkers op dit moment nog onvoldoende beschikbaar zijn komt de transitie naar fossielvrije mechanisatie langzaam op gang. Het probleem hier is het gebrek aan volume, ofwel het gebrek aan de vraag voor waterstoftrekkers op grote schaal zodat een trekkerfabrikant hier ook een ontwikkeltraject voor in wil gaan.

##### a. Doel

- i. Korte termijn: grote trekkerfabrikanten verleiden tot het inzetten van een ontwikkeltraject voor waterstoftrekkers
- ii. Lange termijn: Mogelijkheid tot het verkrijgen van een commercieel verkrijgbare gestandaardiseerde waterstoftrekker

##### b. Acties

- i. Korte termijn: Volume creëren
  1. Starten met H2 opwekken op de boerderij en deze in eerste instantie verhandelen op de gasmarkt (groen gas is nu schaars) of wellicht toepassen in vrachtvervoer gekoppeld aan agrarisch producttransport dat al op bedrijven komt via bijvoorbeeld melkwagens van Friesland Campina.
    - a. Waterstof produceren is een techniek die commercieel al verkrijgbaar is. Als boerenbedrijven waterstof gaan produceren en dit kunnen verhandelen (positieve businesscase) dan kan waterstof als grondstof/brandstof gemeengoed worden in de agrarische sector. Vandaaruit is de stap kleiner naar zelf ook die waterstof gebruiken op het boerenbedrijf. De vraag naar H2 tractie zal daardoor eerder komen.
  2. Consortium van 20 tot 40 boeren bijeenbrengen in een community of practice (CoP)waarbinnen meerdere succesvolle pilots gedraaid worden waarbij ervaring opgedaan wordt met het afstemmen van H2 productie en afname.
  3. In gesprek gaan met de grote trekkerfabrikanten om hun beweegredenen te achterhalen om wel of niet in te zetten op de ontwikkeling van een

- 
- waterstofftrekker zodat ingespeeld kan worden op hun vragen en randvoorwaarden.
  - ii. Lange termijn: Trekker fabrikant moet een H2-trekker ontwikkeltraject ingaan.
    - 1. Verkennen of subsidie voor het ontwikkelen een H2-trekker bijdraagt aan het versnellen van deze ontwikkeling.
  - c. Probleemeigenaar + Proces
    - i. LTO: Ondernemers betrekken voor H2-handel
      - 1. LTO kan bij ondernemers nagaan of ze het interessant vinden om waterstof te gaan produceren en verhandelen en interesse hebben in deelname in een CoP.
    - ii. Provincie Flevoland - / andere provincies / Overheid (wetgeving elektrolyser en windenergie op boerenbedrijf)
      - 1. Voor het produceren van waterstof zal het nodig zijn dat de vergunningsaanvragen soepeler verlopen. Daarnaast helpt (kleinschalige) windenergie erg veel om een positieve businesscase te krijgen voor elektrolyse op een boeren erf.
    - iii. PPS Landbouw en Energie: H2-handel opzetten
      - 1. Businesscase voor het handelen in waterstof op proeflocatie ACRRES, Lelystad van Wageningen research opzetten.
    - iv. WUR: In gesprek met grote trekker fabrikanten.
  - d. Termijn:
    - i. 1<sup>e</sup> kwartaal 2023

## **2. Wet- regelgeving en beleid onduidelijk, gemeentes handelen verschillend en zijn voorzichtig**

**Achtergrond:** Waterstof staat volop in de belangstelling, ook bij de politiek, als mogelijke duurzame brandstof en opslag voor energie om bijvoorbeeld piekproductie momenten van hernieuwbare energie op te vangen. Echter, vergunningverlening bij waterstoftechnologie zoals bijvoorbeeld voor een kleinschalige elektrolyser is op dit moment nog niet eenvoudig. Verantwoordelijke ambtenaren hebben soms onvoldoende kennis van de verschillende aspecten rond waterstof. Bovendien is het zo dat de gemeente aansprakelijk is als er zaken mis gaan. Dit maakt dat men voorzichtig is, vaak beslissingen worden uitgesteld en de vergunningprocedures daardoor vaak onnodig lang zijn.

- a. Doel: Zorgen voor kortere doorlooptijd van vergunningsprocedures voor waterstofactiviteiten die via de gemeente lopen (b.v. max ca. 3 maanden).
- b. Acties
  - i. Verkennen mogelijkheid kenniscentrum waterstof voor gemeentes
    - 1. Inventariseren wat er al aan gezamenlijke acties / ervaringen met vergunningen op het vlak van H2 loopt en waar de belangrijkste knelpunten liggen.
    - 2. Ontwikkelen van een voorstel voor het oprichten van een kenniscentrum inclusief organisatiemodel
      - a. één loket voor waterstofvergunningen heeft veel voordelen. Als een gemeente dan een aanvraag krijgt voor een vergunning voor een waterstofactiviteit, dan kan de aanvraag naar dit speciale centrum doorgezet worden. Zo hoeft niet elke gemeente alle kennis in huis te hebben en komt er ook meer gelijkheid in procedures tussen gemeentes.
    - 3. Checken of dit een onderdeel kan zijn van het actieplan van RVO
  - ii. Richtlijn omgevingsvergunning op laten stellen
    - 1. Als er een standaard richtlijn is voor vergunningsverlening voor waterstofactiviteiten, dan kan een ambtenaar deze volgen zonder er per se heel veel verstand van te hebben. Het is hierin wel nodig om ook nog maatwerk te kunnen leveren.
- c. Probleemeigenaar
  - i. Kenniscentrum: Overheid opdrachtgever?



1. Misschien is het logischer om hier naar een (nationaal) overkoepelende dienst te kijken. Mogelijk dat een apart team samengesteld kan worden wellicht gekoppeld aan externe experts. PPS kan in gesprek gaan met omgevingsdienst.
  2. PPS landbouw en energie: Verzamelen en bundelen van ervaringen met vergunningstrajecten
- ii. Richtlijn omgevingsvergunning: RVO (voor op laten stellen richtlijn omgevingsvergunning)

### **3. Onzekere richting ontwikkeling landbouw en bijbehorende mechanisatie / energiebron**

**Achtergrond:** Het is onzeker welke richting de toekomst van de landbouw op gaat. Indien we op dezelfde wijze de landbouw blijven bedrijven met grote percelen en bijbehorende mechanisatie dan hebben we een groene brandstof nodig voor momenten dat zwaardere mechanisatie noodzakelijk is (oogst, inschuren etc.). Het zou ook kunnen dat we op veel kleinere schaal landbouw gaan bedrijven (strokenteelt, rijpadensystemen, pixelfarming) waarbij we gebruik maak van geëlektrificeerde geautomatiseerde werktuigen met een veel lager vermogen dan de conventionele trekkers waardoor de behoefte aan groene brandstof afneemt. Doordat het onzeker is of er wel behoefte gaat zijn aan een waterstoftrekker, is het onzeker om daar nu op te ontwikkelen.

- a. Doel
  - i. Korte termijn: meer zekerheid creëren over welke kant het op gaat met groene brandstoffen en fossielvrije mechanisatie.
    1. Verkennen welke rol een H2-trekker in de toekomst van de landbouw kan spelen. Er zijn verschillende toekomstscenario's voor de landbouw denkbaar. Indien in alle mogelijke scenario's een H2 trekker een rol te vervullen heeft dan is het inzetten op een H2-trekker een veilige zet. Indien er scenario's zijn waarin een H2-trekker geen rol speelt, dan is het inzetten op een H2-trekker meer risicovol.
    2. Goede up-to-date informatie over H2, elektrisch, groen gas mechanisatie
  - ii. Lange termijn: meer zekerheid over beleid en regelingen rond fossielvrije mechanisatie
- b. Acties
  - i. Coalitievorming, community of practice samenstellen en met hen een gezamenlijke visie op de landbouwontwikkeling naar de toekomst bepalen.
    1. Met een coalitie van stakeholders werken aan een gezamenlijke visie op de toekomst van de landbouw. Emissie loze landbouw staat hierin centraal .
    2. Vanuit dat eindbeeld vaststellen wat de rol van de mechanisatie en groene brandstof is.
    3. In beeld brengen wat er nodig is om dat te bereiken (technisch, economisch, sociale aspecten).
  - ii. Meer informatie over energiealternatieven, kantelpunten diesel, elektra en H2
    1. Duidelijke overzichten met afwegingskader / omslagpunt ontwikkelen voor H2, elektrisch, groen gas etc.
    2. Goede informatieverspreiding
  - iii. Beleid en bijbehorende ondersteunende regelingen ontwikkelen en minimaal 20 jaar consistent houden
    1. Noot: Er kan gekozen worden om ondersteuning te geven aan de boer die fossielvrije mechanisatie aanschaf en/of aan de leverancier. Subsidie is ook mogelijk om aan een trekkerfabrikant te geven. De boer kan dan een trekker voor een normale prijs krijgen en de fabrikant wordt gecompenseerd voor de hogere kosten bij ontwikkeling.
- c. Probleemeigenaar
  - i. LTO (Oprichten van een community of practice)
  - ii. WUR (informatie)
  - iii. RVO, opzetten regelingen, duidelijkheid over lengte commitment overheid
- d. Termijn:
  - i. Coalitievorming, direct

- ii. Informatie verspreiding, direct
- iii. Beleid, direct

#### **4. Kennisinstellingen zijn zelf niet zo aanwezig met ontwikkelingen rond H2 tractie**

**Achtergrond :** Kennisinstellingen zijn dé plekken waar nieuwe technologieën aanwezig zouden moeten zijn, zodat de markt op die locaties kan kijken en ervaren hoe die nieuwe technologieën werken. Er is een behoefte aan demonstratielocaties waar fossielvrije mechanisatie ontwikkelingen gedemonstreerd kunnen worden. Op de demonstratielocaties kunnen ondernemers demonstreren en informeren zodat ze op basis van praktijkervaringen hun afwegingen kunnen maken om eventueel in te stappen op nieuwe technologieën.

- a. Doel
  - i. Korte termijn: op de proeflocaties van kennisinstellingen H2-trekkers demonstreren en in praktijksystemen uit testen.
  - ii. Lange termijn: Ondernemers laten ervaren hoe een waterstoftrekker in de praktijk werkt zodat zij een weloverwogen keuze kunnen maken voor een waterstoftrekker.
- b. Acties
  - i. Opdrachten voor kennis instellingen moeten wel komen, op het gebied van energie, waarbij ondernemers baat hebben bij uitkomsten (praktijkgericht)
    - 1. LNV en RVO met elkaar in contact brengen om een dergelijk traject onder te brengen in subsidiestromen.
    - 2. WUR, LNV en RVO met elkaar in gesprek over de mogelijkheden om op proeflocaties van kennisinstellingen demonstratie activiteiten te organiseren en financieren.
  - ii. Langere termijn: Kennisdisseminatiedagen organiseren op het gebied van waterstoftrekkers en benodigde H2-infrastructuur .
- c. Probleemeigenaar
  - i. RVO (maakt actieplan met andere partijen). In dit actieplan zou concreet moeten staan hoe kennisinstellingen als demonstratie locaties kunnen fungeren voor H2 tractie. RVO kan verkennen hoe dit te financieren
- d. Termijn:
  - i. Actieplan wordt medio 2023 opgeleverd.
  - ii. Middel lange termijn: Demonstratie projecten bij kennisinstellingen.
  - iii. Lange termijn: kennis disseminatie dagen betreffende H2trekkers bij kennisinstellingen.

#### **Samenvatting van acties per verantwoordelijke**

- **LTO** neemt het initiatief voor de oprichting van een community of practice met meerdere agrarisch ondernemers. Binnen deze community komen de volgende onderdelen aan bod:
  - o Gezamenlijke visie vormgeven over de rol van een H2-trekker in de toekomst van de landbouw;
  - o Meerdere succesvolle pilots opzetten waarbij H2-productie en -afname op het boerenbedrijf op elkaar zijn afgestemd.
- **RVO** maakt een actieplan. In dit actieplan en bij het opzetten ervan komen ten minste de volgende punten naar voren:
  - o Contact tussen RVO, LNV en WUR en/of andere kennisinstellingen;
  - o Concretiseren hoe kennisinstellingen als demonstratie locaties voor H2 tractie kunnen fungeren;
  - o Verkennen van mogelijkheden voor één centraal vergunningsorgaan dat waterstof gerelateerde vergunningsaanvragen behandelt of een kenniscentrum waar gemeenten zich op kunnen beroepen;
  - o Subsidiemogelijkheden (eventueel voor fabrikanten zodat die waterstoftrekkers goedkoper in de markt kunnen zetten).
- **PPS Landbouw en Energie**
  - o Verzamelt informatie over:

- alternatieven voor diesel, zoals waterstof, en bij welke dieselprijzen de alternatieven brandstoffen interessant worden;
- welke beweegredenen grote trekkerfabrikanten hebben tot het ontwikkelen van waterstofftrekkers;
- ervaringen met vergunningstrajecten van verschillende partijen en bundelt deze;
- verkennen van de businesscase voor het produceren en verhandelen van waterstof bij WUR-OT in Lelystad.

## 3.2 Knelpunten Elektrische tractie:

Wat betreft de elektrische tractie voor een lichtere trekker zijn de volgende knelpunten en bijhorende acties geprioriteerd:

1. *Financiering/terugverdientijd*
2. *Laden duurt lang*
3. *Gebrek aan EU beleid*
4. *Kleine bedrijven moeten het doen, grote duiken weg*

In de workshop zijn de hoofdlijnen besproken, hieronder zijn deze acties verder uitgewerkt.

### 1. *Financiering/terugverdientijd*

**Achtergrond:** De kosten van elektrische tractie bestaan uit twee componenten: (1) de investeringskosten voor een accu en elektrische aandrijving en (2) de variabele kosten voor elektriciteit. De investeringskosten zijn momenteel nog erg hoog omdat nog slechts kleine volumes worden geproduceerd. Op termijn, bij massaproductie, kunnen die kosten aanmerkelijk dalen. De elektriciteitskosten hangen sterk af van of de ondernemer over (goedkope) eigen elektriciteit kan beschikken (via PV-installatie of windmolen) of dat die relatief duur moet worden ingekocht. Op termijn kan het perspectief zijn dat de combinatie van elektrische tractie met zelf elektriciteit opwekken voor de ondernemer het meeste perspectief biedt.

#### a. Doel

Fase 1 - Korte termijn (3-5 jaar): Leren en experimenteren: Een beperkt aantal boeren ervaring op laten doen met diverse vormen van elektrische tractie. Vooral boeren met eigen elektriciteitsopwekking lijken daarvoor het meest geschikt. Daarmee doorgaan tot duidelijk is hoe onder bepaalde omstandigheden bepaalde vormen van elektrische tractie in de praktijk realistisch lijken onder aanname van toekomstige kostenvoordelen bij bepaalde productievolumes.

Fase 2 - Middellange termijn (3-10 jaar): Bevordering marktontwikkeling: Een scala aan maatregelen ontwikkelen om de initiële markthobbel te overwinnen (regulering, incentives, bepaalde vormen van subsidie, belastingvoordelen, etc.)

#### b. Acties

##### i. Fase 1: Subsidieregeling/belastingvoordeel (op machineniveau)

1. Met stakeholders en overheidsvertegenwoordigers analyseren welke regelingen nodig/nuttig zijn om bepaalde omvang te kunnen bevorderen. Subsidie is mogelijk aan de boer en/of aan de leverancier.
2. Commitment realiseren van overheid en marktpartijen om te investeren.
3. Verschillende boeren laten experimenteren met elektrische trekkers op hun eigen bedrijf in nauwe interactie met mechanisatiebedrijven, leidend tot verdere technische ontwikkeling en beter zicht op mogelijke kostenreductie op termijn (bij grootschalige toepassing).

##### ii. Fase 2: Tijdens fase 1 alvast nagaan welke maatregelen marktonwikkeling zouden kunnen bevorderen

1. Hier af en toe over discussiëren en interacteren met partijen die bepaalde maatregelen kunnen nemen (waaronder overheden, mechanisatiebedrijven). Dat zou kunnen worden gedaan in het kader van de hieronder genoemde 'Community of Practice' (in de sectie 'Laden duurt lang').

- c. Probleemeigenaar
  - i. LTO
  - ii. Overheid/RVO
  - iii. Mechanisatiebedrijven (Fedecom)
- d. Termijn:
  - i. Fase 1 start nu
  - ii. Fase 2 start langzaam, parallel met ontwikkeling van ervaring in Fase 1. Over 3-5 jaar volop gaande.

## 2. *Laden duurt lang*

**Achtergrond:** Laden van accu's duurt lang in vergelijking tot het tanken van diesel wat bezwaarlijk is tijdens het werk. Er zijn diverse strategieën denkbaar om daar mee om te gaan, waaronder:

- Zorgen voor voldoende capaciteit tot er een volgende mogelijkheid voor een 'laadpauze' is (maaltijdpauzes, nacht). Een korte maaltijdpauze moet dan voldoende nieuwe capaciteit voor een volgende gebruiksperiode opleveren.
- Mogelijkheid van snelladen (wellicht in combinatie met laden tijdens maaltijdpauze hiervoor). Op een boerenbedrijf wordt meer met grote elektrische vermogens gewerkt waar snelladen bij aan kan sluiten.
- Verwisselbare accupakketten. Door de kosten van accu's is dit een relatief dure route maar deze optie wordt interessanter naarmate accupakketten voor meerdere doelen op het bedrijf kunnen worden ingezet. Bij modulaire opbouw kan het aantal pakketten worden aangepast aan het vereiste vermogen of de werkingsduur. Omdat het om zware accu's gaat zijn hiervoor wel hefvoorzieningen nodig waarbij wellicht gebruik kan worden gemaakt van bestaande voorzieningen op het bedrijf.

### a. Doel

Fase 1 - Korte termijn (3-5 jaar): Leren en experimenteren: Verschillende boeren ervaring op laten doen met de verschillende laadstrategieën voor verschillende typen machines voor verschillende typen werkzaamheden. Ervaringen uitwisselen in een 'Community of Practice' (CoP; met deelname van boeren en mechanisatiebedrijven). Moet leiden tot algemene inzichten over wat het best werkt voor bepaalde typen machines, werkzaamheden en omstandigheden in combinatie met de daarmee verbonden kosten onder aanname van toepassing op grotere schaal.

Fase 2 - Middellange termijn (3-10 jaar): Bevordering marktontwikkeling: Een scala aan maatregelen ontwikkelen om de initiële markthobbel te overwinnen (regulering, incentives, bepaalde vormen van subsidie, belastingvoordelen, etc.)

### b. Acties

- i. 'Beloften' identificeren: wat lijken kansrijke combinaties van machine, toepassing en laadstrategie
- ii. Toepassing om te leren wat goed werkt in welk type situatie
- iii. Verkennen mogelijkheden voor modulair, gestandaardiseerd systeem (kans: powerpack)
- iv. Standaardisatie

### c. Probleemeigenaar

- i. Accu/systeem leverancier/RVO
- ii. Mechanisatiebedrijven (Fedecom & Cema)
- iii. AEF (agro elektronica)

### d. Termijn:

- i. Fase 1 start nu
- ii. Fase 2 start langzaam, parallel met ontwikkeling van ervaring in Fase 1. Over 3-5 jaar volop gaande.

## 3. *Gebrek aan EU beleid*

---

**Achtergrond:** Door het verkokerde EU beleid is er nauwelijks aandacht voor het bevorderen van elektrische landbouwvoertuigen. Er is beleid gericht op het bevorderen van elektrisch vervoer en op duurzame landbouw in brede zin maar niet op de mogelijke combinatie daarvan. Mede daardoor is er ook weinig belangstelling bij grote fabrikanten van landbouwmechanisatie voor dit onderwerp. Er is gerichte actie nodig om te bevorderen dat de EU de verkenning van deze optie stimuleert en, waar dat nuttig lijkt, bevordert.

a. Doel

Het doordringen van de Europese Commissie en leden van het Europees Parlement dat elektrische tractie in de landbouw een bijdrage kan leveren aan verduurzaming en dat verkenning en bevordering daarvan door de EU met alle mogelijke middelen moet worden gestimuleerd. Dat draagt tevens bij aan het doel om grote fabrikanten machines met elektrische tractie te laten ontwikkelen.

b. Acties

i. Lobbywerk

1. Rechtstreeks EU: gebruik maken van bestaande Europese netwerken en evenementen om dit bij commissieleden en EP leden te bepleiten.  
Informatievoorziening op basis van te verwachten voordelen en, wanneer die voorhanden zijn, concrete praktijkervaringen. Trachten zo concreet mogelijke voorstellen voor ondersteuning te formuleren.
2. Indirect via NL: idem voor Nederlandse netwerken en evenementen

c. Probleemeigenaar

- i. LTO
- ii. PPS

d. Termijn:

- i. Nu, doorlopend

#### 4. *Kleine bedrijven moeten het doen, grote duiken weg*

**Achtergrond:** Grote bedrijven hebben voorsnog geen hoge verwachtingen van elektrische tractie in de landbouw en de meeste fabrikanten investeren voorsnog nauwelijks in de ontwikkeling daarvan. Zoals vaker in de innovatiegeschiedenis duiken sommige kleine ontwikkelaars in het gat dat de grote achterlaten (zoals dat ook gebeurde bij de ontwikkeling van elektrische auto's in de jaren 1990). Die kleine hebben echter een zeer geringe financiële slagkracht waardoor de ontwikkeling met vallen en opstaan heel traag verloopt met heel kleine series voertuigen om ervaringen mee op te doen. Voor een deel is dit onontkoombaar maar hoe eerder grote bedrijven overtuigd kunnen worden van een toekomstig perspectief, des te sneller de ontwikkeling gaat.

a. Doel

Fase 1 - Korte termijn (3-5 jaar): Leren en experimenteren: Bevorderen dat er zoveel mogelijk verschillende machines beschikbaar komen waar ervaring mee kan worden opgedaan. Ook al worden die in kleine series door relatief kleine bedrijven gemaakt, die helpen wel om duidelijk te krijgen welke ontwikkelrichtingen veelbelovend zijn en wellicht ook de interesse van grote ontwikkelaars kunnen trekken.

Fase 2 - Middellange termijn (3-10 jaar): Interesse wekken van grote bedrijven. Op basis van ervaringen in de eerste fase zo concreet mogelijk aangeven welk type toepassingen veelbelovend lijkt zodat grote bedrijven op termijn concrete afzetmarkten voor zich zien. Als dat begint te dagen zal de concurrentie tussen de grote bedrijven tot een versnelling van de ontwikkeling kunnen leiden. Dat kan verder worden bevorderd door een consistent stimuleringsbeleid van de EU (zie het betreffende punt hiervoor).

b. Acties

- i. Experimenteerruimte-klimaat verbeteren: Door verschillende vormen van (overheids)steun bevorderen dat zoveel mogelijk ervaring kan worden opgedaan met elektrische tractie in de praktijk op kleine schaal.
- ii. Betere vraagarticulatie: wat hebben boeren nodig: op basis van het eerste punt zo concreet mogelijk aangeven welke ontwikkelrichtingen veelbelovend lijken. De hiervoor genoemde 'Community of Practice' is hiervoor de belangrijkste bron.



- iii. Grote bedrijven 'omturnen': Op basis van het voorgaande punt in dialoog met de grote bedrijven treden en zo concreet mogelijk laten zien welke grote kansen er liggen (bijv. m.b.v. diverse toekomstverkenningen; zie de inleidende sectie hiervoor)
- c. Probleemeigenaar
  - i. PPS
  - ii. Mechanisatiebedrijven (In eerste instantie de kleine maar later ook de grotere)
- d. Termijn:
  - i. Nu, doorlopend

**Samenvatting van acties per verantwoordelijke:**

- **LTO**
  - o Lobbywerk richting Europese Commissie en leden van het Europe Parlement dat elektrische tractie in de landbouw een bijdrage kan leveren aan verduurzaming en dat verkenning en bevordering daarvan door de EU met alle mogelijke middelen moet worden gestimuleerd.
    - Samen met WUR: maken van factsheets voor EU leden met te verwachten voordelen en, wanneer die voorhanden zijn, concrete praktijkervaringen
  - o Opzetten Community of Practice rond elektrische tractie (kans samen eventueel met CoP rond waterstof, zie onderdeel H2-tractie).
  - o Verkennen wensen ondernemers voor subsidieregelingen elektrische tractie als input voor nieuwe regelgeving (RVO), koppelen met subsidie deel H2-tractie.
- **RVO**
  - o Subsidieregeling ontwikkelen (eventueel voor fabrikanten zodat die elektrische trekkers goedkoper in de markt kunnen zetten), zie ook subsidieregeling H2 tractie;
  - o Subsidiemogelijkheden (eventueel voor fabrikanten zodat die elektrische trekkers goedkoper in de markt kunnen zetten).
- **PPS Landbouw en Energie**
  - o Verzamelt informatie
    - Maken van factsheets samen met LTO voor lobby EU leden met te verwachten voordelen en, wanneer die voorhanden zijn, concrete praktijkervaringen;
    - Demonstratie van elektrische tractie op proeflocaties organiseren, afstemmen met RVO over financiering en opzet.

Uitvoering van bovenstaande acties is afhankelijk van ontwikkelingen in de markt, inzet en betrokkenheid van verschillende actoren in het veld en van financiën voor het opzetten van experiment en demonstratie.

Vanuit de PPS energie en landbouw kunnen gedurende 2023 nog zaken in gang gezet worden en bepaalde zaken onderzocht worden.

In een overleg met LTO , RVO en de PPS Energie en landbouw zal gekeken worden welke zaken als eerste opgepakt dienen te worden.

---

# Bijlage 1. De interview vragen en de lijst met geïnterviewden

## *Interviewvragen:*

Interview stakeholders PPS L&E

Thema is: fossielvrije mechanisatie in de landbouw

### Oriëntatie verschillende innovatie paden.

1. Denk je dat fossielvrije mechanisatie in de landbouw mogelijk is?
2. Hoe ziet die fossielvrije mechanisatie er uit?
3. Hoe ziet die landbouw er uit als er geen fossiele brandstoffen meer worden gebruikt?
4. Hoe ziet het pad naar dat toekomstbeeld er globaal uit (welke grote mijlpalen zijn nodig)?
5. Denk je dat er meerdere paden tegelijkertijd worden bewandeld?
6. Denk je dat die paden complementair zijn of met elkaar concurreren?

### Oriëntatie kansen en belemmeringen per pad

1. Welke belemmeringen zijn er die de ontwikkelingen tegenhouden?
2. Welke kansen zijn er die de ontwikkelingen kunnen bevorderen?
3. Wat is er nodig om die stappen te kunnen zetten, wat moet er gebeuren ter ondersteuning en stimulans?
4. Wat is nu de eerste stap die gezet moet worden en door wie moet die worden gezet?

## *Lijst met geïnterviewden*

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| ABEMEC                           | Menko Oosterhuis       |
| Reedyk                           | Peter Leerink          |
| H2Trac                           | Paul van Ham           |
| Agxeed                           | Lars Smitz             |
| Toyota                           | Willem Stehouwer       |
| Reesink agri                     | Gert Jan Hegeman       |
| Groenenoord/John Deere           | Guus van Daele         |
| LNV                              | Frans Lips             |
| LTO                              | Wouter Veeffkind       |
| Linde                            | Bas Arpink             |
| Andela                           | Paul Andela            |
| Stadsboerderij Almere            | Tom Staat              |
| Veehouderij                      | Jan Pieter van Tilburg |
| Akkerbouwer                      | Jan Reinier de Jong    |
| Kubota (innovationcentre europe) | Peter van der Vlugt    |

## Bijlage 2a. Matrix knelpunten en kansen rond de H2Trekker.

Deze matrix is ingevuld op basis van interviews met stakeholders en aangevuld (oranje punten) en verbeterd in de workshop van 14 juli 2022. Daarnaast zijn de diverse knelpunten (rood) en kansen (groen) geprioriteerd (hoe meer bolletjes, hoe belangrijker)

| Financieel  | Techniek   | Wet- en regelgeving   | Landbouwsysteem  | Macro ontwikkelingen   | Kennis-<br>infrastructuur  | Markt<br>ontwikkelingen   |
|---|--|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stijgende energieprijzen</li> <li>- Dure toepassing</li> <li>- <b>Subsidies</b></li> <li>- <b>CO2 beprijzing</b></li> <li>- <b>Onzekere richting</b>●●●●●</li> <li>- Voor een trekker &gt;500 pk die werkt twee weken in het jaar. Dan is het een grote investering</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigen brandstof opwekken met PV panelen en elektrolyser●</li> <li>- Waterstof kan toereikend zijn (weinig gewicht) <b>(T.o.v. elektrisch)</b> ●●●●●</li> <li>- In waterstof trekker mag rendement omhoog</li> <li>- Rendement elektrolyser mag omhoog</li> <li>- Netcongestie vanuit PV, dus op zoek naar mogelijkheden -&gt; elektrolyse●●</li> <li>- Kort tanken <b>(T.o.v. elektrisch)</b> ●●</li> <li>- Zowel fuel cell als verbrandingsmotor is mogelijk.</li> <li>- Mierenzuur</li> <li>- Infrastructuur van H2 (hoe krijg je H2 op het bedrijf)</li> <li>- <b>Mourik heeft H2 kraan met veel vermogen, aangedreven met brandstofcel</b></li> <li>- <b>New Holland bi-fuel gebruikt 100% diesel als die (te) veel vermogen vraagt●●</b></li> <li>- <b>Brandstofcel neemt veel ruimte in beslag</b></li> <li>- <b>H2 opslag in trekker neemt veel ruimte in</b></li> <li>- <b>H2trekker zwaarder t.o.v. diesel, en ook langer tanken (tenzij er met koeling getankt kan worden)</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subsidies</li> <li>- CO2 beprijzen●</li> <li>- Heffingen op diesel en met die inkomsten subsidies opzetten</li> <li>- Energie wet: Maakt makkelijker om lokale energie hubs te initiëren</li> <li>- Ongezonderheid van diesel trekkers</li> <li>- Vanuit markt zou een beloning moeten zijn als je CO2 neutraal bedrijfsvoering is (kan belasting voordeel zijn)</li> <li>- Subsidies op fossiele brandstoffen</li> <li>- <b>Voor H2trekker zelf is geen vergunning nodig</b></li> <li>- <b>Vorm van subsidies (gebrek aan continuïteit)</b></li> <li>- <b>Subsidies zijn prijsopdrijvend●●</b></li> <li>- <b>Brug tussen overheid en bedrijfsleven ontbreekt</b></li> <li>- <b>Vergunningaanvraag voor H2 productie en tankfaciliteit (omgevingsdiensten verschillen van mening)</b></li> <li>- *waterstof is 'milieubelastend'</li> <li>- *Van inrichting type B naar type C door H2 ●●●●</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Machine die constant hetzelfde werk doet</li> <li>- <b>Werkende H2trekker past goed in huidige systeem●●●</b></li> <li>- <b>Boeren willen zelfvoorzienend zijn●●●●</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tunnelvisie en doel voorbij streven●●●●</li> <li>- In NL is wel veel vraag, maar in EU niet</li> <li>- Gebrek aan overheidsbeleid (fossielvrij heeft wel prioriteit, maar niet als we naar de landbouw kijken) ●●●</li> <li>- Publieke opinie●</li> <li>- De gevestigde orde/grote bedrijven heeft minder belang bij nieuwe ontwikkelingen</li> <li>- Europese energiepolitiek is nodig -&gt; Zuid Europa meer zon</li> <li>- Warmtetransitie, gebouwde omgeving over naar H2?</li> <li>- Gedrag van de mens</li> <li>- Ontevreden mensen die in actie komen</li> <li>- <b>Afhankelijk van multinationale trekker fabrikanten●●●</b></li> <li>- <b>Dieselprijs bepaalt de businesscase</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennis instellingen zijn zelf niet zo aanwezig met ontwikkelingen●●●</li> <li>- Als gemeente heb je een groot waterstofprogramma, maar als je dan een vergunning wilt hebben dan schrikt de overheid snel terug. ●●●</li> <li>- <b>Er is veel kennis in NL</b></li> <li>- <b>Bang om kennis te delen</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ondernemers kunnen vraag creëren naar fossielvrije machines●●</li> <li>- Tenders met fossielvrije werkzaamheden</li> <li>- Techniek is kostprijs (van gewassen) verhogend</li> <li>- Grote bedrijven werken de ontwikkelingen niet met opzet tegen, maar laten kleine bedrijven innovaties doen en kopen die dan op</li> <li>- Eerst ontwikkelingen in de bouw en in weg onderhoud, want daar speelt CO2 meer ●●●●</li> <li>- Loonbedrijven worden hierbij de drijvende kracht. ●●</li> <li>- Diversificatie van inkomstenbronnen middels energiediensten ●●●</li> </ul> |

## Bijlage 2b. Matrix knelpunten en kansen rond elektrische tractie.

Deze matrix is ingevuld op basis van interviews met stakeholders en aangevuld en verbeterd in de workshop van 14 juli 2022. Daarnaast zijn de diverse knelpunten (rood) en kansen (groen) geprioriteerd (hoe meer bolletjes, hoe belangrijker)

| Financieel  | Techniek  | Wet- en regelgeving   | Landbouwsysteem   | Macro ontwikkelingen  | Kennis-<br>infrastructuur  | Markt<br>ontwikkelingen   |
|---|---|---|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stijgende energie<p><b>Dieselprijzen</b></p></li> <li>- Financiën</li> <li>- Dure toepassing</li> <li>- <b>Efficiëntere E gebruik</b></li> <li>- <b>Onafhankelijkheid E markt + E handel ●●</b></li> <li>- <b>Operationele kosten laag</b></li> <li>- <b>Financiering, terugverdientijd ●●●</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewicht van accu●●</li> <li>- Kleine machine moet veel uren maken op een dag dus grote accu nodig●</li> <li>- Flexibel vermogen op de erven</li> <li>- Netcongestie vanuit PV, dus op zoek naar mogelijkheden -&gt; elektrische trekker●●●●●●</li> <li>- 's Nachts laden, overdag rijden</li> <li>- Laden duurt lang●●●</li> <li>- Bij te hoge vermogens heb je te veel accu's nodig, te zwaar, niet efficiënt</li> <li>- Boven 70 pK is het niet goed elektrisch mogelijk</li> <li>- Een trekker moet lange dagen en veel uren kunnen werken</li> <li>- Solid state accu</li> <li>- Intrinsieke waarde van elektromotor is meer dan dieselmotor</li> <li>- <b>Hoge efficiëntie E aandrijflijn</b></li> <li>- <b>Powerpack voor diverse toepassingen</b></li> <li>- <b>Gewicht + Volume accu</b></li> <li>- <b>Laadcapaciteit</b></li> <li>- <b>'Afwentelingen' grondstoffen recycleren●●</b></li> <li>- <b>Brandveiligheid</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subsidies</li> <li>- CO2 beprijzen ●●</li> <li>- Heffingen op diesel en met die inkomsten subsidies opzetten</li> <li>- Het systeem van subsidies MIA/Vamil: financiële voordelen niet altijd evenredig toevoegen aan de lijst kost tijd en geld ●●</li> <li>- Energie wet: Maakt makkelijker om lokale energie hubs te initiëren.</li> <li>- Ongezondheid van diesel trekkers</li> <li>- Regelgeving dat elektrisch alleen is toegestaan (in VS binnen gemeentes)</li> <li>- Vanuit markt zou een beloning moeten zijn als je CO2 neutraal bedrijfsvoering is (kan belasting voordeel zijn).</li> <li>- <b>Subsidies op fossiele brandstoffen. ●</b></li> <li>- <b>Experimenteer ruimte vergroten (regelgeving geografisch) ●</b></li> <li>- <b>Subsidie praktijktesten prototypes●●</b></li> <li>- <b>Introductie regeling (lage volumes verkoop) ●</b></li> <li>- <b>Los vervoer accu's &gt;50 kg verboden</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aardappels en bieten <b>oogsten</b> vragen veel vermogen</li> <li>- Veel vermogen nodig.</li> <li>- Lastig om goede aandrijving/energiebron voor te vinden.</li> <li>- Boeren kunnen conservatief zijn</li> <li>- Goed toe te passen voor lichte werkzaamheden</li> <li>- geschikt voor autonome werktuigen</li> <li>- <b>Beregenen elektrificeren (zoeken naar specifieke toepassingen)</b></li> <li>- <b>Rooier en bunker scheiden (modulair denken). ●</b></li> <li>- <b>Tekort aan arbeidskrachten●</b></li> <li>- <b>Robuustheid/ betrouwbaarheid diesel vs. Elektrisch</b></li> <li>- <b>Toekomstig landbouwsysteem met lichtere machines</b></li> <li>- <b>Weinig elektrische denken</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebrek aan Europees beleid●●●</li> <li>- In NL is wel veel vraag, maar in EU niet</li> <li>- Gebrek aan overheidsbeleid (fossielvrij heeft wel prioriteit, maar niet als we naar de landbouw kijken)</li> <li>- Publieke opinie en maatschappelijk sentiment</li> <li>- De gevestigde orde heeft minder belang bij nieuwe ontwikkelingen. ●</li> <li>- Gedrag van de mens</li> <li>- Ontevreden mensen die in actie komen</li> <li>- <b>Energie zekerheid is sterk hoofdthema geworden. ●●●●●</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Wel kennis over E in andere sectoren (kruisbestuiving stimuleren) ●●</b></li> <li>- <b>Weinig kennis E in agrosectoren.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ondernemers kunnen vraag creëren naar fossielvrije machines●●</li> <li>- Tenders met fossielvrije werkzaamheden</li> <li>- Techniek is kostprijs (van gewassen) verhogend</li> <li>- Grote bedrijven werken de ontwikkelingen niet met opzet tegen, maar laten kleine bedrijven innovaties doen en kopen die dan op●●●</li> <li>- Eerst ontwikkelingen in de bouw en in weg onderhoud, want daar speelt CO2 meer. ●●</li> <li>- Loonbedrijven worden hierbij de drijvende kracht.</li> <li>- Diversificatie van inkomstenbronnen middels energiediensten.</li> <li>- <b>Afhankelijkheid globale markt -&gt; beperkte speelruimte●</b></li> <li>- <b>Koppeling gas en elektraprijs</b></li> </ul> |

## Bijlage 2c. Matrix knelpunten en kansen rond **autonome voertuigen**.

Deze matrix is ingevuld op basis van interviews met stakeholders . dit onderwerp is niet behandeld op de workshop van 14 juli 2022.

| Financieel  | Techniek  | Wet- en regelgeving  | Landbouwsysteem   | Macro ontwikkelingen   | Kennis-<br>infrastructuur   | Markt<br>ontwikkelingen   |
|---|---|--|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stijgende energieprijzen</li> <li>- Financiën</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatief weinig vermogen nodig dus makkelijker te elektrificeren</li> <li>- Autonome machines mogen langer over het werk doen. Daardoor wellicht minder vermogen nodig</li> <li>- Zwermen van meerdere kleinere machines. Daardoor minder vermogen nodig</li> <li>- <b>Beperkte window waarin je iets kunt doen (spuiten b.v.)</b></li> <li>- <b>Zelfcontrole ontbreekt nog (slimme werktuigen)</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rondom regelgeving EU is er steeds meer richting gewasbescherming Middelen</li> <li>- Subsidies op fossiele brandstoffen</li> <li>- <b>Regelgeving in open veld nu niet aanwezig</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aardappels en bieten vragen veel vermogen</li> <li>- Veel vermogen nodig. Lastig om goede aandrijving/energiebron voor te vinden</li> <li>- Kleinschalige geautomatiseerde landbouw</li> <li>- Robotisering is mogelijk bij kleinere schaal</li> <li>- De schaalgrootte is meer afhankelijk van regelgeving. Niet zo zeer van de machines</li> <li>- Zintuigen boer worden vervangen door sensoren</li> <li>- Strokenteelt van 100 tot 200 meter</li> <li>- Boeren kunnen conservatief zijn</li> <li>- Biologische landbouw</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Robotisering kan arbeidsprobleem oplossen</li> <li>- Subsidie in andere landen zoals Frankrijk</li> <li>- Gedrag van de mens</li> <li>- Ontevreden mensen die in actie komen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Terughoudend met nieuwe machines</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ondernemers kunnen vraag creëren naar fossielvrije machines</li> <li>- Tenders met fossielvrije werkzaamheden</li> </ul> |



To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen University & Research

**Open Teelten**

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

**[www.wur.nl/openteelten](http://www.wur.nl/openteelten)**

Publiek rapport WPR-OT 990

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

---