



Datum: 07-06-2022



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat


NewForesight
creating shared opportunities

Roadmap Transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM)

Samenvatting roadmap WDSM

Inleiding

RWS en ProRail werken -in opdracht van IenW en samen met diverse stakeholders- aan een roadmap als onderdeel van de Strategie Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (KCI) en het programma Schoon & Emissieloos Bouwen (SEB).

Doel is te komen tot een sectorbrede routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen, die invulling geeft aan het Klimaatakkoord (CO2), het Schone Lucht Akkoord (fijnstof) en de Aanpak Stikstof (NOx) voor mobiele werktuigen en bouwlogistiek.

De routekaart SEB vormt de basis voor een convenant tussen overheid, opdrachtgevers, opdrachtnemers, toeleveranciers en overige stakeholders. De routekaart SEB is van toepassing op bouwmaterieel in de gehele bouwsector. De Roadmap WDSM vormt tevens input voor de Routekaart KCI.

Het Transitiepad Weg-, Dijk- en Spoormaterieel (WDSM) is gericht op het verminderen van emissies (CO2, stikstof en fijnstof) voortkomend uit het materieelgebruik van aannemers. Dit betreft zowel projectmatige werkzaamheden als onderhoudswerkzaamheden ten behoeve van weg, dijk en spoor. Het betreft de emissies van het materieel op de bouwplaats (bouwmaterieel) en de emissies ten gevolge van de logistiek van en naar de bouwplaats (bouwlogistiek).

Maatregelen

De roadmap bepaalt de stip op de horizon ('zero-emissie bouwplaats') en de benodigde ontwikkelingen richting 2030.

Om de doelen op het gebied van CO2, NOx en fijnstof (PM) in 2030 te bereiken zetten we in op een combinatie van:

- (1) Transitie naar Zero-emissie (m.n. batterij-elektrisch en/of evt. vaste netaansluitingen).
- (2) De eerste jaren stimuleren van schonere diesels (stage IV/V) en het uitfasen van de meest vervuilende diesels.
- (3) Procesmaatregelen, gericht op minder en efficiënter gebruik van energie.

Alternatieve brandstoffen:

- Biobrandstoffen leiden niet of nauwelijks tot extra emissiereductie, daarom stimuleren we die niet.
- Waterstof kan (op termijn) zinvolle oplossing zijn, m.n. als een netaansluiting of accu geen optie is.

Opdrachtgevers stellen een inkoopstrategie op, gericht op stimuleren schonere diesels en ZE (m.b.v. gunningscriteria, contracteisen en koploperprojecten).

Ingroeipaden en randvoorwaarden

Ingroeipaden: er is een ambitieus ingroeipad voor koplopers in de markt en een basisscenario voor het peloton:

- Licht materieel (<56kW): overgang naar ZE al rond 2030 mogelijk. Schone diesels als tussenstap.
- Zwaarder materieel (56-560kW): veel winst t.a.v. NOx en PM door uitfasen van ouder materieel (ouder dan stage IIIb) en overgang naar stage IV/V. Voor CO2-reductie is de overstap naar ZE noodzakelijk, maar kost meer tijd.
- Zeer zwaar (>560kW) en specialistisch materieel: complex en hoge investeringen. Maatwerk gericht op toepassing roetfilters en katalysatoren, experimenteren met ZE en alternatieve brandstoffen.

Risico's en randvoorwaarden:

- Voldoende laadinfrastructuur en (groene) stroom.
- Technische ontwikkeling en voldoende productiecapaciteit van Zero-emissiematerieel.
- Veiligheid van zero-emissie materieel en de bijbehorende laadinfrastructuur.
- Monitoring, toezicht & handhaving.
- Investeringsbereidheid en voldoende financiering (budgetten, subsidies).

De roadmap schetst de route voor de sector naar emissieloze bouwplaatsen

Aanleiding, doel & proces



Aanleiding

- Om de Nederlandse doelstelling op het gebied van klimaat, natuur en schone lucht te halen, werkt het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) samen met Rijkswaterstaat (RWS), ProRail, medeoverheden, bedrijven en kennisinstellingen aan de uitvoering van het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) en het programma Klimaatneutrale en Circulaire Infraprojecten (KCI).
- Vanuit de 'Rijksstrategie naar Klimaatneutrale en Circulaire Infraprojecten' (KCI) is ambitie om in 2030 volledig klimaatneutraal en circulair te werken in de Grond-, Weg- en Waterbouwwerken (GWW).
- Vanuit het programma Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) zijn er ook doelen geformuleerd op het gebied van natuur (stikstof), klimaat (CO₂) en schone lucht (fijnstof en stikstof) gekoppeld aan verduurzaming van mobiele werktuigen en bouwlogistiek.
- Voor het uitwerken van de programma's SEB en KCI zijn vijf transitiepaden gedefinieerd; deze roadmap geeft invulling aan het transitiepad **Weg-, Dijk-, en Spoormaterieel (WDSM)**.



Doel

- Deze sector roadmap bepaalt de stip op de horizon ('zero-emissie bouwplaats') en de benodigde ontwikkelingen richting 2030, inclusief maatregelen en acties om deze visie te bewerkstelligen.
- Voor overheidspartijen (opdrachtgevers) geeft de roadmap inzicht in de maatregelen die nodig zijn om de ambitie te realiseren en welke acties er nodig zijn van hen om deze maatregelen te stimuleren. Voor marktpartijen (opdrachtnemers) geeft de roadmap de richting en het tempo aan van de transitie.
- Vanuit het programma SEB vormt de roadmap de basis voor een convenant tussen overheid, opdrachtgevers, opdrachtnemers, toeleveranciers en overige stakeholders voor verduurzaming van bouwmaterieel in de hele bouwsector.

Analytisch raamwerk & ondersteuning

Het TransMissie® model is als analytisch raamwerk gebruikt voor het ontwikkelen van de roadmap (zie volgende pagina). Hierin is het transitiepad team ondersteund door NewForesight Consultancy via trainingen, workshops en coaching gesprekken. Op basis van de input van het transitiepad team is door NewForesight vervolgens dit document opgesteld.



Proces

- Het Ministerie van IenW, RWS en ProRail hebben het voortouw genomen in het opstellen van de roadmap.
- Via onderzoek, interviews, workshops, geschreven input en inhoudelijke kennis heeft het transitiepad team van RWS en ProRail invulling gegeven aan de inhoud van de roadmap. Hiervoor is input opgehaald bij verschillende betrokkenen, o.a. opdrachtnemers, product leveranciers, provincies, kennisinstellingen, ingenieursbureaus, en platform organisaties.
- **De roadmap is nog in ontwikkeling** - de volgende stap is om de roadmap te toetsen met mede overheden en marktpartijen, en zodoende verder uit te werken en aan te scherpen.

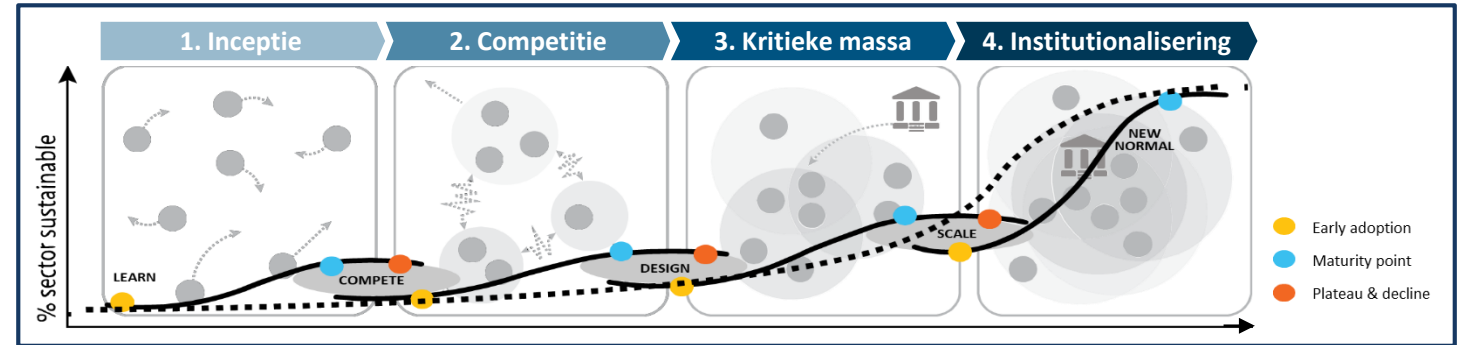
Het TransMissie[©] model – een nieuw, geïntegreerd raamwerk welke gebruikt kan worden om transitie strategieën te ontwikkelen en te analyseren op basis van de fasen van Duurzame Markttransformatie en de sleutelprocessen van Missiegedreven Innovatie Systemen

Analytisch raamwerk: TransMissie[©]

- Als analytisch raamwerk voor het ontwikkelen van de roadmap is gebruik gemaakt van TransMissie[©] - een unieke combinatie van de fasen en interventies van stakeholders van Duurzame Markttransformatie¹ theorie van NewForesight en Nyenrode Business Universiteit en de zeven sleutelprocessen van Missiegedreven Innovatie Systemen² (MIS) theorie van het Copernicus Instituut (zij bijlage I-III).
- Om te komen tot een transitie strategie voor deze roadmap zijn een aantal stappen doorlopen:
 - In kaart brengen van de verduurzamingsopgave:** Bepalen van de scope, huidige milieu impact, visie voor de toekomst, en concrete ambitie om de visie te bereiken.
 - Analyseren van de waardeketens en marktdynamiek:** Begrijpen wat de kenmerken en (onduurzame) dynamiek zijn in de markt en bepalen wat er nodig is om dit te veranderen.
 - Identificeren van maatregelen en plaatsen in transitie fasen:** Vaststellen van maatregelen (technische of management oplossingen) en bepalen in welke transitie fase deze zich bevinden.
 - Opstellen van een transitie strategie:** Bepalen welke acties er moeten worden geïmplementeerd, en welke stakeholders daar een rol in kunnen spelen, om de sleutelprocessen goed te laten functioneren en maatregelen naar de volgende fase van transitie te brengen.

Bronnen: 1. Simons, Lucas en Nijhof, André. (2020). "Changing the Game: Sustainable Market Transformation Strategies."; 2. Elzinga et al. (2020) "Het Missie-gedreven Innovatiesysteem: Uitbreiding 'Technologisch Innovatie Systeem'-raamwerk ter monitoring van de Circulaire Economie." *Working Paper*. TransMissie[©] is een concept ontwikkeld in partnership van NewForesight, Nyenrode en Copernicus instituut.

Transformatie fasen



Hoe werkt het TransMissie raamwerk?

- Duurzame oplossingen gaan door 4 fasen heen – elke fase heeft zijn eigen karakteristieken en elke fase vraagt om andere interventies van verschillende stakeholders.
- In elke fase zijn er 7 sleutelprocessen die goed moeten functioneren wil een systeem kunnen verduurzamen.
- De invulling van de sleutelprocessen verandert door de fasen heen.
- Voor een succesvolle markttransformatie gaat het erom welke stakeholders wat voor interventies, in welke fasen moeten doen om de sleutelprocessen te verbeteren, het opkomende systeem te versnellen en het oude systeem onder druk te zetten.

Transformatie sleutelprocessen



Inhoudsopgave

1	Context van transitiepad	<u>Scope van het transitiepad</u>	• Wat wordt er verstaan onder weg-, dijk- en spoormaterieel en om hoeveel materieel gaat het in NL?
		<u>Huidige milieu impact</u>	• Wat is de duurzaamheidsopgave, milieu impact en waar in de keten is de impact het grootst?
		<u>Visie, ambitie & doelen, en aansluiting initiatieven & beleid</u>	• Wat is de visie voor verduurzaming, wat zijn de concrete ambities en doelen, vanuit de Rijksoverheid, en hoe sluiten deze aan bij andere initiatieven en beleid?
2	Waardeketen & marktdynamiek	<u>Waardeketen structuur & markt kenmerken</u>	• Hoe ziet de waardeketen eruit (spelers, handelingen, producten, en alternatieven) en wat kenmerkt de markt?
		<u>Marktdynamiek & implicaties voor de markttransformatie strategie</u>	• Welke marktdynamiek speelt er en welke strategie is nodig om de dynamiek te veranderen en markt te transformeren?
3	Maatregelen & fasen	<u>Maatregelen</u>	• Welke maatregelen kunnen worden ingezet om weg-, dijk- en spoormaterieel te verduurzamen?
		<u>Fase van markttransformatie</u>	• In welke fase van markttransformatie zitten de maatregelen?
4	Verwachte impact	<u>Verwachte impact maatregelen</u>	• Wat is de verwachte reductie in emissies en primair grondstoffengebruik (reductiepad)?
5	Actieagenda	<u>Actieagenda</u>	• Welke acties moeten er plaatsvinden om de markttransformatie sleutelprocessen goed te laten functioneren en de maatregelen naar de volgende fasen van markttransformatie te brengen? • Wie kan er bij deze acties worden betrokken?
		<u>Succesfactoren, risico's, en monitoring & mitigatie acties</u>	• Wat zijn de factoren voor een succesvolle implementatie van deze roadmap en de transitie naar duurzaam weg-, dijk- en spoormaterieel? • Wat zijn de risico's en hoe kunnen deze worden gemonitord en gemitigeerd?



**1. Context van
transitiepad**

**2. Waardeketen &
marktdynamiek**

**3. Maatregelen &
fasen**

**4. Verwachte
impact**

5. Actieagenda

Het transitiepad WDSM is gericht op het verminderen van de emissies voortkomend uit het materieelgebruik van aannemers

Scope van transitiepad

Binnen de scope van het transitiepad

- Het transitiepad WDSM is gericht op het verminderen van de emissies (CO₂, stikstof/NO_x en fijnstof/PM) voortkomend uit het materieelgebruik van aannemers. Dit betreft zowel projectmatige als onderhoudswerkzaamheden ten behoeve van weg, dijk en spoor. Het betreft de emissies van het materieel op de bouwplaats (bouwmaterieel) en ten gevolge van de logistiek van en naar de bouwplaats (bouwlogistiek).
- **Type werkzaamheden:**
 - **Weg:** aanleg, beheer en onderhoud van bijvoorbeeld wegen (fundering, wegverharding, installaties), viaducten, tunnels en bruggen.
 - **Dijk:** aanleg, beheer en onderhoud van dijken, dammen, waterkeringen en uiterwaarden.
 - **Spoor:** aanleg, beheer en onderhoud van spoorwegen (waaronder bovenbouw, spoorstaven, grindbed, dwarsliggers en installaties voor beveiliging en energievoorziening), kunstwerken (bruggen, tunnels etc.) en stations.
- **Type materieel:** Rollend en stationair materieel (mobiele werktuigen en logistiek) in de GWW en de spoorsector (inclusief specialistisch spoorbouwmaterieel). Het betreft graafmachines, shovels (wiellaadschoppen), dumpers en tractoren, hijskranen, funderingsmachines, mobiel asfaltmaterieel, generatoren en een zeer diverse categorie handgereedschap (zie tabel 1 voor categorisering van materieel).
- **Biobrandstoffen:** Nederland heeft o.b.v. EU-regelgeving beperkingen gesteld aan de in te zetten hoeveelheid biobrandstoffen (jaarverplichting). Een verhoogde inzet van biobrandstoffen in de bouw leidt daarom niet of nauwelijks tot extra emissiereductie. Ook draagt het niet bij aan de reductie van stikstof en fijnstof. We willen het gebruik van biobrandstoffen dan ook niet (financieel) stimuleren en laten dit buiten de roadmap.
- **Buiten de scope van het transitiepad**
 - De sector Woning- en Utiliteitsbouw; valt onder transitiepad B&U.
 - Varend materieel; valt onder het transitiepad Kustlijnzorg en Vaargeulonderhoud.
 - Personenvervoer naar de bouwplaats wordt in deze versie van de roadmap nog niet meegenomen.

Bronnen: 1. TNO 2021 R11086 Eindrapport data-onderzoek mobiele machines in Nederland, juni 2021; Volgens het EMMA-model, opgesteld in opdracht van de ministeries van EZK en IenW door Emissieregistratie.; 2. CBS (2019).

Tabel 1: Materieel categorieën

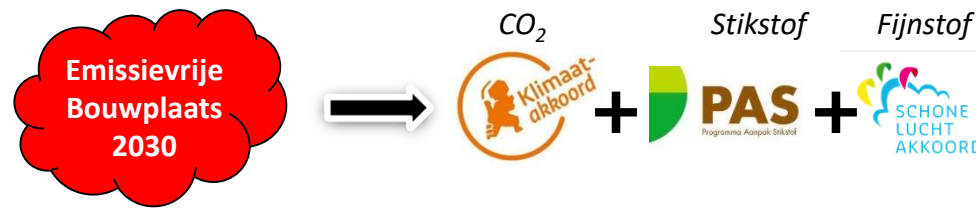
Bouwmaterieel
Licht bouwmaterieel, onderverdeeld in minimaterieel (tot 19 kW); zeer licht materieel (19-37 kW) en licht materieel (37-56kW).
Middelzwaar materieel (56-130kW).
Zwaar materieel (130kW-560kW).
Zeer zwaar materieel (>560kW) en specialistisch materieel. Specialistisch materieel wordt gekenmerkt door kleine oplagen (geen serieproductie, maar maatwerk en unicaten), zwaar materieel met forse vermogens (>130kW) en lange levensduren (vaak >15 jaar).
Stationair materieel zoals aggregaten / generatoren.
Bouwlogistieke voertuigen
Bestelwagens (N1; <3,5 ton)
Lichte vrachtwagens (N2; 3,5 ton-12 ton)
Zware vrachtwagens (N3; >12 ton)

Omvang van WDSM in Nederland

- Schattingen van het aantal mobiele werktuigen in Nederland lopen uiteen van rond de 40.000 tot 80.000 of zelfs 700.000 wanneer alle mobiele werktuigen worden meegerekend.¹
- In totaal werd in 2019 12,2 miljard euro uitgegeven in de GWW sector. Hiervan werd het grootste deel door gemeenten (33%) uitgegeven, met een kleiner deel door provincies (19%), RWS (18%), ProRail (14%) en Waterschappen (14%).²

De helft van de emissies in de bouwsector komt uit de GWW; ouder materieel veroorzaakt relatief gezien de meeste emissies

Milieu impact



Context van de duurzaamheidsopgave

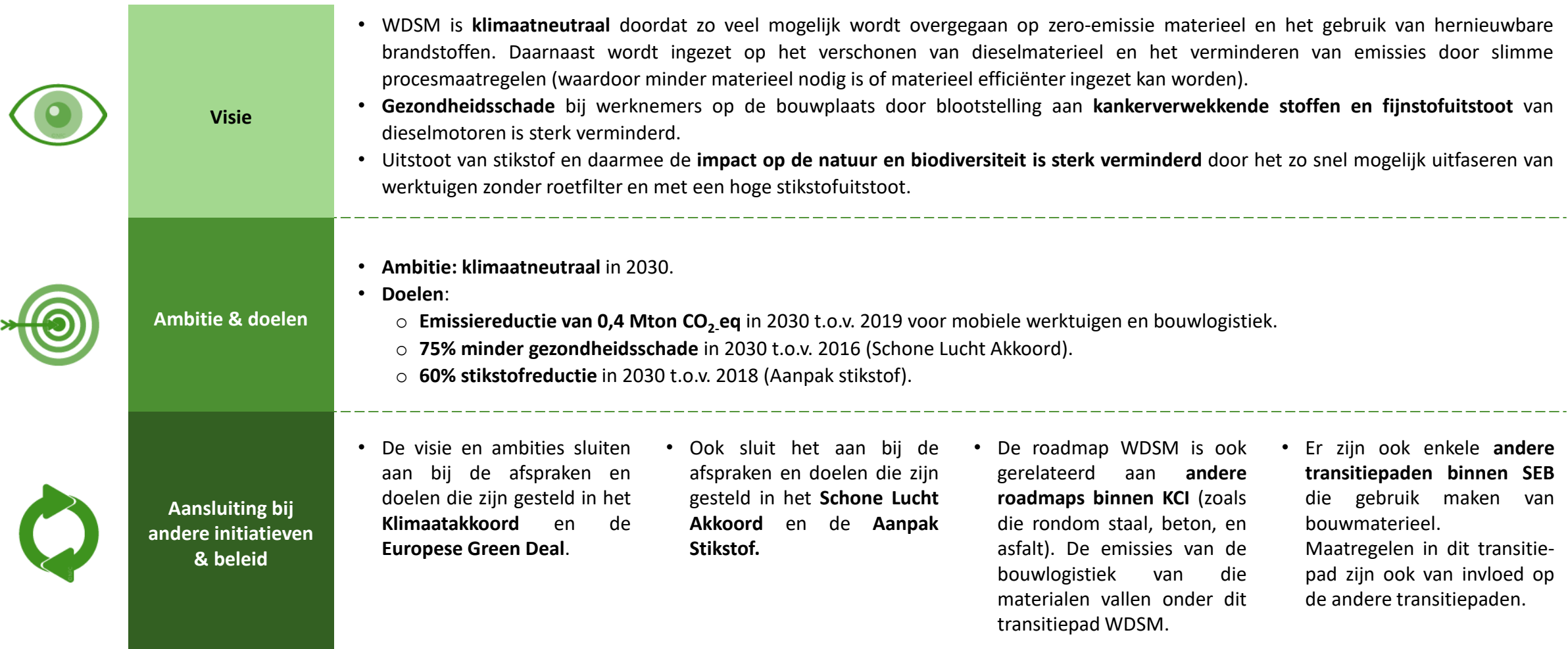
- De uitdaging van het transitiepad WDSM is om zowel klimaatneutraal en circulair te werken in 2030, als het halen van de doelen op het gebied van stikstof en fijnstof. Een transitie van fossiel bouw materieel naar zero-emissie (ZE) materieel is hiervoor op termijn de meest voor de hand liggende invulling, zeker wanneer er alleen groene stroom wordt gebruikt.
- Klimaatneutraliteit:** In lijn met het klimaatakkoord is het doel van dit transitiepad om klimaatneutrale bouwplaatsen en bouwlogistiek te realiseren. Dit betekent dat er door voertuigen en machines netto nul CO₂-eq wordt uitgestoten (in lijn met klimaatakkoord).
- Stikstof:** Minder gebruik van fossiele brandstoffen draagt direct bij aan het verminderen van de impact op lokale biodiversiteit via stikstofoxide (NO_x) uitstoot (in lijn met het Programma Stikstofreductie en Natuurverbetering).
- Fijnstof:** Reductie in dieselmotorenemissies op bouwplaatsen draagt bij aan vermindering in blootstelling van werknemers aan kankerverwekkende stoffen (in lijn met doel van de Arbeidsinspectie I-SZW). Ook draagt verduurzaming van WDSM bij aan het verminderen van fijnstofemissies (PM) en de impact op volksgezondheid (in lijn met Schone Lucht Akkoord).
- Circulariteit:** Circulariteit is geen primair focuspunt van de roadmap WDSM. Wel is onderkend dat herkomst/productie van met name accu's een aandachtspunt is. Hiervoor willen we aansluiten bij ontwikkelingen in andere sectoren (bijv. automotive) en geen specifieke acties op zetten vanuit de roadmap WDSM. Circulariteit is ook een aandachtspunt in de bouwlogistiek (bijv. grondstromen zoveel mogelijk hergebruiken).

Huidige milieu-impact

- Scope:** De milieu-impact van WDSM omvat de hele keten (Well-To-Wheel). Dat wil zeggen (i) de productie, het gebruik en de sloop van de machines en voertuigen, en (ii) de productie en gebruik van energiedragers en daarbij benodigde systemen en installaties.
- Huidige situatie:** Een groot deel van het materieel is in 2021 nog voorzien van een verbrandingsmotor wat CO₂, NO_x en PM produceert. Van alle mobiele werktuigen in de bouwsector produceert het deel actief in GWW iets minder dan de helft van alle emissies.¹
- Uitstoot (2021):¹**
 - Broeikasgassen: 0,72 Mton
 - Stikstofoxiden en ammoniak: 4,58 Kton
 - Fijnstof: 196 ton
- Zwaartepunt:**
 - Graafmachines en wiellaadschoppen zijn samen verantwoordelijk voor ongeveer driekwart van de totale emissies.²
 - Het grootste deel van de huidige NO_x en fijnstofemissies komt van oudere machines (stage I, II en IIIa).³

Om de visie voor 2030 te realiseren zijn concrete ambities en doelen opgesteld die aansluiten bij andere initiatieven en beleid

Visie, ambitie & doelen, en aansluiting initiatieven & beleid





**1. Context van
transitiepad**

**2. Waardeketen &
marktdynamiek**

**3. Maatregelen &
fasen**

**4. Verwachte
impact**

5. Actieagenda

De waardeketen voor materieel; deze is ook van invloed op de kenmerken van de markt

Waardeketen structuur & markt kenmerken: materieel

	Producent grondstoffen en onderdelen	Materieelfabrikanten	Importeurs / Leveranciers	Ombouw / retrofitting	Aannemers / Opdrachtnemers	Opdrachtgevers
Spelers	Diversen	- Internationale markt, NL kleine speler - Materieelmarkt gedomineerd door aantal grote internationale spelers (OEM's). - Daarnaast enkele kleinere niche spelers actief.	In Nederland zijn voor alle grote fabrikanten van mobiele werktuigen importeurs en leveranciers actief	- Enkele bedrijven in NL gespecialiseerd in inbouw elektromotoren en aandrijflijnen in machines van OEMs - Meerdere bedrijven in NL actief o.g.v. ombouw/retrofit	- Aantal grote bouwbedrijven (10-15), veel MKB-bedrijven. - Voornamelijk uit NL, maar ook uit België, Duitsland, rest EU - Grondverzet & installaties kent zelfde verdeling - Groenonderhoud veel kleine partijen - Beperkt aantal (erkende) spoooraannemers	- RWS - ProRail - Provincies - Gemeenten - Waterschappen
Handelingen	- Winnen grondstoffen - Produceren onderdelen	- Inkoop grondstoffen / onderdelen - Produceren van materieel	Importeren en/of leveren van materieel aan aannemers	- Ombouw en retrofit van mobiele werktuigen - Inbouwen van niet-fossiele aandrijflijnen in mobiele werktuigen en voertuigen.	- Bouw, grondverzet, installatie, groenonderhoud - Gebruikte materieel varieert in grootte en wordt steeds vaker geleased of gehuurd	Uitzetten van opdrachten
Producten / diensten	- Metalen - Accu's, onderdelen machines	Mobiele werktuigen, voertuigen	- Verkopen van materieel - Leasen / verhuren van materieel	Retro-fitted materieel	Constructie, installatie, onderhoud, advies	
Alternatieven		- Waterstof-gedreven materieel, hybride machines & vrachtwagens - Retro-fitting met niet-fossiel gedreven aandrijflijnen	Leasen of huren i.p.v. kopen		- Leasen of huren i.p.v. kopen - Emissievrij nieuw of retrofitted	



Marktkkenmerken

1

Voor productie *klein* emissievrij materieel meerdere kleine spelers actief, grotere vraag & aanbod

2

Beperkte vraag & aanbod emissievrij *groot* materieel; NL is kleine afnemer

3

Productie materieel kapitaalintensief

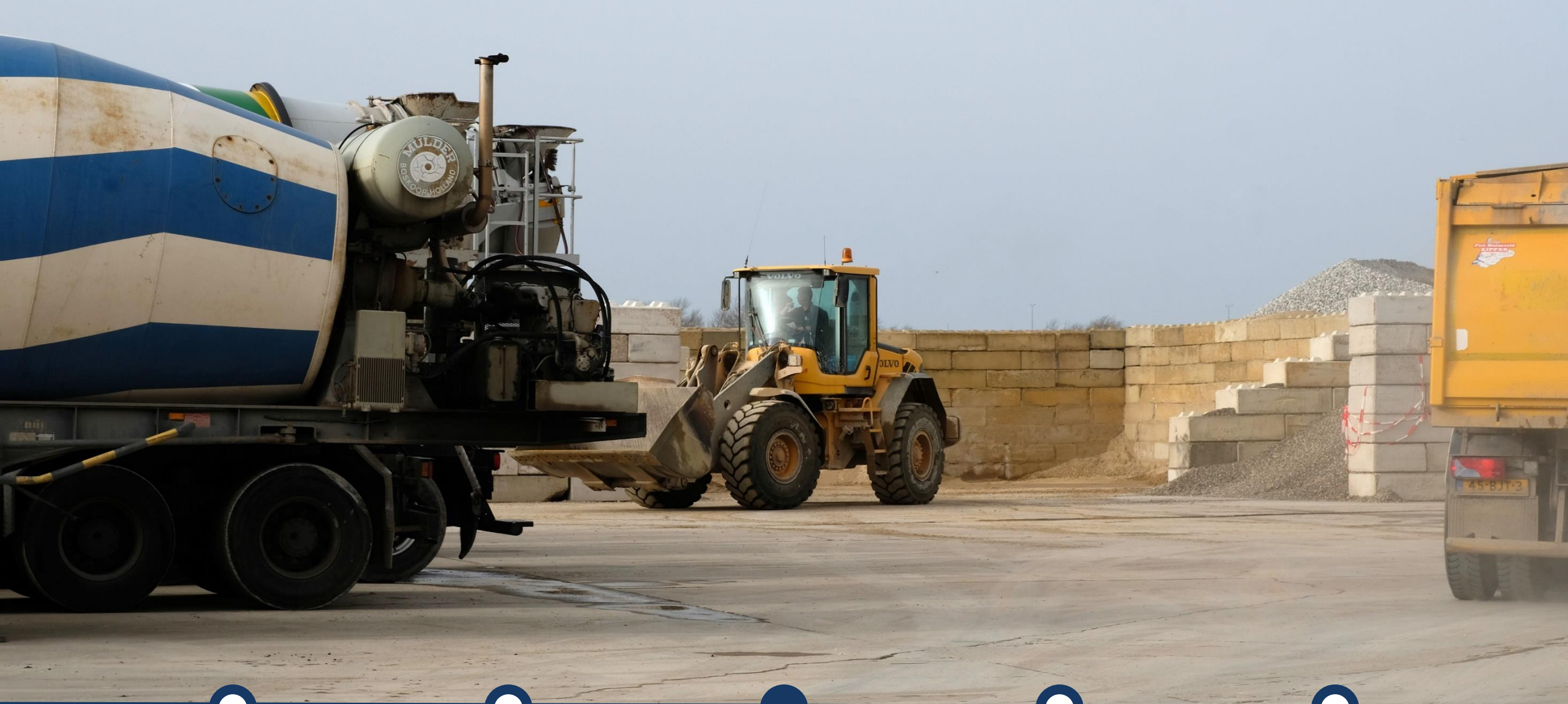
4

Veel verschillende aannemers actief van diverse grootte

De marktktenmerken hebben vervolgens weer implicaties voor de marktdynamiek en hoe hierop in te spelen met een markttransformatiestrategie

Marktdynamiek: materieel

Marktktenmerken	Marktdynamiek	Implicatie markttransformatiestrategie
1 Voor productie <i>klein</i> emissievrij materieel meerdere kleine spelers actief, groter vraag & aanbod	- Groter aanbod van klein emissievrij materieel, met toenemend aantal kleinere spelers actief. - Eerste serieproductie klein emissievrij materieel is gestart met direct positieve gevolgen voor de prijsontwikkeling: de inzetprijs van klein materieel wordt in toenemende mate vergelijkbaar met dat van traditioneel dieselmaterieel (kosten van aanschaf en gebruik bewegen naar elkaar toe).	Vraagbundeling: Verkennen van mogelijkheid tot vraagbundeling op Europees niveau om productie van groot materieel op gang te brengen (bijv. via EU Big Buyers Group). Vraagstabiliteit: Door een stabiele vraag vanuit opdrachtgevers nemen investeringsrisico's voor ondernemers af.
2 Beperkte vraag & aanbod emissievrij <i>groot</i> materieel, NL is kleine afnemer	- Beperkte internationale vraag (beperkt zich tot stedelijk gebied waar de luchtkwaliteit onder druk staat) – Nederland is een kleine speler. - Voornamelijk prototypen & pilots, nog geen serieproductie van emissievrij groot materieel opgestart (is kapitaal intensiever dan klein materieel productie, grootste kosten in benodigde accu's), waardoor het nog een forse meerprijs heeft.	Visie en toekomstige vraag communiceren: Belangrijk om duidelijk doelen en toekomstige vraag te communiceren om gepercipieerde risico's te verlagen (naar fabrikanten van materieel, maar ook naar afnemers van groot materieel in Nederland).
3 Productie materieel kapitaalintensief		Koplopers belonen: Belonen van de koplopers kan, zeker in ketenschakels met veel partijen zoals bij aannemers, een extra versnelling opleveren.
4 Veel verschillende aannemers actief van diverse grootte	- Hoewel er veel MKB-bedrijven in de sector actief zijn, wachten deze nog vaak op het moment totdat ze ZE-materieel in voldoende projecten kunnen inzetten om zo de investeringsrisico's af te laten nemen. - Een andere barrière is dat voor elektrisch groot emissievrij materieel veel laadvermogen nodig is op bouwplaatsen.	Samenwerking met koplopers op beleidsniveau: Nederland is tot nu toe het enige land dat een landelijk beleid ontwikkelt gericht op het bevorderen van emissieloos bouw materieel. Door samen te werken met andere landen en initiatieven kan de vraag naar emissieloos bouw materieel sneller opgeschaald worden en risico's voor fabrikanten sneller gereduceerd worden.



**1. Context van
transitiepad**

**2. Waardeketen &
marktdynamiek**

**3. Maatregelen &
fasen**

**4. Verwachte
impact**

5. Actieagenda

De volgende maatregelen (oplossingen) zijn geïdentificeerd die bij kunnen dragen aan de transitie naar een emissieloze bouwplaats

Mogelijke maatregelen

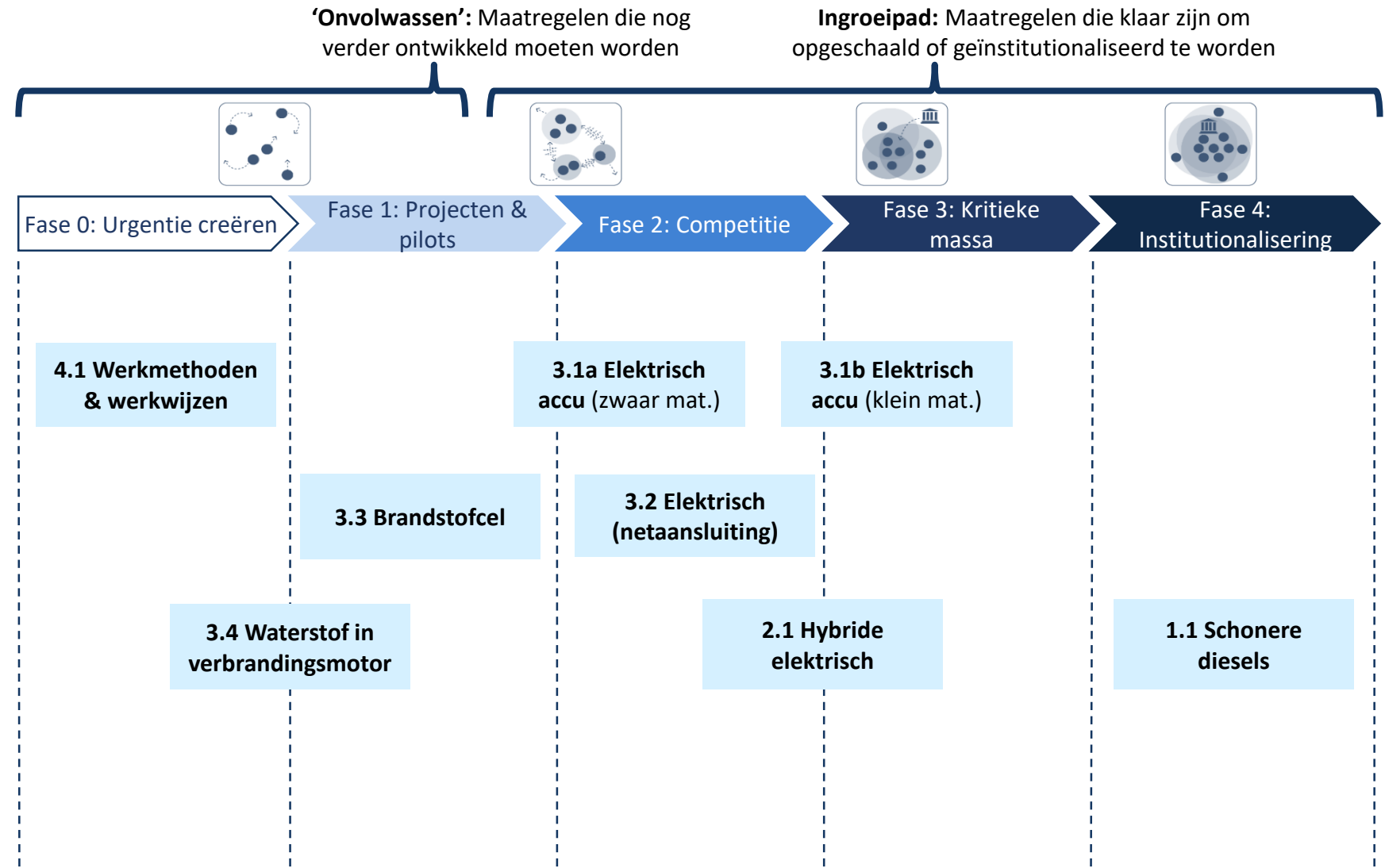
Mogelijke maatregelen op weg naar een emissieloze bouwplaats			Uitleg
	1. Optimalisering van bestaande conventionele motoren	1.1 Schonere diesels	Vermindering van uitstoot van fijn -en stikstof door conventionele motoren met behulp van NOx-filters en/of SCR-katalysatoren. Het gaat hierbij om Stage IV of V met roetfilter (bouw materieel), of Euro 6/6d of V/VI (busjes/vrachtwagens).
	2. Hybride materieel	2.1 Hybride elektrisch	Combinatie van een verbrandingsmotor en elektromotor.
	3. Zero-emissie	3.1 Elektrisch op accu	Elektrische motor gevoed door een oplaadbare of verwisselbare batterij.
		3.2 Elektrisch met netaansluiting	Elektrische motor gevoed door een netaansluiting.
		3.3 Brandstofcel	Een brandstofcel produceert elektriciteit via een elektrochemische reactie tussen een brandstof en zuurstof. Waterstof, mierenzuur, of methanol kan worden gebruikt als energiedrager. NB: waterstof als energiedrager kan op de lange(re) termijn een zinvolle oplossing zijn. Op dit moment is er echter nog te weinig duurzame productiecapaciteit beschikbaar om waterstof op grote schaal in te zetten in de bouw. Voor situaties waar een netaansluiting of accu geen optie is, kan waterstoftechnologie een alternatief zijn.
		3.4 Waterstof in verbrandingsmotor	
	4. Optimalisering van proces	4.1 Werkmethoden en werkwijzen op de bouwplaats	Efficiëntere werkmethoden en werkwijzen op de bouwplaats waardoor minder transportbewegingen nodig zijn, zoals door gebruik van prefab bouwelementen en optimaliseren van de bouwlogistiek.

De maatregelen bevinden zich in verschillende fasen van markttransformatie; een aantal zijn al klaar om op korte termijn op te schalen

Fase van markttransformatie

Implicatie voor de markttransformatie strategie

- De fasen van markttransformatie geven de mate van 'volwassenheid' van een oplossing aan. Zo is bijvoorbeeld materieel met een brandstofcel of waterstof nog in ontwikkeling (fase 1), terwijl hybride en elektrisch materieel al relatief grootschalig is geadopteerd door de markt en klaar om opgeschaald te worden (naar fase 3). En schone diesels kunnen al makkelijk verplicht worden (geïstitutionaliseerd).
- De strategie en bijbehorende acties om de maatregelen naar de volgende fase te brengen moeten passen bij de fase waarin de maatregelen zich bevinden.
- Zo wordt er ingezet op onderzoek en pilots van maatregelen in fase 0-1, worden koplopers beloofd voor inzet van een groter percentage elektrisch materieel (fase 2-3), en worden schone diesels op korte termijn verplicht (fase 4).



Het ingroeipad stelt een minimum-, basis- en ambitie niveau voor materieel welke stapsgewijs worden aangescherpt tot 2030

Ingroeipad

- Het ingroeipad is een weergave van het **traject** waarlangs de bouwsector de doelen voor deze roadmap (SEB en KCI) wil behalen, vanuit de ambitie **klimaatneutraal in 2030** (100% zero emissie bouwplaats) of zo snel mogelijk daarna.
- Het traject daarnaartoe bestaat uit **vier perioden**. Per periode gelden **verschillende niveaus van eisen voor verschillende typen materieel**. Deze minimeisen worden stapsgewijs aangescherpt.
- Het **verplicht minimumniveau** geeft invulling aan de emissiereductieplicht uit het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) en is van toepassing voor de gehele sector.
- Het **basisniveau** zijn eisen waarvan de verwachting is dat alle publieke opdrachtgevers deze implementeren in hun contracten (het ‘peloton’).
- Het **ambitieniveau** stelt de hoogste duurzaamheidseisen voor ambitieuze koplopers onder publieke opdrachtgevers, koploerprojecten en koplopers in de markt. Het uitgangspunt is dat door koplopers te belonen (door bijvoorbeeld gunningsvoordeel bij een aanbesteding en de mogelijkheid om zich te onderscheiden), tevens het peloton op gang wordt gebracht.
- Marktpartijen zijn grotendeels vrij om **zelf te bepalen welke maatregelen** (zie p. 9-10) ze inzetten voor het voldoen aan de verschillende niveaus.
- In de bijlage staat een **overzicht van de eisen per niveau** (zie tabel 2).

Tabel 2: Niveaus ingroeipad WDSM

Niveaus		Periodes	Mobiele werktuigen bouw	Bouwlogistiek
Verplicht	Verplicht minimumniveau voor de hele bouwsector via bevoegd gezag (Bbl-verplichting).	• Periode 1: 2023-2024 • Periode 2: 2025-2027 • Periode 3: 2028-2029	Zie bijlage IV	N.v.t.
Inkoop	Basisniveau voor (alle) publieke opdrachtgevers “peloton”.	• Periode 4: 2030 en verder	Zie bijlage V	Zie bijlage VII
	Ambitieniveau voor (deel) publieke opdrachtgevers en “koploerprojecten”.		Zie bijlage VI	Zie bijlage VII



**1. Context van
transitiepad**

**2. Waardeketen &
marktdynamiek**

**3. Maatregelen &
fasen**

**4. Verwachte
impact**

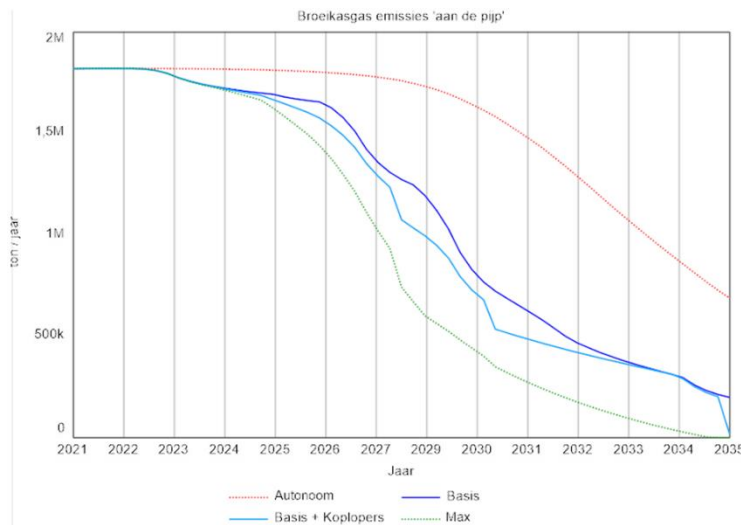
5. Actieagenda

Er zijn reductiepaden berekend voor CO₂-emissies en primair grondstofgebruik, op basis van verschillende scenario's

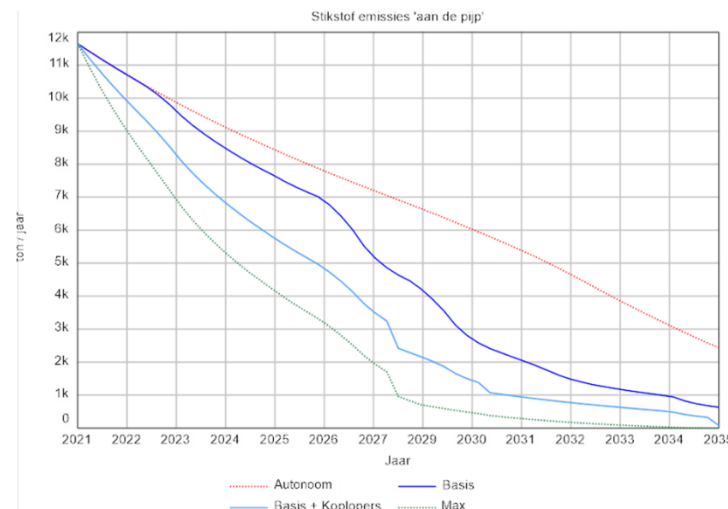
Verwachte impact (reductiepad)

- Voor WDSM is voor een viertal scenario's het effect verschillende maatregelpakketten op broeikasgasemissies (figuur 1), stikstofemissies (figuur 2), en fijnstofemissies (figuur 3) berekend:
 - Autonoom:** dit is het reductiepad dat ontstaat wanneer de overheid niet actief ingrijpt in de marktontwikkelingen.
 - Basisniveau:** dit is het scenario met de eisen voor het 'peloton'.
 - Basis + Koplopers:** Dit is het resultaat van toepassing van het Basisniveau plus het Ambitieniveau (een mix van het Basisscenario en Uitdagent en Haalbaar scenario).
 - Maximaal:** extreem ambitieus scenario waarbij al het materieel in 5 jaar wordt vernieuwd (toegevoegd ter illustratie).

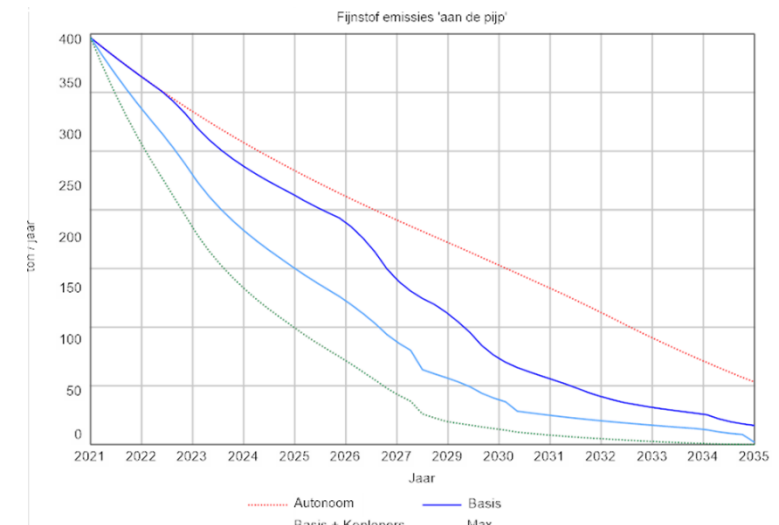
Figuur 1: Reductiepad CO₂-eq uitstoot in ton CO₂/jaar

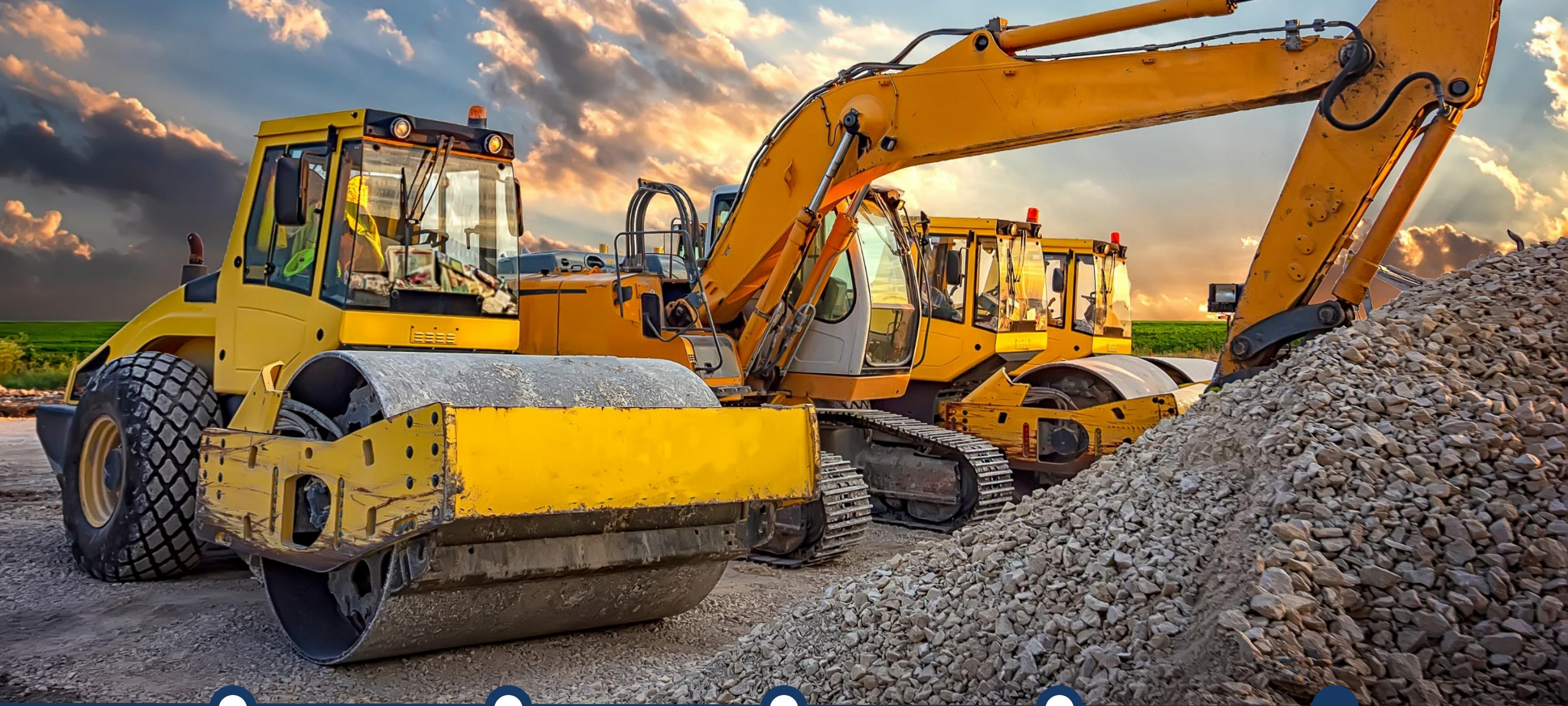


Figuur 2: Reductiepad stikstof in ton NO_x / jaar



Figuur 3: Reductiepad fijnstof in ton PM / jaar





**1. Context van
transitiepad**

**2. Waardeketen &
marktdynamiek**

**3. Maatregelen &
fasen**

**4. Verwachte
impact**

5. Actieagenda

Op basis van de markttransformatie analyse is de volgende actieagenda opgesteld

Actieagenda (1/2)

Categorie	Actie	Belangrijke partners
1. Beleid & governance	• Stapsgewijze uitfasering stageklassen en aanscherping eisen ZE	Ministerie IenW (eisen), opdrachtgevers (inkoop)
	• Invoering milieuzones	(Decentrale) overheden
	• Vaststellen beleid voor biobrandstoffen	Ministerie IenW, opdrachtgevers, kennisinstellingen
	• Ontwikkelen en implementeren energiebeleid (o.a. mogelijkheid om stroom door te kunnen leveren)	Rijk (EZK, IenW)
	• Effectieve monitoringssystematiek voor SEB en KCI ontwikkelen en implementeren	IenW, opdrachtgevers, kennisinstellingen
	• Vervolgens monitoren op landelijk niveau	
	• Ontwikkelen toezicht & handhaving	IenW
	• Uitrol toezicht en handhaving vanuit bevoegd gezag	
2. Inkoop / contractering	• Initiatieven om samenwerking tussen deelsectoren te stimuleren (nationaal & Europees)	Rijk (IenW), opdrachtgevers, brancheorganisaties
	• Bevorderen internationale samenwerking (doelen: beleidsontwikkeling en –harmonisatie; vraagbundeling emissieloos materieel)	Rijk (IenW, EZK), opdrachtgevers, brancheorganisaties
	• Inkoopinstrumenten ontwikkelen en testen in pilots (MKI, CO2, gunningscriteria, contracteisen, etc.)	Opdrachtgevers, PIANOo
	• Inkoopstrategie ZE bouwplaats opstellen	Opdrachtgevers
	• Vervolgens deze uitvoeren	
	• Effectieve monitoringssystematiek voor projecten ontwikkelen en implementeren	Opdrachtgevers, kennisinstellingen
	• Vervolgens monitoring uitvoeren op contractniveau	

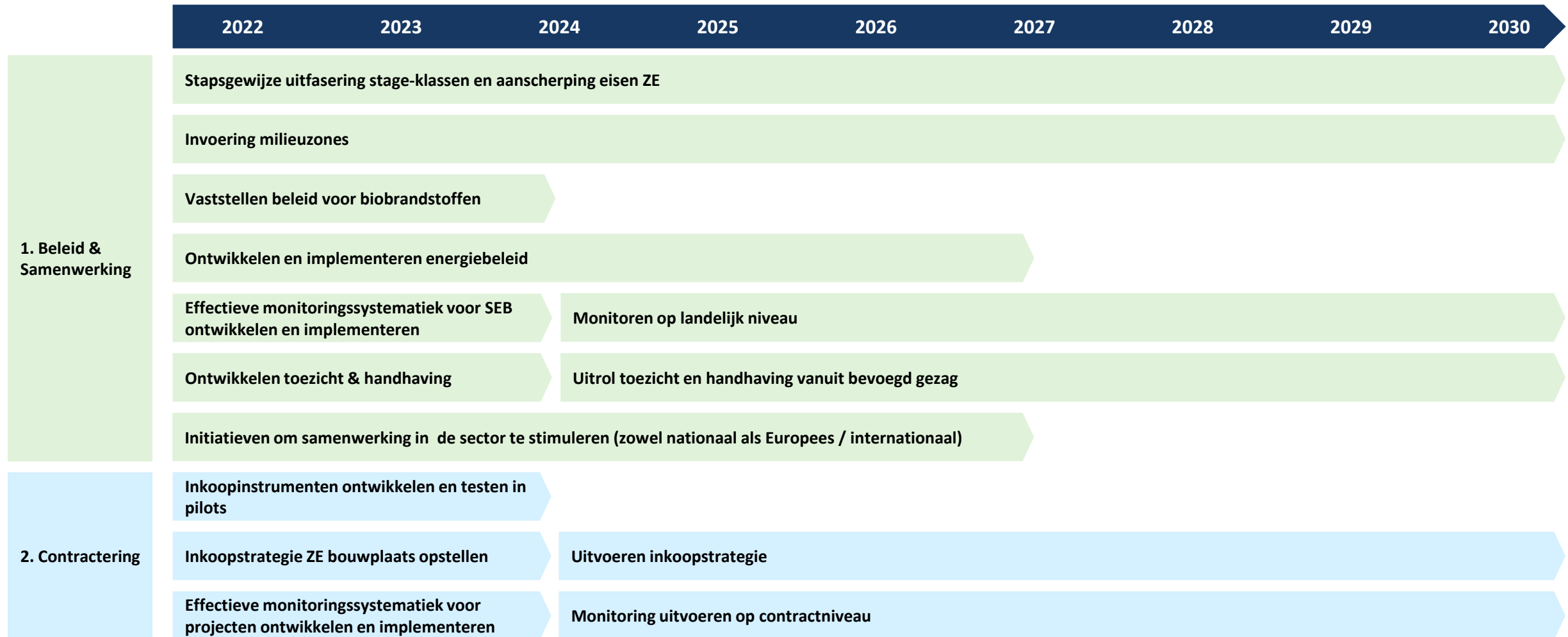
Op basis van de markttransformatie analyse is de volgende actieagenda opgesteld

Actieagenda (2/2)

Categorie	Actie	Belangrijke partners
3. Techniek & procesmaatregelen	• Onderzoek, pilots en innovatieprogramma's voor verduurzaming zwaar/specialistisch materieel	Opdrachtgevers, marktpartijen, kennisinstellingen
	• Onderzoek, pilots en innovatieprogramma's alternatieve energiedragers (waterstof, methanol, mierenzuur)	Opdrachtgevers, marktpartijen, kennisinstellingen
	• Plan vormen voor ontwikkelen laadinfrastructuur • Vervolgens implementeren	Overheid, opdrachtgevers (w/o netbeheerders), kennisinstellingen, marktpartijen
	• Actualiseren regelgeving ZE-materieel (toelatingseisen en eisen voor veilige werkplek)	Overheid, kennisinstellingen, brancheorganisaties
	• Onderzoek naar werkmethoden en werkwijzen op de bouwplaats • Vervolgens implementeren van resultaten	Opdrachtgevers, kennisinstellingen, marktpartijen
	• Onderzoek naar optimalisering van bouwlogistiek (grond- en materiaalstromen) • Vervolgens implementeren van resultaten	IenW, opdrachtgevers, kennisinstellingen, marktpartijen
4. Financiering	• Opstellen handreiking subsidiemogelijkheden	RVO
	• Subsidieprogramma SSEB	Overheid
	• Financiering onrendabele top via projecten	Rijk, decentrale overheden, opdrachtgevers
	• Stimuleren gunstige leningsvoorwaarden	Banken, financiële instellingen

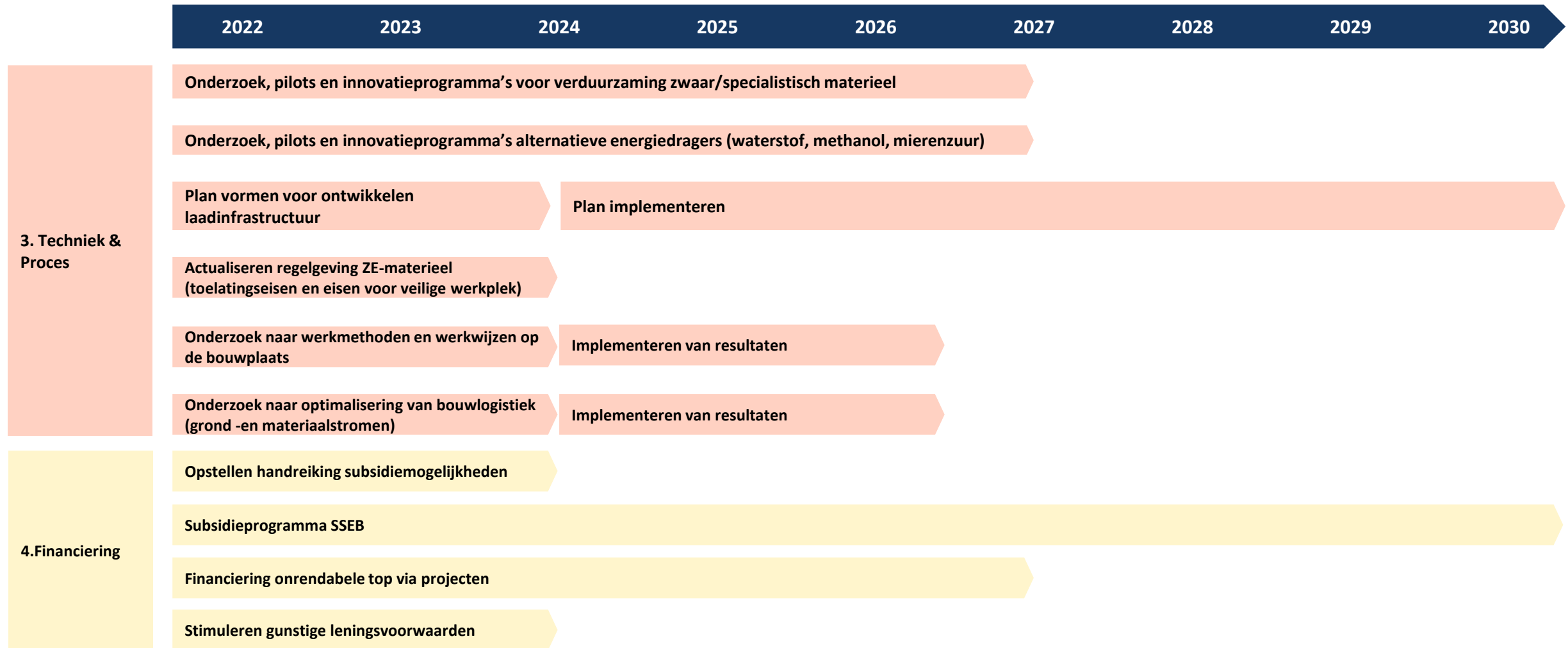
De actieagenda is als volgt in de tijd uiteengezet

Tijdspad (1/2)



De actieagenda is als volgt in de tijd uiteengezet

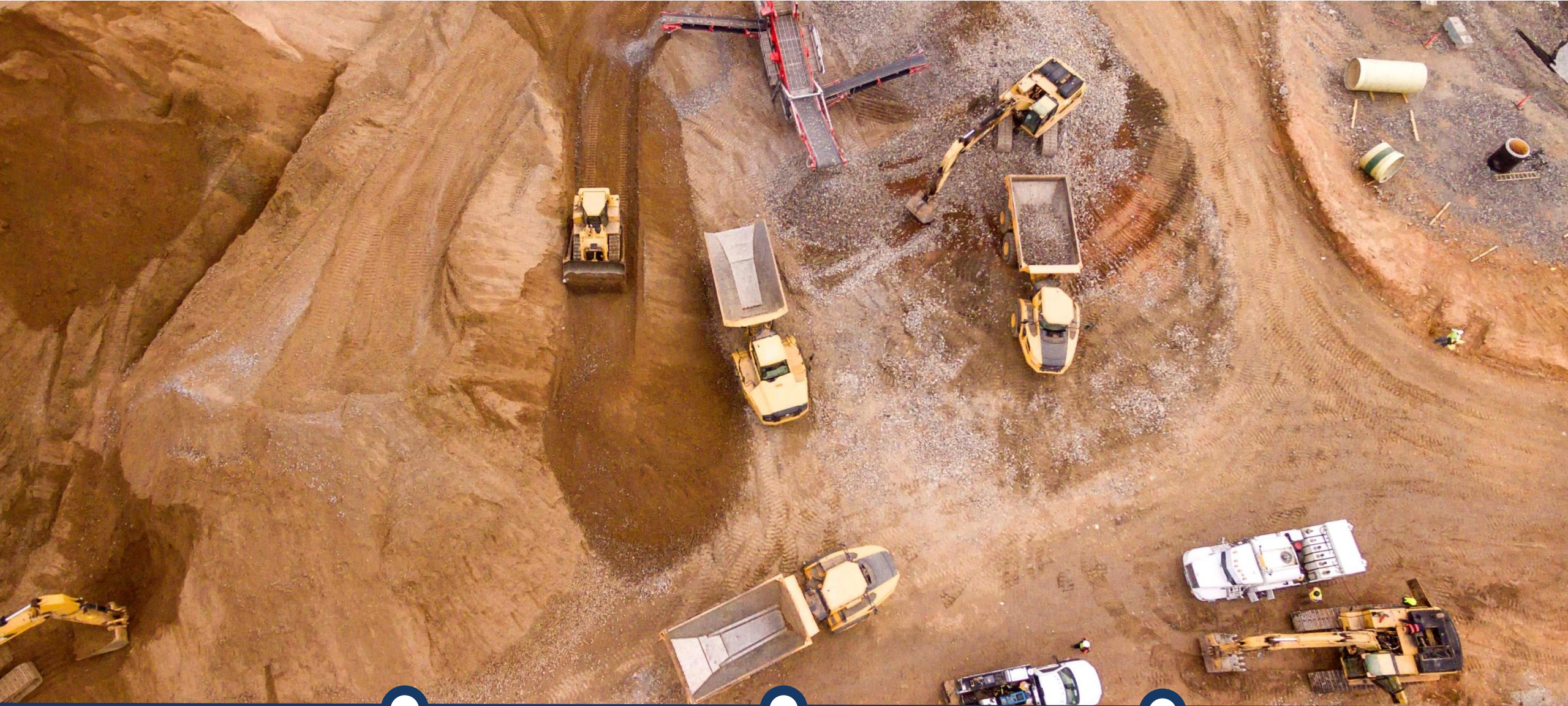
Tijdspad (2/2)



Het succes van deze roadmap is afhankelijk van een aantal factoren en heeft te maken met verschillende risico's die moeten worden gemanaged

Succesfactoren, risico's, en monitoring & mitigatie acties

Succesfactoren	Risico's	Monitoring & mitigatie acties
Visie & ambitie: Sectorbrede langetermijnvisie op inhoud en organisatie voor verduurzaming van materieel, en duidelijke focus in ambitie/doelen van overheid en markt als geheel. Consistentie & betrouwbaarheid: Langjarige eenduidigheid in inkoopstrategie van verschillende overheden, inclusief aanscherping eisen. Mandaat & middelen: Top van organisaties geeft werknemers mandaat voor actie en verduurzaming; wordt verankerd in organisatiestrategie. Er worden voldoende middelen (financieel, personeel) vrijgemaakt voor het stimuleren van onderzoek, innovaties & opschaling van oplossingen. Kennis & experimenteren: Voldoende kennisontwikkeling en -deling over ZE technologieën, en ruimte om te experimenteren met nieuwe technieken (waarbij fouten mogen worden gemaakt) en te innoveren.	Onvoldoende ZE-materieel: Ombouwcapaciteit en productie ZE-materieel moet voldoende snel opgeschaald worden & kostendaling is essentieel.	- Monitoring van marktontwikkeling en in contact blijven met fabrikanten, retrofitbedrijven en materieeleigenaren. - Onderzoek naar barrières voor opschaling & kostendaling.
	Onvoldoende energie en laadinfra: Voldoende aansluitingen moeten worden geïnstalleerd en voldoende groene stroom beschikbaar.	- Ontwikkelen en implementeren energiebeleid. - Monitoring door enquêtes of registratie van laadaansluitingen. - Eventueel extra maatregelen voor versneld aanleggen.
	Veiligheid: Het materieel als benodigde laadinfra dient veilig te zijn.	Onderzoek en ontwikkeling van veiligheidsstandaard.
	Onvoldoende vooruitgang in technische ontwikkeling, m.n. t.a.v. zwaar zero-emissie materieel (hoge vermogens, lange inzetbaarheid).	- Monitoring van marktontwikkeling en in contact blijven met fabrikanten van zwaar ZE-materieel. - Onderzoek naar barrières voor ontwikkeling zwaar ZE-materieel.
	Onvoldoende investeringsbereidheid materieeleigenaren.	Monitoren marktontwikkeling & wegnemen risico's.
	Onvoldoende financiering beschikbaar: Noodzaak voor financiering vanuit de overheid (bijv. subsidie) en markt (bijv. groene leningen).	Onderzoek naar noodzaak voor subsidie en beschikbaarheid leningen & samenwerking met financiële instellingen.
	Onvoldoende meekrijgen van andere opdrachtgevers: Wenselijk dat meer opdrachtgevers zich bij de koplopers willen aansluiten, voor creatie van voldoende vraag.	- Monitoren van koploperbedrijven (bijvoorbeeld door inschrijvingen in aanbestedingen). - Extra belonen koplopers / druk zetten op achterblijvers.
	Onvoldoende monitoring: Zonder effectieve en efficiënte monitoring worden de effecten niet meetbaar en bestaat risico dat partijen situatie te rooskleuring presenteren.	Opzetten van een monitoringssystematiek (zie actieagenda).
	Onduidelijkheid over effect en voorwaarden waaronder biobrandstoffen ingezet kunnen worden.	Vaststellen beleid biobrandstoffen (zie actieagenda).
	Onvoldoende aanpassing wet- en regelgeving: Deze zal in sommige gevallen aangepast moeten worden om het werken met zero-emissie materieel mogelijk te maken.	- Voortgang van aanpassing wet -en regelgeving bewaken. - Extra aandacht scheppen voor noodzaak en urgentie van aanpassing wet -en regelgeving.



BIJLAGE

1. Markttransformatie
theorie

2. Markttransformatie
rollen & mogelijke acties

3. TransMissie
sleutelprocessen

Markttransformatie theorie is gebaseerd op systeemdenken die zich specifiek richt op het beïnvloeden van de marktdynamiek door het activeren van verschillende stakeholders

Bijlage I: Markttransformatie theorie

Wat helpt de markttransformatie theorie ons te begrijpen?

Markttransformatie theorie helpt ons inzicht te krijgen in transformatie naar een duurzamere sector. Het onderscheidt **vier fasen** waar een duurzame oplossing doorheen moet, met elk zijn eigen kenmerken. Ook identificeert het **zeven sleutelprocessen** die goed moeten functioneren om een oplossing naar de volgende fase te brengen. Alle fasen moeten worden voltooid om een transformatie succesvol te laten verlopen.

Hoe wordt het gebruikt?

Elke fase wordt gekenmerkt door zijn eigen unieke marktdynamiek, niveaus van organisatie, barrières, risico's en kansen. De sleutelprocessen moeten in elke fase goed functioneren, echter het belang en de invulling van de sleutelprocessen verschilt per fase. Dit betekent dat in elke fase, een andere set van strategieën en interventies nodig is om vooruitgang te boeken en te borgen.

Voor een succesvolle transformatie is het daarom cruciaal om te bedenken wie, wat wanneer moet doen om de sleutelprocessen goed te laten functioneren en oplossingen naar de volgende fase te brengen. Verschillende partijen hebben andere rollen en verantwoordelijkheden in een transformatie proces (zie bijlage III), met een toenemende mate van samenwerking en coördinatie in de tijd.

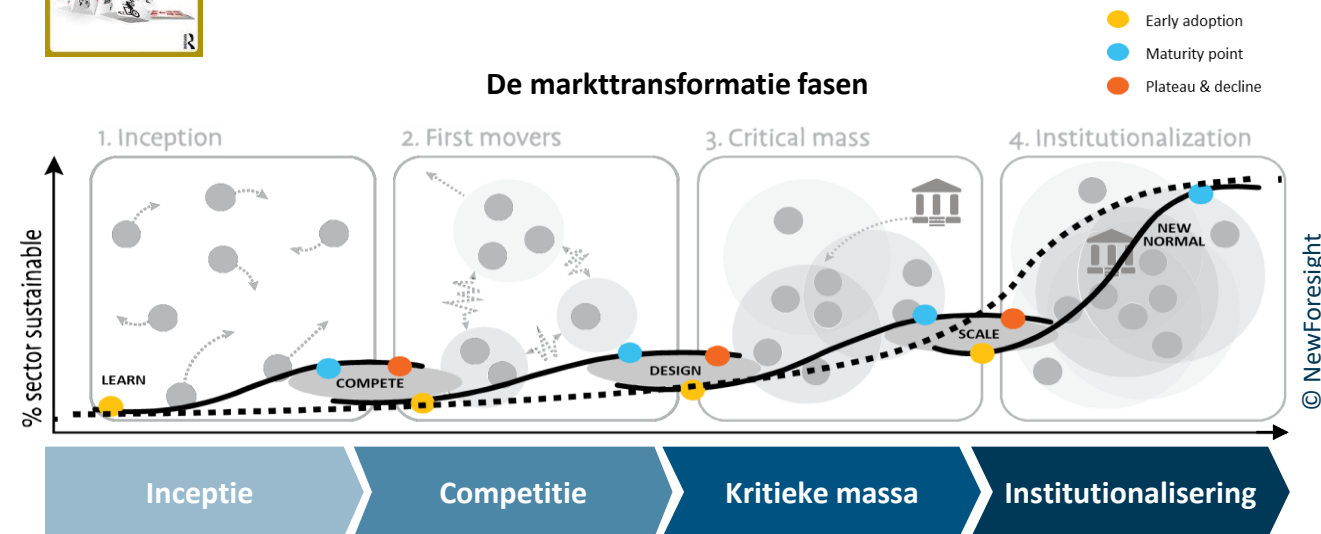
Hoe is het toepasbaar in dit onderzoek?

Het NewForesight Markttransformatiemodel is gebruikt om de mate van organisatie en marktdynamiek te begrijpen in de relevante waardeketen en markt, voor verschillende duurzame maatregelen. Door te snappen in welke fase een maatregel zit kunnen er strategieën worden bedacht om de maatregel naar de volgende fase van markttransformatie te brengen.

Bronnen: Lucas Simons en André Nijhof (2020) "Changing the Game: Sustainable Market Transformation Strategies to Understand and Tackle the Big and Complex Sustainability Challenges of Our Generation."



"In plaats van één 'magic bullet'-benadering vereist duurzame markttransformatie dat we begrijpen in welke fase een oplossing zich bevindt; wat de mogelijke barrières zijn die ons beletten vooruitgang te boeken; en wat de succesfactoren zijn om de overgang naar de volgende fase te maken."



De 'Inceptie' fase wordt gekenmerkt door beginnend **bewustzijn** van problemen, en losse **pilot projecten** om oplossingen te ontwikkelen.

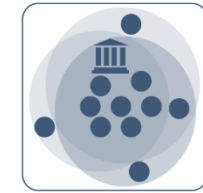
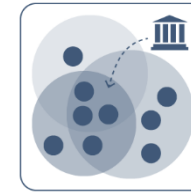
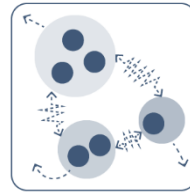
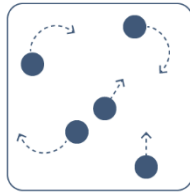
De 'Competitie' fase wordt gekenmerkt door **concurrentie** op duurzaamheid door **koplopers** en de creatie van **marktprikkels** om in te zetten op oplossingen.

De 'Kritieke massa' fase wordt gekenmerkt door **samenwerking** en **creatie** van de juiste **voorwaarden** voor **verandering**.

De 'Institutionalisering' fase wordt gekenmerkt door **verankering van het nieuwe normaal**, bijvoorbeeld in **wet- en regelgeving**.

In elke fase van markttransformatie moeten stakeholders een verschillende rol te spelen om sleutelprocessen goed te laten verlopen en oplossingen naar de volgende fase te brengen

Bijlage II: Markttransformatie rollen & mogelijke acties



	1. Inceptie	2. Competitie	3. Kritieke massa	4. Institutionalisering
Overheid	• Initieer pilots • Stimuleer innovatie • Geef subsidies	• Maak visie en criteria duidelijk • (H)erken / beloon koplopers • Duurzame inkoop	• Creëer een visie en platforms • Neem beleidsdrempels weg • Koop alleen in bij voorlopers • Subsidieer onrendabele top	• Neem politieke verantwoordelijkheid • Zet wet- en regelgeving op / veranker • Biedt financiële stimulans
Bedrijven	• Start met MVO • Ondersteun goede doelen • Neem deel aan projecten	• Onderscheid je van anderen • Creëer of omarm standaarden, labels, rankings, indexen • Werk samen met je waardeketen	• Vorm en participeer in platforms • Formuleer een sector strategie • Stel non-competitieve agenda op	• Werk mee aan wetgeving • Positieve lobby • Zorg dat achterblijvers er bij komen
NGO's	• Voer campagne • Participeer in projecten • Maak actie-agenda	• Beloon koplopers / straf achterblijvers • Ondersteun strategie bedrijven • Accepteer realiteit bedrijven	• Participeer in platforms • Speel rol als waakhond • Ga voor opschaling	• Discussieer met politiek • Monitor de ontwikkeling • Zorg voor transparantie
Financiële instellingen	• Ondersteun goede doelen • Start MVO of eigen stichting • Begin projecten	• Beloon koplopers • Ondersteun je klanten • Biedt speciale groene services	• Participeer in platforms • Help met structureren van maatregelen • Positieve engagement bedrijven	• Voer (investerings)beleid in • Durf ook uit te sluiten • Blijf koplopers belonen
Kennis instellingen	• Geef urgentie aan • Formuleer een agenda • Bepaal frameworks	• Onderzoek best practices • Monitor ontwikkeling • Geef verbeterpunten aan	• Stap in ecosysteem bedrijven • Adviseer politiek • Monitor ontwikkeling	• Hamer op doorgaande verbetering • Optimaliseer de instituties • Wijs op bijeffecten

In elke fase van een transitie zijn er 7 sleutelprocessen die goed moeten functioneren

Bijlage III: TransMissie© sleutelprocessen

	<i>Sleutelproces</i>	<i>Kernvraag</i>
	1. Urgentie- en visieontwikkeling	• Is het duidelijk dat er een duurzaamheidsprobleem is, en is er reden en urgentie voor verandering? • Is er een visie waar we heen willen om het probleem op te lossen?
	2. Kennisontwikkeling en -uitwisseling	• Weten we wat mogelijke oplossingen zijn? • Wordt voldoende kennis opgebouwd om deze oplossingen te ontwikkelen?
	3. Marktontwikkeling	• Worden koplopers ('first movers') met nieuwe duurzame oplossingen (h)erkend en beloond? • Ontstaan er niche markten en worden deze opgeschaald?
	4. Creatie van geloofwaardigheid en legitimiteit van oplossingsrichting	• Is het duidelijk welke oplossingen wenselijk zijn om de visie te realiseren? • Hebben deze oplossingen voldoende geloofwaardigheid en legitimiteit?
	5. Mobilisatie van financiële middelen en human capital	• Zijn er genoeg financiële middelen en 'human capital' om de gewenste oplossingen te ontwikkelen en op te schalen? • Zijn er voldoende middelen voor goed functioneren van sleutelprocessen?
	6. Sector coördinatie en organisatie	• Is er voldoende coördinatie tussen sector partijen om duurzame oplossingen te ontwikkelen en wordt de sector georganiseerd om deze oplossingen het nieuwe normaal te maken?
	7. Wetgeving en beleid aanpassen	• Worden wetgeving en beleid aangepast om nieuwe duurzame oplossingen te ontwikkelen en op te schalen, en het oude niet-duurzame systeem af te breken?

TransMissie© model

- De TransMissie sleutelprocessen bouwen voort op Duurzame Markttransformatie theorie¹ en de functies van Mission Driven Innovation Systems (MIS) theorie².
- **Let op!** Dit gaat om een concept versie van de sleutelprocessen en deze zullen nog verder uitgewerkt en onderbouwd worden.

Bronnen:

1. Simons, Lucas en Nijhof, André. (2020). "Changing the Game: Sustainable Market Transformation Strategies to Understand and Tackle the Big and Complex Sustainability Challenges of Our Generation."
2. Elzinga et al. (2020) "Het Missie-gedreven Innovatiesysteem: Uitbreiding 'Technologisch Innovatie Systeem'-raamwerk ter monitoring van de Circulaire Economie." *Working Paper*.

Verplichte minimumniveaus voor mobiele werktuigen per periode en per vermogenscategorie

Bijlage IV: Verplicht minimumniveau mobiele werktuigen

	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
Licht ('minimaterieel') (<19 kW)	geen eis	geen eis	100% ZE	100% ZE
Zeer licht (19-37 kW)	stage IIIa (IIIb bestaat niet)	stage IIIa ²⁾ (IIIb bestaat niet)	stage IIIa ²⁾ (IIIb bestaat niet)	100% ZE
Licht (37-56 kW)	stage IIIb ¹⁾	stage IIIb ²⁾	stage IIIb ²⁾	100% ZE
Middelzwaar materieel (56-130 kW)	stage IIIb ¹⁾	stage IV met roetfilter ³⁾	stage IV met roetfilter ³⁾	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Zwaar materieel (130-560kW)	stage IIIb ¹⁾	stage IV met roetfilter ³⁾	stage IV met roetfilter ³⁾	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) Zeer zwaar materieel (>560kW)	geen eis ⁴⁾	geen eis ⁴⁾	Katalysator en roetfilter	100% ZE in 2035-2040
Stationair (generatoren, battery packs)	stage IIIb ¹⁾ (tot 560 kW)	stage IV met roetfilter	100% ZE	100% ZE

1) Dit is in lijn met de DME minimalisatieplicht. Er kan onderbouwd van deze norm worden afgeweken, conform de Basis Inspectie Module Blootstelling aan dieselmotoremissies (DME) van Inspectie SZW.

2) Een alternatief voor de categorieën 19-37 en 37-56 kW is stage IIIb met gesloten roetfilter, waarmee hetzelfde emissieniveau wordt bereikt als stage V.

3) Stage IV met gesloten roetfilter heeft dezelfde emissienorm als stage V. Roetfilter is wel een aanvullende voorwaarde op het generieke stage IV-materieel.

4) Specialistisch materieel is complex, kent pas sinds kort en gedeeltelijk stage-eisen, en de verduurzaming vergt een lang en duur ontwikkeltraject.

De volgende basisniveaus niveaus zijn vastgesteld voor mobiele werktuigen per periode en per materieelgroep

Bijlage V: Basisniveau mobiele werktuigen (peloton)

	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
Licht ('minimaterieel') (<19 kW)	geen eis	geen eis	100% ZE	100% ZE
Zeer licht (19-37 kW)	stage IIIa ²⁾ (IIIb bestaat niet)	stage IIIa ²⁾ (IIIb bestaat niet)	100% ZE ³⁾	100% ZE
Licht (37-56 kW)	stage IIIb ²⁾	stage IIIb ²⁾	100% ZE ³⁾	100% ZE
Middelzwaar materieel (56-130 kW)	stage IIIb	stage IV met roetfilter ⁴⁾	stage IV met roetfilter ⁴⁾	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Zwaar materieel (130-560kW)	stage IIIb	stage IV met roetfilter ⁴⁾	stage IV met roetfilter ⁴⁾	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) Zeer zwaar materieel (>560kW)	geen eis ⁵⁾	geen eis ⁵⁾	Katalysator en roetfilter	100% ZE in 2035-2040
Stationair (generatoren, battery packs)	stage IIIb (tot 560 kW)	stage IV met roetfilter	100% ZE	100% ZE

1) Met 'katalysator' wordt bedoeld een effectieve SCR-katalysator. Met 'roetfilter' wordt bedoeld een werkend (gesloten) roetfilter.

2) Een alternatief voor de categorieën 19-37 en 37-56 kW is stage IIIa/b met roetfilter, waarmee hetzelfde emissieniveau wordt bereikt als stage V.

3) De haalbaarheid van de eis 100% ZE wordt nog onderzocht door TNO; indien niet haalbaar dan wordt de eis Stage V.

4) Stage IV met roetfilter heeft dezelfde emissienorm als stage V. Roetfilter is wel een aanvullende voorwaarde op het generieke stage IV-materieel.

5) Specialistisch materieel is complex, kent pas sinds kort en gedeeltelijk stage-eisen, en de verduurzaming vergt een lang en duur ontwikkeltraject.

De volgende ambitieniveaus zijn vastgesteld voor mobiele werktuigen per periode en per materieelgroep

Bijlage VI: Ambitieuus niveau mobiele werktuigen (koplopers)

	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
<i>Aandeel koploperprojecten (gemiddeld % v/h projectenportfolio v/e opdrachtgever)</i>	5%	50%	80%	95%
Minimumeisen aan het ingezette materieel				
Licht (<19 kW)	Geen	Geen	100% ZE	100% ZE
Licht (19-37 kW)	stage V met katalysator	stage V met katalysator	100% ZE	100% ZE
Licht (37-56 kW)	stage V met katalysator	stage V met katalysator	100% ZE	100% ZE
Middelzwaar materieel (56-130 kW)	stage IV met roetfilter ^{*)}	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	100% ZE
Zwaar materieel (130-560kW)	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	stage V (100% ZE in 2035)
Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) Zeer zwaar materieel (>560kW)	Maatwerk	Maatwerk	Met katalysator en roetfilter ^{*)}	100% ZE in 2035-2040
Stationair (generatoren, battery packs)	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	100% ZE	100% ZE
Ambitie ingroei Zero emissie materieel				
Percentage ZE verricht arbeid in een project (draaiuren x vermogen)	10-30%	30-70%	70-90%	90-100%

De volgende basis- en ambitieniveaus zijn vastgesteld voor bouwlogistiek per periode en per materieelgroep

Bijlage VII: Basis- en ambitieniveau bouwlogistiek

Basisniveau	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
N1 - Bestelbusjes	Euro 5	Euro 6/6d	100% ZE	100% ZE
N2 - lichte vrachtwagens	Euro V	Euro VI	Euro VI	100% ZE
N3 - zware vrachtwagens	Euro V	Euro VI	Euro VI	Euro VI

Ambitieuus niveau	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
<i>Aandeel koploperprojecten (gemiddeld % v/h projectenportfolio v/e opdrachtgever)</i>	5%	50%	80%	95%
N1 - Bestelbusjes	Euro 5 50% ZE	100% ZE	100% ZE	100% ZE
N2 - lichte vrachtwagens	Euro V 10% ZE	Euro VI 50% ZE	100% ZE	100% ZE
N3 - zware vrachtwagens	Euro V 1% ZE	Euro VI 10% ZE	Euro VI 30% ZE	100% ZE