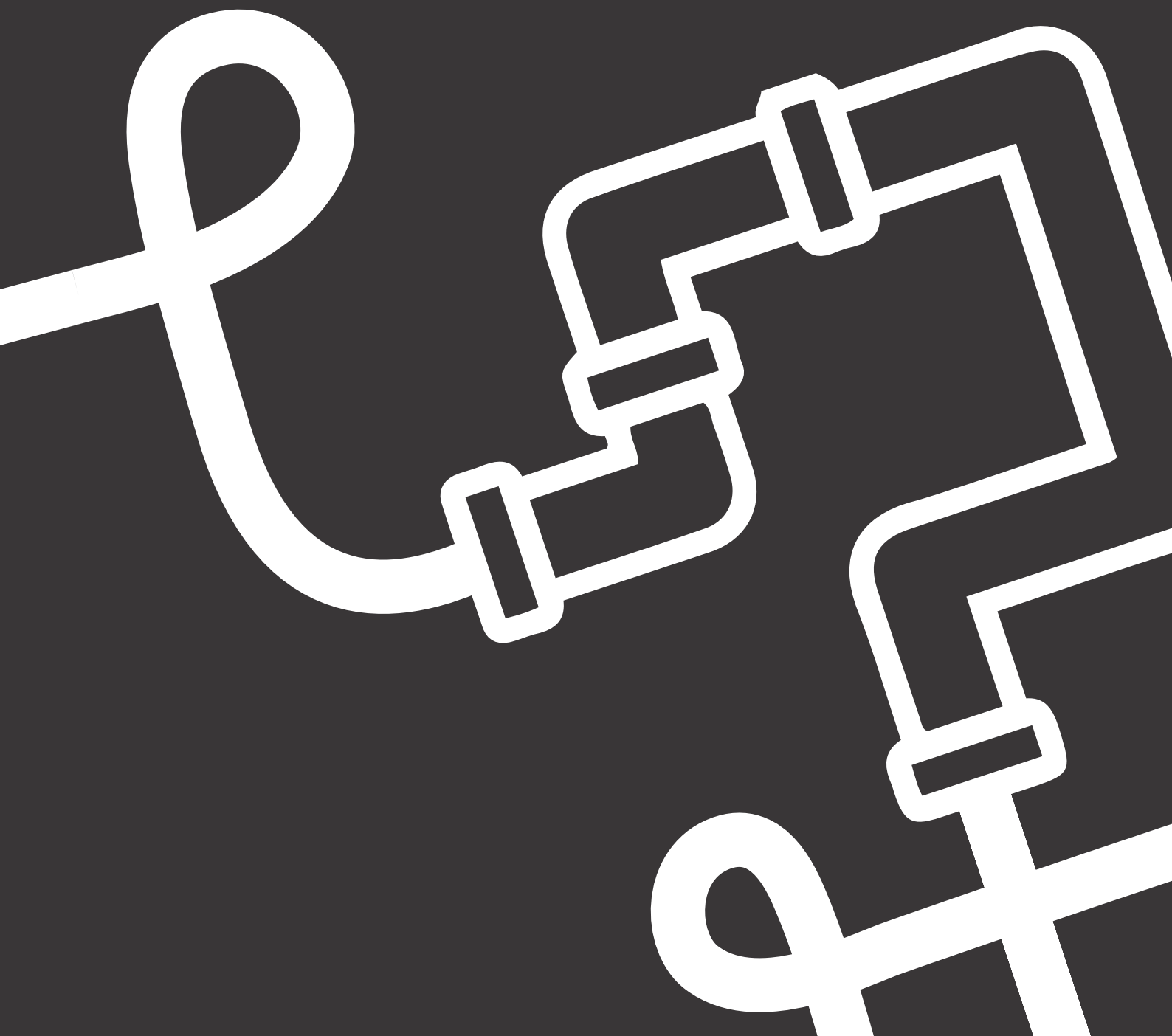


# Kennisarena kabels en leidingen: visie 2030

*Contouren van een praktisch onderzoeksprogramma  
voor de kabels-en-leidingenbranche*





# Kennisarena kabels en leidingen: visie 2030

*Contouren van een praktisch onderzoeksprogramma  
voor de kabels-en-leidingenbranche*



Mede door de toename in duurzame opwekking van energie is er een sterke groei te zien in de behoefte aan elektriciteitstransport. Het gebruik van elektriciteitsnetten zal hierdoor toenemen. Om overbelasting te voorkomen, is uitbreiding van de netten voor elektriciteitstransport noodzakelijk.

(Foto: Flickr/Nanda Sluijsmans)

# INHOUDSOPGAVE

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
HOOFDSTUK 1	
<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1. Aanleiding	9
1.2. Aanpak	13
HOOFDSTUK 2	
<b>De kaders</b>	<b>15</b>
2.1. Drie doelen	15
2.2. Vier mechanieken	17
2.3. Drie stappen	19
HOOFDSTUK 3	
<b>Invulling</b>	<b>23</b>
3.1. Doel: Efficiënt programmeren	24
3.2. Doel: Optimale ordening	26
3.3. Doel: Beheersbare en robuuste uitvoering	28
BIJLAGE A	
<b>Opgaven van de kabels-en-leidingenbranche</b>	<b>31</b>
BIJLAGE B	
<b>Tussenstand</b>	<b>33</b>
BIJLAGE C	
<b>Evaluatie van de koers</b>	<b>34</b>
<b>Colofon</b>	<b>36</b>



De uitrol van 5G vergt een substantiële uitbreiding van en investering in de onderliggende vaste netwerken. Er moeten meer antennes komen die dichterbij de consument staan. Om de grotere datastromen goed te kunnen verwerken, zullen bovendien de intelligentie (software) en de antennes met elkaar verbonden moeten worden met glasvezelverbindingen.

(Foto: Flickr/Roel Wijnants)

# SAMENVATTING

De Kennisarena kabels en leidingen heeft de afgelopen jaren geleid tot een flink aantal onderzoekstrajecten en kennisproducten. Met het oog op het behouden van samenhang, de toenemende urgentie en actuele ontwikkelingen is in dit document een visie geformuleerd voor een programma richting 2030.

In dit visiedocument worden drie concrete doelen beschreven die uiting geven aan de gevraagde overallstrategie voor aanleg, beheer en onderhoud van ondergrondse kabels en leidingen: 1) efficiënte programmering van werkzaamheden, zodat transities zo effectief mogelijk worden doorlopen, 2) optimale ordening, waarbij ruimteclaims op elkaar worden afgestemd om de gebruikswaarde van de ondergrond zo groot mogelijk te maken, en 3) beheersbare en robuuste uitvoering, wat het minimaliseren van de impact op de omgeving omvat. Onder dit laatste doel valt het beperken van hinder, het voorkomen van schade en het behalen van duurzaamheidsdoelstellingen.

Er zijn vier 'mechanieken' vastgesteld die geadresseerd moeten worden in het programma: een systeemgerichte aanpak, faciliterend beleid, nieuwe methodieken en een gedeelde informatiedatabase. Deze mechanieken grijpen in elkaar en zijn grotendeels overlappend en complementair. Ze moeten er gezamenlijk voor zorgen dat een samenhangende aanpak ontstaat.

Om de doelstellingen te bereiken, worden drie stappen onderscheiden. Eerst is het van belang om de richting helder te hebben: wat zijn de knelpunten precies, welke oplossingsrichtingen zijn kansrijk, wat zijn essentiële aandachtspunten? Vervolgens kan worden gewerkt aan het uitwerken van oplossingen en het ontwikkelen van instrumenten. De laatste stap is het breed in de praktijk (laten) toepassen van de ontwikkelde kennis en middelen.

In dit visiedocument wordt ook een eerste aanzet gegeven voor de invulling van het programma. De projecten die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd, passen binnen de gestelde kaders en hebben ook inzicht gegeven in verdere behoeften. Hiermee is er al een 'basisopzet' voor het programma. Aan de hand hiervan gaat het COB in 2024 in gesprek met stakeholders over de invulling van het programma.

### Over het COB

Het COB (opgericht in 1995) is een netwerkorganisatie gericht op het verzamelen, ontwikkelen en ontsluiten van kennis over en gerelateerd aan ondergronds ruimtegebruik. De organisatie zelf is klein en het netwerk groot: de kennisontwikkeling vindt altijd plaats in gezamenlijkheid. Het COB werkt met en voor alle partijen die een rol spelen in de ontwikkeling van het ondergronds bouwen, zoals grote opdrachtgevers, overheden, ingenieurbureaus, bouwers, onderzoeksinstellingen en toeleveranciers. Al deze partijen zijn betalend participant of platformlid.

Het COB ziet gezamenlijke kennisontwikkeling als een belangrijk middel om de kwaliteit van ondergronds ruimtegebruik te versterken. Participanten werken binnen het COB samen vanuit de inhoud; niet als onderlinge concurrenten, maar als partijen die samen, pre-concurrentieel, werken aan oplossingen die voor hen allemaal van waarde zijn.

Het COB organiseert kennisdeling binnen platforms, en initieert en begeleidt onderzoeksprojecten. Hierbij komen zowel technische als niet-technische onderwerpen aan bod. De resultaten worden actief gedeeld in het netwerk, onder meer via bijeenkomsten, publicaties en de kennisbank.



8

### Over stichting Mijn Aansluiting

Mijn Aansluiting is een samenwerkingsverband van netbeheerders die het aanvragen en beheren van aansluitingen op nutsvoorzieningen in heel Nederland efficiënter en klantvriendelijker willen organiseren. Het gaat om aansluitingen op de ondergrondse infrastructuur, zoals elektriciteit, water, stadswarmte, media (zoals televisie, internet en telefoon) en in beperkt gebied ook riool.

Met een klein team van specialisten ontwikkelt Mijn Aansluiting uniforme processen en klantvriendelijke IT-diensten voor een efficiënte aansluitketen. Mijn Aansluiting is dé versneller voor landelijke samenwerking in de ondergrondse infrastructuursector. De organisatie biedt veilige en toekomstbestendige IT-systemen en initieert waardevolle samenwerkingen.

De deelnemers zijn regionale netbeheerders, waterbedrijven en de grootste netbeheerders voor media en communicatie. Zij zijn vertegenwoordigd in het algemeen en dagelijks bestuur en hebben directe invloed op de ambities en activiteiten. De activiteiten worden gefinancierd door bijdragen van de deelnemers en gebruikers van diensten.

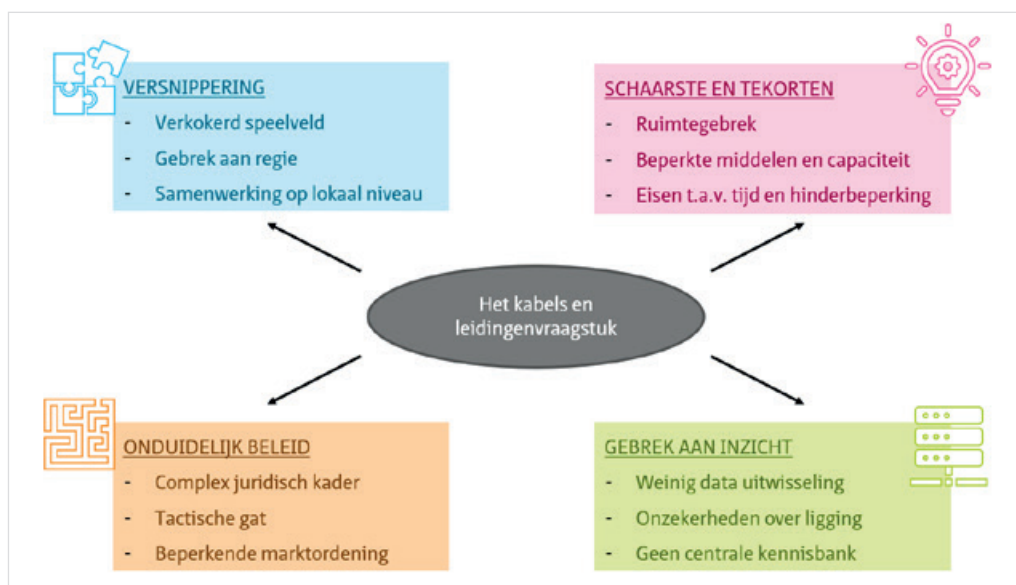




# INLEIDING

## 1.1 Aanleiding

In 2018 is door het COB-netwerk in het cahier **Common ground voor ondergrondse infrastructuur** geconstateerd dat maatschappelijke opgaven zoals de energietransitie, uitrol van glasvezel en de grote vraag naar woningen, zorgen voor een enorme behoefte aan een samenhangende strategie voor kabels en leidingen. De verkokering van de branche, de complexe wet- en regelgeving, het toenemende gebrek aan ruimte, middelen en capaciteit en het gebrek aan (uitwisseling) van data en inzichten zorgen ervoor dat de traditionele manier van werken niet langer een optimaal en duurzaam resultaat garandeert. Het ondergrondse ruimtegebruik en de afstemming met bovengrondse ontwikkelingen vergt meer regie, visie en coördinatie op strategisch niveau om ervoor te zorgen dat alle infrastructuur toekomstbestendig zal worden aangelegd en beheerd. Zie voor nadere toelichting [BIJLAGE A](#).

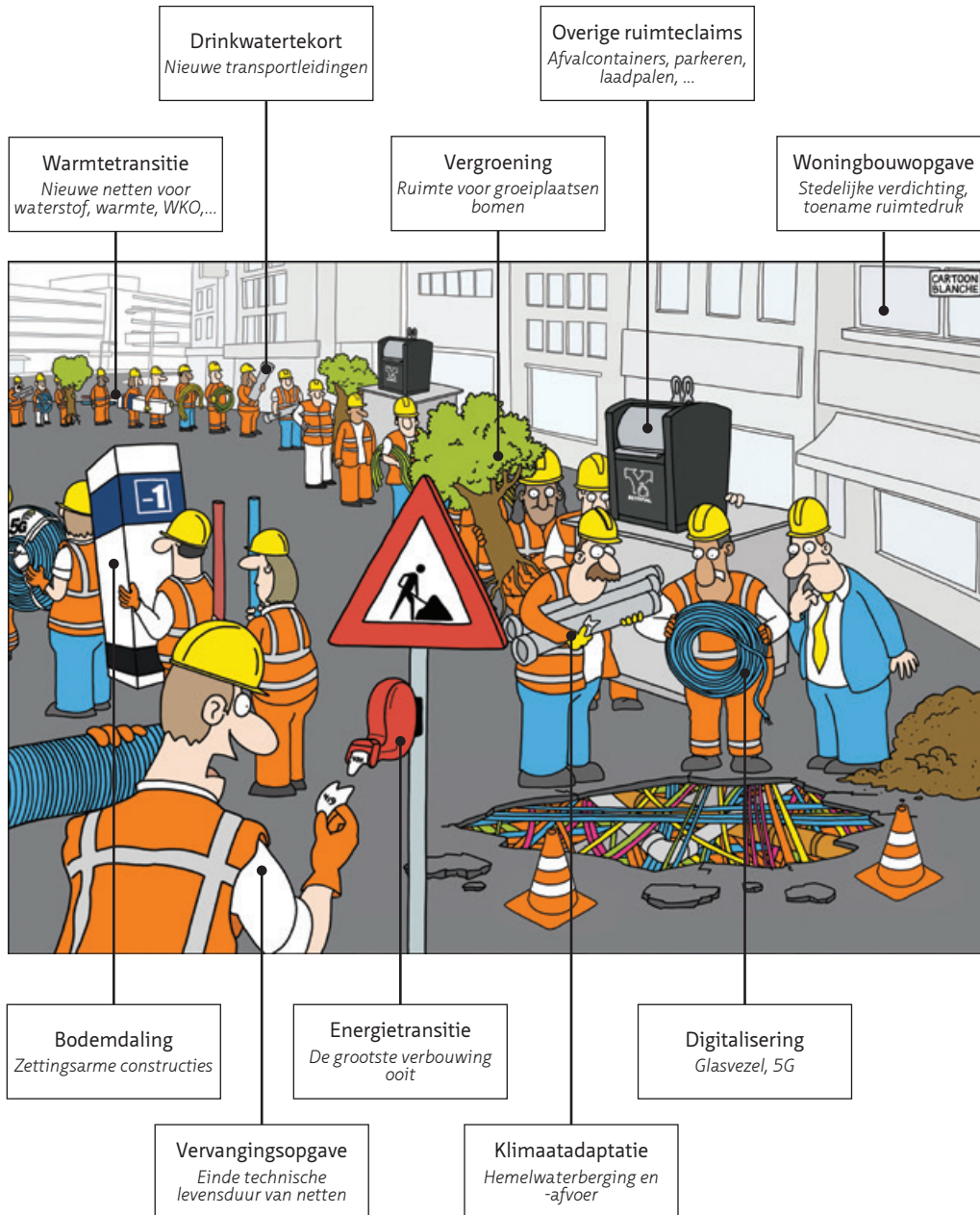


Figuur 1.1 / Complexiteit van het kabels-en-leidingenvraagstuk.

Sinds 2019 werken het COB en stichting Mijn Aansluiting – met steun van het **Gemeentelijk platform kabels en leidingen (GPKL)** – in de Kennisarena kabels en leidingen gezamenlijk aan antwoorden op de hierboven beschreven uitdagingen. Er is inmiddels een behoorlijk aantal onderzoeken in gang gezet en afgerond (zie [BIJLAGE B](#)). De opgeleverde kennisproducten bieden ondersteuning bij een overallstrategie voor aanleg, onderhoud en beheer van kabel- en leidinginfrastructuur.

De onderzoeksresultaten, het aantal gebruikers van de eindproducten, de betrouwbare project-financiers én deelnemers aan de onderzoeksprojecten geven aan dat de Kennisarena inmiddels succesvol genoemd mag worden (zie ook [BIJLAGE C](#)). Het opknippen van ingewikkelde vraagstukken in behapbare brokjes en hiervoor samen met alle stakeholders oplossingen zoeken, blijkt een goede manier om stappen te maken.

Nu de basis is gelegd, is het zaak om een heldere koers te bepalen tot het jaar 2030. Het is belangrijk om de samenhang te bewaken tussen de verschillende thema's (ontwikkellijnen) en een herijking te doen op basis van actuele trends en ontwikkelingen. Beleidsvorming zoals het **Programma bodem en ondergrond** en de hieraan gekoppelde ambitie om **water en bodem sturend** te maken bij ruimtelijke ontwikkelingen, zorgt voor een vraag naar meer gestructureerde kennisontwikkeling.



Figuur 1.2 / Globaal overzicht van enkele maatschappelijke opgaven die impact hebben op de ondergrond en ondergrondse kabels en leidingen. (Illustratie: Cartoon Blanche)

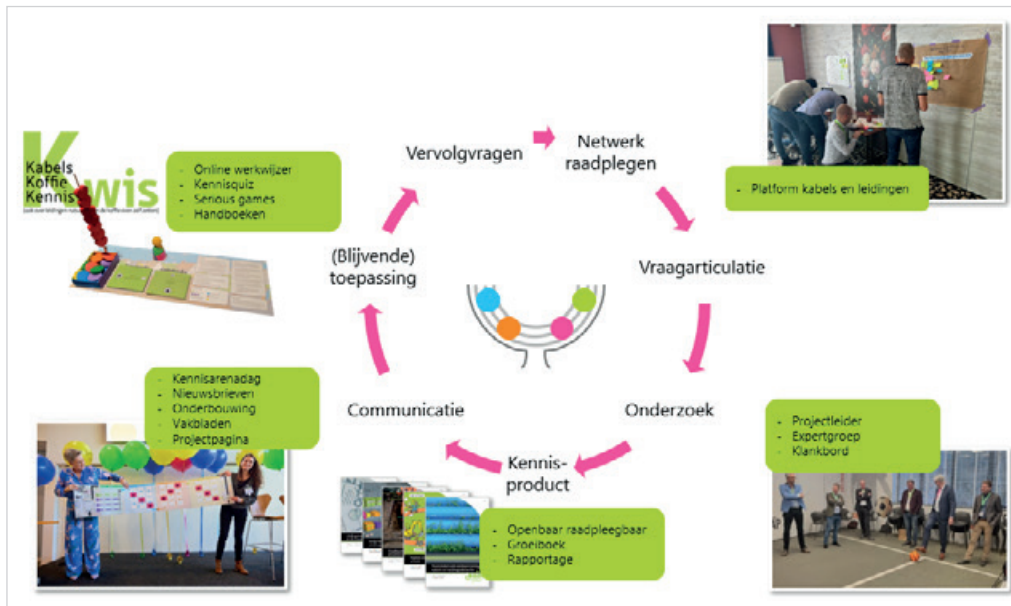
Daarnaast is er sprake van een toename aan overlegtafels en kennisnetwerken die zich bezighouden met de ondergrond. Deze netwerken vertegenwoordigen soms de hele branche, maar bedienen soms ook een enkele groep stakeholders. Ook zijn ze vaak thema-specifiek, zoals het **Kabel-en-leidingoverleg (KLO)** voor graafschadepreventie, de coalities **Groene netten** en **Blauwe netten** voor verduurzaming, **Strategische samenwerking waterbeheerders en netbeheerders (SSWN)** voor leidingen in en rondom waterkeringen en de **NEN-commissie voor ondergrondse ordening**. Hierbij ontstaat het risico op dubbel werk, ondersneeuwen van aandachtspunten, verwarring en tegenstrijdige conclusies. Bovendien is het een gemiste kans op het gebied van krachtenbundeling en samenhang. Om die reden is het wenselijk om de Kennisarena een meer centrale plek te geven waar kennisinstellingen gezamenlijk onderzoek verrichten en kennis gratis en openbaar raadpleegbaar ter beschikking wordt gesteld.

De Kennisarena is bij uitstek een kennisplatform voor de branche als geheel – voor netbeheerders, overheden, marktpartijen en kennisinstututen – omdat zowel het COB als Mijn Aansluiting gezamenlijke kennisontwikkeling als uitgangspunt hebben (zie ook de kaders op [PAGINA 6](#)). Beide organisaties werken al jaren aan sectorbrede opgaven en beschikken bovendien over een actief netwerk waarin alle stakeholders en alle lagen vertegenwoordigd zijn. Dit maakt de Kennisarena dé plek om strategische doelstellingen te verbinden met operationele problemen en omgekeerd.

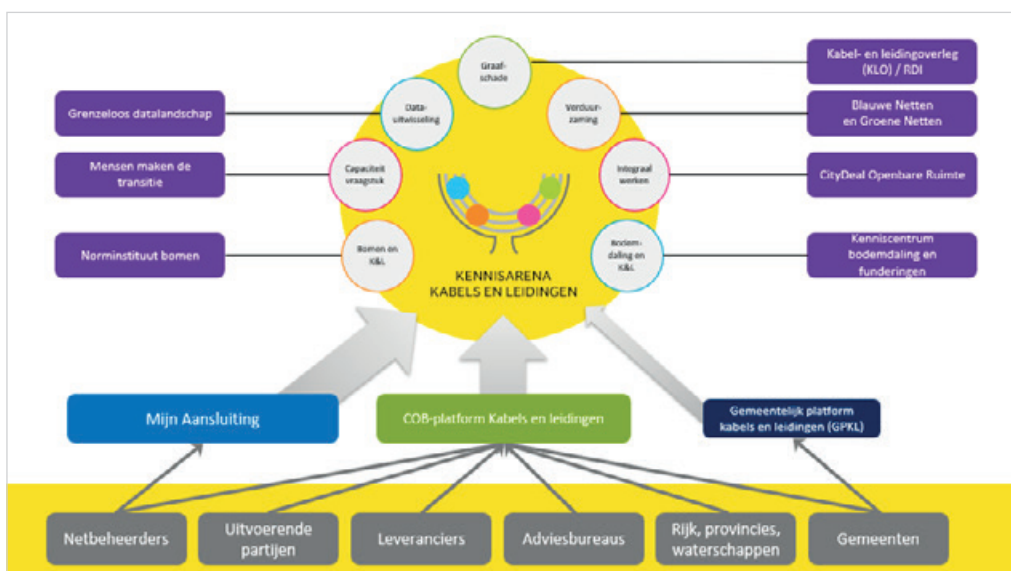


Figuur 1.3 / De vijf redenen om een visie op te stellen voor de Kennisarena kabels en leidingen.

Voor de Kennisarena is een positie weggelegd om de ontwikkelingen in de branche met elkaar in samenhang te brengen en te komen tot oplossingen die door alle stakeholders worden gedragen: Welke beleidssturing en regelverandering zijn er nodig om toepassing van nieuwe werkwijzen te faciliteren? Aan welke innovaties is er behoefte, bijvoorbeeld op het vlak van uitwisseling van data, om samenwerking en een integrale aanpak te bevorderen? Welke informatie is er nodig om goede afwegingen te kunnen maken op het gebied van ruimtegebruik en planning/fasering en hoe kan de beschikbaarheid van deze informatie worden gekoppeld aan beleid?



Figuur 1.4 / Visualisatie van de cyclische aanpak in de Kennisarena.



Figuur 1.5 / Wijze waarop de Kennisarena op dit moment verbindingen legt met andere kennisnetwerken.

## 1.2 Aanpak

Bij de totstandkoming van deze visie zijn de netwerken van het COB en Mijn Aansluiting betrokken; er zijn verdiepende gesprekken gevoerd over de huidige knelpunten en opgaven, opspelende behoeften en verwachte ontwikkelingen. In nauwe samenwerking met de deelnemers van het COB-platform Kabels en leidingen, de achterban van Mijn Aansluiting en de projectleiders en deelnemers van de onderzoeksprojecten is de gewenste kennisontwikkeling per doel in kaart gebracht.

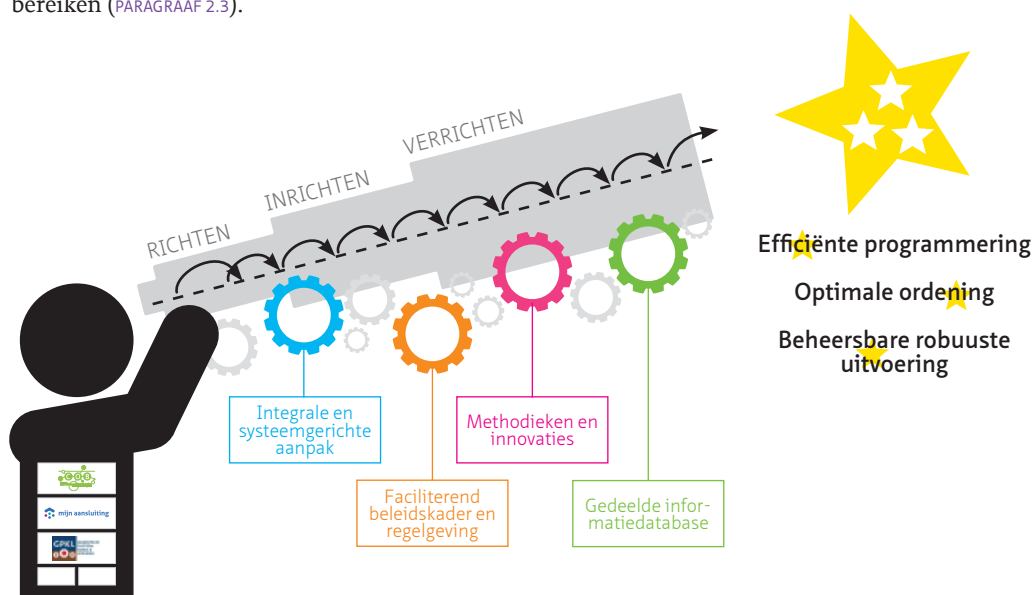
Daarnaast onderhouden de coördinatoren van de ontwikkelijnen intensief contact met gemeenten, netbeheerders, adviesbureaus, samenwerkingsverbanden en netwerkorganisaties. Met name de **Citydeal openbare ruimte (CDOR)** moet hierbij worden genoemd. Binnen CDOR is de afgelopen jaren door een aantal partijen gezamenlijk (ministeries, gemeenten en kennisinstellingen) gewerkt aan een integrale aanpak voor de ondergrond als geheel. Maar ook meerjarsamenwerkingen met het GPKL, het KLO, het **CROW**, **Bouwend Nederland** en brancheorganisaties hebben een goed beeld gegeven van de (kennis)behoeften van de branche.

**Een situatie uit de praktijk**

Behoeftte aan efficiënte programmering kan het beste worden geïllustreerd aan de hand van de warmte-transitie. Veel aardgasleidingen zijn verouderd en moeten vervangen worden. Het kan voorkomen dat een gasleiding wordt vervangen, terwijl in het kader van de warmtetransitie in dezelfde wijk is bedacht om een warmtenet aan te leggen zodat men 'van het gas af' kan gaan. Het is hier dus van belang om het warmtenet aan te leggen vóórdat de noodzaak zich aandient om de gasleidingen te vervangen, om een (enorm) vervroegde afschrijving te voorkomen. Tegelijkertijd kan de aanleg van een warmtenet worden bemoeilijkt door de aanwezigheid van waterleidingen in de nabijheid van de warmteleidingen. Om onwenselijke opwarming van het drinkwater tegen te gaan, is het wenselijk dat het drinkwaterbedrijf de geplande vervanging van het drinkwaternet vervroegd uitvoert, zodat de leidingen op een betere plek kunnen worden gelegd. Al met al ontstaat een grootschalige ingreep die het beste gecombineerd kan worden met gepland onderhoud van de openbare ruimte door de gemeente.

## DE KADERS

De visie voor de Kennisarena richting 2030 is gevisualiseerd in [FIGUUR 2.1](#). Hierin is te zien dat er wordt toegewerkt naar drie doelen ([PARAGRAAF 2.1](#)) en dat daarvoor wordt ‘gedraaid’ aan vier mechanieken ([PARAGRAAF 2.2](#)). Ook is zichtbaar dat er drie stappen worden onderscheiden om de doelen te bereiken ([PARAGRAAF 2.3](#)).



Figuur 2.1 / Doelstellingen, mechanieken en stadia die de kaders vormen voor het programma van de Kennisarena richting 2030.

15

### 2.1 Drie doelen

Vanuit de analyse (zie inleiding en [BIJLAGE A](#)) en ervaringen opgedaan binnen de Kennisarena zijn er drie doelen voor 2030 geformuleerd. De doelen zijn sterk met elkaar verweven: programmeren, ordenen en beheersbaar (hinderarm) uitvoeren kunnen niet als losstaand van elkaar worden gezien. Vaak kan bijvoorbeeld een optimale ondergrondse ordening alleen worden bereikt door gelijktijdig de opgaven uit te voeren, en dankzij een logische ondergrondse ordening zijn netten beter bereikbaar en is de ligging beter voorspelbaar, hetgeen bijdraagt aan het minimaliseren van hinder en graafschade. Hieronder wordt elk doel nader toegelicht.

#### 2.1.1 Efficiënte programmering

Hierbij hebben met name de factoren ‘tijd’ en ‘capaciteit’ een belangrijke betekenis: hoe kunnen de werkzaamheden zo worden geprogrammeerd dat de uitvoering haalbaar en maakbaar wordt, en effectief gebruik kan worden gemaakt van de beschikbare capaciteit?

#### Wenkend perspectief:

*In het jaar 2030 worden de benodigde interventies binnen het openbare domein zoveel mogelijk gelijktijdig of in een logische volgorde uitgevoerd, door de opgaven integraal te programmeren en adaptief te plannen. Dankzij een uniform informatiemodel, een ondersteunende community en uitgewerkte standaardinstrumenten is integraal afstemmen en programmeren niet langer voorbehouden voor grote gemeenten. Hierdoor worden overal in Nederland koppelkansen optimaal benut waardoor doelstellingen op het gebied van energietransitie, waterberging, bereikbaarheid en een betere (ondergrondse) ordening binnen bereik komen. Dankzij transparantie over data, interventiecycli en planningsbeslissingen ontstaat een dashboard voor gebiedsregisseurs om vanuit een gezamenlijk belang planningsbeslissingen te nemen die de individuele belangen overstijgen. De financiële en juridische kaders zijn niet langer belemmerend maar faciliterend dankzij prikkels die aansporen tot samenwerking en schuiven met plannings.*



Figuur 2.2 / In 2021 en 2023 vond op de KNVB Campus in Zeist de Kennisarenadag plaats om alle deliverables en lopende projecten met de sector te delen. (Foto's: Vincent Basler)



### 2.1.2 Optimale ordening

Hierbij gaat het met name om de factor ‘ruimte’. Steeds vaker komt het voor dat inpassingsproblemen ontstaan doordat meerdere objecten een claim leggen op dezelfde ruimte. Niet alleen ontwikkelingen op het gebied van de aanleg en uitbreiding van kabel- en leidingnetten spelen hierbij een rol, maar ook bomen, hemelwaterinfiltratie en -berging, zettingsarme materialen, mobiliteit, aangenaam verblijf en afvalopslag. Er is sprake van een wisselwerking in en tussen de bovengrond, de ondiepe ondergrond en de diepe ondergrond.

#### Wenkend perspectief:

*In 2030 heeft de ondergrondse ordening een zwaar toetsingskader gekregen in de ruimtelijke onderbouwing van plannen en bij het toekennen van vergunningen. Hierdoor is planologie niet langer beperkt tot het bestemmen van de bovengrondse functies: de ondergrond wordt in samenhang gezien en is indien nodig sturend. Voor het ruimtelijk inpasbaar maken van opgaven is een breed instrumentarium beschikbaar waarbij gebiedsbeheerders functies op slimme wijze kunnen combineren. Dankzij sturing op financiën en faciliterende richtlijnen en regelgeving komen technologische innovaties zoals bundelingssystemen sneller van de grond. Met behulp van een waarderingskader kan op straat-, buurt en stadsniveau een evenwichtige prioritering worden gemaakt. Ontwerptools zorgen ervoor dat tracés worden geoptimaliseerd en de straat efficiënt wordt geprofileerd.*

### 2.1.3 Beheersbare en robuuste uitvoering

Hierbij gaat het vooral over het managen van risico's, zoals het voorkomen van schade, hinder en andere omgevingseffecten (waaronder ook gebruik van grondstoffen en milieuimpact). Het streven is de impact van werkzaamheden te minimaliseren: op de bedrijfsvoering van andere netten, op de omgeving en op het milieu. Ook verduurzaming speelt hierbij een rol. Al bij de inwinning van grondstoffen voor materialen en inkoopprocessen die de wijze van uitvoering sturen, moet er aandacht zijn voor de lange termijn.

#### Wenkend perspectief:

*In 2030 vindt aanleg en beheer van kabel- en leidingnetten op een zo duurzaam mogelijke wijze plaats, waarbij de impact op het milieu op het gebied van emissie, afvalstoffen en schade aan biodiversiteit minimaal is. Daarbij is de kans op vermijdbare graafschades tot een minimum afgenomen door een betere samenwerking binnen de graafketen en betere registratie van de ligging van netten. De hinder en overlast voor de omgeving zijn zo beperkt mogelijk dankzij verplichte coördinatie, efficiënte uitvoering en optimale benutting van beschikbare voorbereidings- en uitvoeringscapaciteit.*

17

## 2.2 Vier mechanieken

De mechanieken zijn manieren om de doelen binnen bereik te brengen. De mechanieken hebben een sterke onderlinge samenhang en zijn daarom uitgebeeld als raderen die in elkaar draaien. De mechanieken bouwen voort op de al bekende thema's van de Kennisarena waarin samenwerken, gedeelde belangen en leren van elkaar, centraal staan.

### 2.2.1 Integrale en systeemgerichte aanpak

Zoals uit de analyses blijkt (zie inleiding en [BIJLAGE A](#)) is het zaak om een integrale benadering te bevorderen. Het afzonderlijk uitvoeren van de opgaven past niet binnen de kaders van beschikbare ruimte, uitvoeringscapaciteit en financiële middelen. Hoewel dit een complexe transitie met heel veel betrokken partijen is, groeit de overtuiging dat de opgaven door afstemming efficiënter en meer integraal kunnen worden ontworpen en uitgevoerd.

Het is belangrijk om op te merken dat ‘integraal werken’ in deze context geen synoniem is voor ‘samenwerken’. Naast samenwerking is er behoefte aan sturing en regie, zodat situatiespecifieke afwegingen kunnen worden gemaakt en prioriteiten kunnen worden gesteld. Met name ter overbrugging van de kloof tussen strategie en de operatie is er nog werk aan de winkel. Om de systeemgerichte aanpak op een goede manier te kunnen regisseren, zijn beleidsinstrumenten nodig en moet een systeemsporg worden gemaakt op het gebied van wet- en regelgeving (zie volgende paragraaf).

### **Het versnipperde juridische landschap**

Het 'kabel- en leidingrecht' is ondergebracht in een breed palet aan centrale en decentrale wetten, regels en normen, verspreid over het publiekrecht en het privaatrecht. Op het gebied van aanleg- en liggingsrechten is er, ook ná invoering van de Omgevingswet, sprake van een ingewikkeld stelsel van opgelegde gedoogplichten, publiekrechtelijke instemmingen, privaatrechtelijke overeenkomsten en zakelijke rechten en alle bijbehorende gezagsverhoudingen en aanspraken op nadeelcompensatie van dien. Wetgeving als de WIBON (grondroerdersregeling) en de Telecommunicatiewet zijn erg themaspecifiek en op onderdelen ontstaat discussie over de interpretatie of rangorde. Ook zijn er normen en richtlijnen die in de rechtspraak zijn verheven tot invulling van wettelijke plichten, maar in andere gevallen is de status juist onduidelijk. Er is bovendien sprake van grote diversiteit aan regels en richtlijnen op decentraal niveau. Zoveel gemeenten, zoveel verordeningen, handboeken en nadeelcompensatieregelingen (in ieder geval in naamgeving, zie rapport Hulp bij richtlijnen) en bovendien verschillen ook de bestuurslagen onderling. Doordat men niet altijd weet waar men aan toe is op het gebied van lokale regels, worden deze niet altijd nageleefd. Soms is zelfs de handhaving gebrekkig, omdat er binnen een bestuursorgaan onduidelijkheid of tegenstrijdigheid is.

### **Betrouwbaarheid en bruikbaarheid van ligginginformatie in Nederland**

Hoewel Nederland dankzij het wettelijk vastgelegde KLIC-systeem tot een van de koplopers behoort als het gaat om registratie en ontsluiting van de ligging van kabels en leidingen, wordt de informatievoorziening nog altijd als problematisch ervaren. De KLIC-informatie is meestal niet volledig en bovendien is er nog te vaak sprake van afwijkende liggingen en niet-geregistreerde netten. Dit leidt tot schijnzekerheid, waardoor tijdens de uitvoering ongewenste verrassingen ontstaan met stagnatie en graafschade tot gevolg. Aangezien de grondroerdersregeling (WIBON) en de bijbehorende richtlijn vooral strekken tot het voorkomen van graafschade, laat bovendien de bruikbaarheid van de informatie voor het plan- en ontwerpproces soms te wensen over. Veel zorgplichten zijn gericht op het voorkomen van beschadiging, maar leiden tot impasses en onduidelijkheden tijdens de voorbereiding van een project.

### 2.2.2 Faciliterend beleid en regelgeving

Vanwege de sterke verkokering van het spelersveld, de verspreiding van taken en de versnippering van juridische en beleidsmatige kaders, is de ondergrond een plek geworden waar het recht van de sterkste lijkt te gelden of een ‘wie het eerst komt, het eerst maalt’-principe van toepassing is.

Voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Omgevingswet is reeds duidelijk dat ondergrondse infrastructuur een veel te kleine rol speelt in de wet. Hoewel de verschillende bestuurslagen en netbeheerders ieder zo hun eigen ideeën hebben over de inrichting van regietaken en de verantwoordelijkheden, zou een landelijke visie kunnen helpen bij de ondergrondse ordening en lokale visies, plannen en het toekennen van vergunningen.

### 2.2.3 Methodieken en innovaties

Gelet op de behoefte om afgewogen keuzes te maken op het gebied van plannen en programmeren en op het gebied van (ondergronds) ordenen, zal er vraag ontstaan naar methoden daarvoor. De derde mechaniek omvat daarom het ontwikkelen en toepassen van nieuwe methodieken en het aanjagen van innovatie, soms op basis van bestaande praktijken die op lokale schaal (al dan niet in usecases en proeftuinen) zijn ontwikkeld. Het kan hier gaan om praktische instrumenten (samenwerkingsstructuren, procesvoorschriften, werkwijzen en handelingsperspectieven) en handvatten voor de toepassing daarvan (bewustwording, gedragsverandering en van elkaar leren). Vooral daar waar het gaat om gedragingen en patronen die moeten worden doorbroken en ‘een nieuwe manier van denken’ wordt verwacht, ligt een grote opgave

### 2.2.4 Gedeelde informatiedatabase

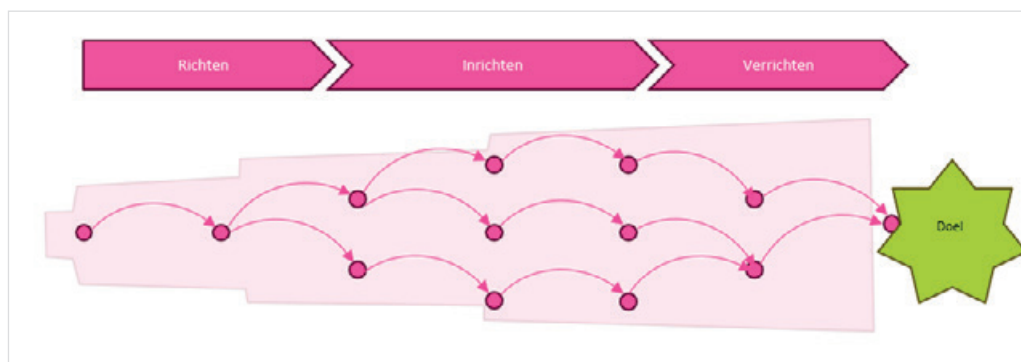
Om de juiste beslissingen te kunnen maken in transitieprocessen, is inzicht nodig, moet data worden verzameld en moet de kwaliteit van data worden verbeterd. Ook moeten databronnen ‘interoperabel’ worden gemaakt, zodat informatie beter kan worden uitgewisseld tussen de verschillende partijen. Hier richt het vierde mechaniek zich op. Door databronnen te verbinden en toe te werken naar standaarden en basisregistraties, wordt meer inzicht verkregen in onderlinge relaties, afhankelijkheden en conflicten in de ondergrond en kunnen nieuwe gebruikstoepassingen worden gevonden.

19

## 2.3 Drie stappen

Kortcyclische stappen met concrete deliverables (bestaande uit tussen- en eindresultaten) blijft het uitgangspunt voor de Kennisarena. Daarom zijn de routes naar de einddoelen verdeeld in drie stappen: richten, inrichten en verrichten. Op die manier kunnen we borgen dat we steeds werken aan het oplossen van het precieze probleem, dat we dit doen met de juiste partijen en dat we voor de oplossing de meest doelgerichte aanpak kiezen.

De stappen maken meerdere routes mogelijk naar het einddoel, waarbij de onderzoeksresultaten van een eerdere stap bepalend kunnen zijn voor de vervolgstap. De onzekerheden en de benodigde flexibiliteit om hiermee om te gaan, is visueel weergegeven in [FIGUUR 2.3](#).



Figuur 2.3 / Er zijn verschillende routes mogelijk naar een einddoel.

In de volgende subparagrafen worden de stappen uitgebreider toegelicht.

**Niet alleen**

Niet in alle gevallen kunnen de (eind)oplossingen volledig worden uitgewerkt binnen de context van de Kennisarena. Soms dienen de onderzoeken ertoe om politiek of bestuurlijk bewustzijn te creëren, of moeten er externe stakeholders worden gemobiliseerd die bijvoorbeeld een rol spelen bij het uitwerken van beleid, normen en wet- en regelgeving. De Kennisarena is in beginsel geen norminstituut, maar onderzoeken kunnen wel aanleiding geven om normen uit te werken of aan te passen. Ook kan het gebeuren dat gedragsveranderingen in de keten nodig zijn. Door integraal werken, beleidsvorming (en regelgeving), methoden en innovatie en informatiedeling binnen de Kennisarena met elkaar in samenhang te brengen, kunnen blokkades worden weggenomen en stimuli worden ingebouwd.

### 2.3.1 Richten

Door het intensieve contact dat er binnen de Kennisarena is met alle betrokkenen, kunnen we met elkaar knelpunten, belemmeringen én kansen identificeren waar draagvlak voor is. Met elkaar worden oplossingsrichtingen verkend en bekeken welke stappen daarvoor nodig zijn. De basis van het 'richtproces' is in 2018 al gelegd, in de vorm van het cahier 'Common ground voor ondergrondse infra'. Tijdens de totstandkoming hiervan is het vizier gericht op de problemen en vraagstukken die een overallstrategie voor de ondergrond in de weg staan. Sinds de start van de Kennisarena in 2019 wordt, door middel van het stapsgewijs doen van onderzoek en het uitvoeren van verkenningen, steeds duidelijker waar de knelpunten vooral zitten. In de richtfase gaat het ook om het in beeld brengen van oplossingsrichtingen en randvoorwaarden.

### 2.3.2 Inrichten

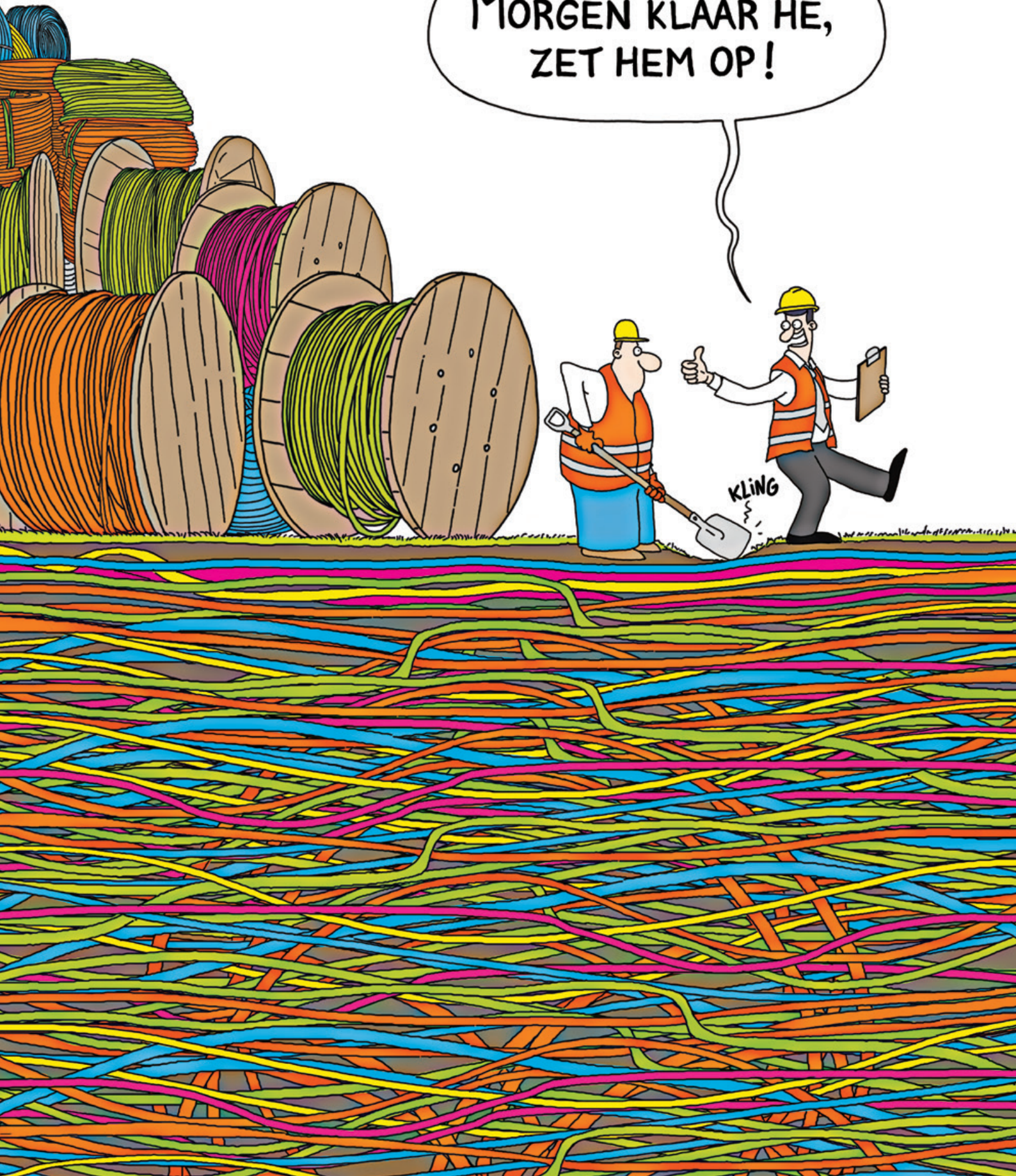
Zodra de vinger op de zere plek is gelegd, worden zo mogelijk alle stakeholders gemobiliseerd om de oplossingsstructuur nader uit te werken. Door het netwerk te betrekken worden breed gedragen oplossingen ontwikkeld voor alle betrokken stakeholders (overheden, netbeheerders, uitvoerende partijen, adviesbureaus en kennisinstellingen).

In veel gevallen vormt een 'best practice'-benadering het uitgangspunt voor een oplossing. Door het identificeren van bestaande praktijksituaties waarbij kansen worden benut of belemmeringen juist in de weg staan, kunnen belangrijke lessen worden opgeschreven.

### 2.3.3 Verrichten

Onder het verrichten wordt verstaan: het toepassen en opschalen van oplossingen in een brede (praktijk)situatie, dus overstijgend aan usecases en best practices. Dit omvat het zorgen voor doorwerking van kennis en de borging van toepassing in de praktijk. Hiervoor worden bijvoorbeeld serious games ontwikkeld. De resultaten uit de richt-fase (bevindingen, geleerde lessen, aanbevolen werkwijzen etc.) worden naar de praktijk gebracht. Locatie-overstijgende 'communities of practice' worden gevormd die een brede toepassing kunnen borgen. Hierbij blijven zowel 'maatwerkoplossingen' als 'algemeen toepasbare oplossingen' mogelijk: de Kennisarena beoogt landelijk toepasbare kennis tot stand te brengen, maar de individuele stakeholders (of lokale samenwerkingscoalities) moeten ook ondersteuning krijgen bij het toepassen van oplossingen in hun specifieke situatie.

MORGEN KLAAR HÈ,  
ZET HEM OP!



# INVULLING

HOOFDSTUK 2 heeft alle kaders voor het programma geschetst: de einddoelen waarnaar wordt toegevoerd, de mechanieken die daarbij een rol spelen en de stappen die van belang zijn. De projecten die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd, passen binnen deze kaders en hebben ook inzicht gegeven in verdere behoeften. Zodoende is er al een ‘basisopzet’ voor het programma. Deze opzet staat echter zeker nog niet vast; het COB gaat juist in gesprek met stakeholders over de invulling van het programma. De basisopzet die in dit hoofdstuk wordt gepresenteerd, kan gebruikt worden als beginpunt voor deze gesprekken.

In de volgende paragrafen zijn per doel onderzoeksthema’s/projecten geschetst voor alle mechanieken en stappen. Het schema hieronder toont de globale opzet:

Mechaniek	Stap			Doel
	Richten	Inrichten	Verrichten	
Integrale en systeemgerichte aanpak				Efficiënte programmering (PARAGRAAF 3.1)
Faciliterend beleid en regelgeving				
Methodieken en innovaties				
Gedeelde informatiedatabase				
Integrale en systeemgerichte aanpak				Optimale ordening (PARAGRAAF 3.2)
Faciliterend beleid en regelgeving				
Methodieken en innovaties				
Gedeelde informatiedatabase				
Integrale en systeemgerichte aanpak				Beheersbare en robuuste uitvoering (PARAGRAAF 3.3)
Faciliterend beleid en regelgeving				
Methodieken en innovaties				
Gedeelde informatiedatabase				

23

Belangrijk is om het volgende op te merken:

- De doelen zijn sterk met elkaar verweven (zie PARAGRAAF 2.1).
- Er hoeft geen sprake te zijn van een strikte chronologische volgorde van onderzoekstappen.
- Het gaat om voorspellingen waarbij een slag om de arm nodig is zodra verder in de toekomst wordt gekeken. Veranderende inzichten, kaders en ontwikkelingen kunnen een nieuw licht werpen op benodigde kennis(producten).
- De genoemde kennisthema’s kunnen uiteen vallen in meerdere onderzoeksprojecten, of er kan juist sprake zijn van één kennisproduct waarin meerdere thema’s tegelijk worden geadresseerd.

Figuur 3.1 / Er moet véél werk gebeuren in zeer korte tijd. (Illustratie: Cartoon Blanche)

### 3.1 Doel: Efficiënt programmeren

Het schema hieronder (zie ook volgende pagina) toont een mogelijke invulling van het doel 'Efficiënt programmeren'. Het COB gaat in gesprek met stakeholders om dit programma te toetsen en waar nodig bij te schaven. Bovendien is er voor veel thema's nog commitment en/of financiële steun nodig om de uitvoering mogelijk te maken.

Mechaniek	Stap		
	Richten	Inrichten	Verrichten
<b>Integrale en systeemgerichte aanpak</b>	<p><b>Inventarisatie samenwerkingsvormen</b></p> <p>Steeds vaker vindt op lokale en regionale schaal samenwerking en integrale afstemming plaats tussen netbeheerders en overheden. Hoewel er steevast grote verschillen bestaan tussen de kaders waarbinnen (en de omstandigheden waaronder) samenwerkingen ontstaan en de wijze waarop samenwerkingen worden ingevuld, kunnen leerzame ervaringen worden vastgelegd en ontwikkelde instrumenten worden hergebruikt. In het rapport <b>Vol vertrouwen vooruit</b> is een eerste inventarisatie gemaakt van samenwerkingsvormen. Er zijn sleutelfactoren geanalyseerd op basis van gesprekken met partners in ervaren samenwerkingsverbanden, die bestonden uit minimaal netwerkbedrijven van energie, gas en water, en een gemeente. Ook is gekeken naar wetenschappelijke modellen op het gebied van samenwerking. De inzichten hebben de basis gelegd voor vervolgstappen, zoals de ontwikkeling van de Samenwerkwijzer.</p> <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>	<p><b>Samenwerkwijzer</b></p> <p>Op basis van een analyse van bestaande samenwerkingsverbanden is de <b>Samenwerkwijzer</b> ontwikkeld. Dit instrument geeft stakeholders inzicht in de verschillende aspecten van hun samenwerking en biedt gerichte adviezen en tools. De Samenwerkwijzer geeft ook aandacht aan de zachte kant van samenwerking. Cultuur en gedrag zijn minstens zo belangrijk om een beweging in gang te zetten waarbij partijen elkaar opzoeken, oog hebben voor elkaars belangen en een integrale aanpak nastreven.</p> <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>	<p><b>Instrumentenbibliotheek en blauwdrukken</b></p> <p>Voor veel partijen betekent het ontstaan van verschillende, lokale samenwerkingsvormen dat er op een veelvoud aan borden moet worden geschaakt. Telkens zijn de afsprakenstelsels, <b>de gebruikte hulpmiddelen</b> (bijvoorbeeld op het gebied van gegevensuitwisseling) en de organisatie anders, waardoor er veel tijd en energie moet worden besteed aan het 'draaiende houden' van een samenwerking. Door binnen landelijke gemeenschappen te werken aan meer uniformiteit, kan de benodigde inspanning worden teruggesnoeid. De community horend bij de Samenwerkwijzer kan ondersteuning leveren bij het op meer consistente manier opstarten en doorontwikkelen van samenwerkingsinitiatieven. Daarnaast kunnen blauwdrukken helpen bij het opstarten van samenwerkingen, waarbij oog dient te zijn voor verschillende archetypen van samenwerkingen.</p> <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>
<b>Faciliterend beleid en regelgeving</b>	<p><b>Belemmerende regelgeving voor efficiënt programmeren in beeld</b></p> <p>Betrokkenen in de ondergrond zijn gebonden aan een afzonderlijke taakstelling die is vastgelegd in sectorale wetgeving. De wijze waarop de kabel- en leidingsector is ingericht (marktordening) en toezicht wordt gehouden, werkt niet altijd even faciliterend voor (de financiering van) een integrale aanpak. Door (juridische) belemmeringen <b>in beeld te brengen en te adresseren</b>, kan de organisatie van integraal afstemmen en programmeren in de praktijk worden verbeterd. Transitiefondsen op stedelijk niveau kunnen hierbij een rol spelen, maar ook landelijke kaders (regelgeving, marktordening, financiën) zijn gewenst om bijvoorbeeld een revolverend fonds voor voorinvesteringen te creëren.</p> <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>	<p><b>Ontwikkelen aanpak en uitwerken beleidskader</b></p> <p>Naar aanleiding van de geconstateerde belemmeringen in wet- en regelgeving (fase: richten) kan een concrete aanpak worden uitgewerkt waarbij de belemmeringen juist worden weggelaten en ondersteuning voor programmeren wordt gevonden in beleid en in wetgeving. Hierbij moet worden gedacht aan kaders voor een uniforme registratie van de ondergrond, maar ook aan een (financieel) instrumentarium om het efficiënt programmeren van opgaven te sturen en waar nodig afdwingbaar te maken</p>	

24





		Stap		
Mechaniek	Richten	Inrichten	Verrichten	
<b>Methodieken en innovaties</b>	<b>(Digitale) programmeertafels</b> Momenteel wordt op een aantal plaatsen in Nederland al ervaring opgedaan met integraal programmeren. De samenwerkingen tussen overheden en netbeheerders (soms ook projectontwikkelaars en woningcoöperaties) worden gevormd op lokaal of regionaal niveau en hierbij is sprake van een grote variatie van aanpakken (zie 'integrale aanpak: inventarisatie afstemmingsvormen'). Standaardisatie en uniformering van methoden en processen kan de efficiëntie verhogen. Ook is de ontwikkeling van tools wenselijk om data uit te wisselen, koppelkansen inzichtelijk te maken en een integrale aanpak te 'managen'. Een sectorbrede samenwerking kan programmeertafels tot stand brengen, inclusief digitale hulpmiddelen, voor alle omgevingen in Nederland.	<b>Verbinden en voorspellen van opgaven en ambities</b> In de huidige praktijk van integraal programmeren worden vaak koppelingen gezocht tussen opgaven die al zijn uitgewerkt tot concrete interventies (projecten) in de buitenruimte. Weliswaar vinden partijen elkaar al in een steeds vroeger stadium, waarbij in sommige gevallen tot tien jaar vooruit wordt gekeken, maar vaak worden koppelkansen geïdentificeerd aan de hand van 'vlekkenkaarten' waarbij projectcontouren met elkaar overlappen. Door kansen en ambities van verschillende stakeholders over elkaar te leggen, kan een integrale aanpak al worden bereikt vóórdat deze tot projecten zijn uitgekristalliseerd. Hierdoor kunnen opgaven nog slimmer met elkaar worden gecombineerd en komen businesscases voor een integrale aanpak sneller tot stand.	<b>Analytische tooling en algoritmes</b> De ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie en machine learning gaan enorm snel en de verwachting is dat de komende jaren kansen ontstaan op het gebied van het geautomatiseerd voorspellen en verbinden van opgaven. Doordat steeds meer data beschikbaar komt op het gebied van asseteigenschappen, levensduur en interactie tussen netwerken onderling en tussen netwerken en bovengrondse ontwikkelingen, wordt het voorspellen van uitbreidingsbehoeften en beheer-, onderhouds- en vervangingscycli steeds makkelijker. Algoritmen kunnen dan ingezet worden voor het in praktijk uitrollen van ontwikkelde, breed gedragen 'spelregels' en afwegingskaders.	
	<b>Gedeelde informatie-database</b>	<b>Uitwisseling door interoperabele systemen</b> De FAIR-aanpak uit <b>Samen digitaal in de ondergrond</b> is een goed vertrekpunt voor uitwisseling van gegevens tussen de betrokken stakeholders. Hierbij worden bestaande databronnen en systemen met elkaar verbonden door middel van een metadata-tussenlaag, zodat deze systemen interoperabel worden. Deze aanpak gaat uit van het 'data bij de bron'-principe en kan worden geïmplementeerd zonder systemen of datastandaarden aan te passen. Tegelijkertijd wordt de samenhang met andere ontwikkelingen op het gebied van datastandaardisatie (federatief datastelsel, Borius, Grenzeloos datalandschap, NLX) bewaakt.	<b>Data-uitwisseling van gegevens, kansen en ambities, (energie)strategieën</b> Om koppelkansen zo goed mogelijk te kunnen verzilveren, is transparantie over data, onderhoudscycli en plannings nodig. In de Kennisarena wordt de ontwikkeling van één geografisch informatiesysteem (GIS), waarin het assetbeheer van zowel de beheerders van de openbare ruimte (zoals het Rijk, de provincies, de gemeenten en waterschappen) als die van de netbeheerders zijn opgenomen, ondersteund. Door het systeem een-op-een te koppelen aan het Digitaal Stelsel Omgevingswet (DSO) ontstaat voor netbeheerders waardevolle informatie over koppelkansen, terwijl de besluitvormende bestuursorganen in hun ruimtelijke onderbouwing de assets van de stakeholders direct op hun dashboard zien en in overleg met de stakeholders het besluit kunnen baseren op de maximale maatschappelijke waarde.	<b>Dashboard gebiedsgerichte aanpak</b> Om de gebiedsgerichte aanpak te kunnen verankeren, dienen programmeertafels te worden voorzien van informatie over strategische ambities (kansenkaarten), maar ook over assets waardoor afwegingen kunnen worden gemaakt op basis van restlevensduur en capaciteit. Dankzij verbindingen met behoeften voor energiesystemen – zoals RES, (p)MIEK, NPE – en informatie over de huidige en toekomstige gebouwde omgeving kan 'energieplanologie' worden bedreven. Een dashboard voor gebiedsgerichte aanpak ondersteunt het maken van beslissingen omtrent interventiemomenten, levenscycli en ruimtelijke afwegingen.

25



### 3.2 Doel: Optimale ordening

Het schema hieronder (zie ook volgende pagina) toont een mogelijke invulling van het doel 'Optimale ordening'. Het COB gaat in gesprek met stakeholders om dit programma te toetsen en waar nodig bij te schaven. Bovendien is er voor veel thema's nog commitment en/of financiële steun nodig om de uitvoering mogelijk te maken.

Mechaniek	Stap		
	Richten	Inrichten	Verrichten
<b>Integrale en systeemgerichte aanpak</b>	<p><b>In beeld brengen van inpassingsknelpunten</b></p> <p>"De ondergrond zit vol" is een steeds vaker gehoorde uitspraak. Maar in welke situaties komt dit voor, of is dit in de toekomst te verwachten? Welke functiebehoeften dragen hieraan bij? Welke omstandigheden hebben bijgedragen aan het ontstaan van de problematiek? Hoe functioneren de kaders en instrumenten die (zouden moeten) sturen op een goede inrichting? De interacties tussen de gebruiksfuncties aan de hand van voorbeeldsituaties moeten in beeld worden gebracht, zodat de probleemstelling wordt scherpgesteld.</p> <p style="text-align: right;"><b>6</b></p>	<p><b>Uitwerken waarderingskader en beslisboom ordeningsprincipes</b></p> <p>Voorschriften en normen over de ondergrondse inrichting hebben vaak betrekking op nieuwbouwsituaties. In bestaande straatprofielen moeten andere afwegingen worden gemaakt en vaker een beroep worden gedaan op maatwerk of 'out-of-the box'-oplossingen. Ook zullen ambities en behoeften op een ander schaalniveau moeten worden beoordeeld (een wijk of gebied in plaats van de straat), omdat niet alles overal kan. Er zijn waarderingskaders en instrumenten nodig die handvatten bieden bij het ontwerpproces, het sturen op functiecombinaties en het maken van concrete afwegingen.</p>	<p><b>Planologie van de ondergrond</b></p> <p>Het huidige instrumentarium binnen de Omgevingswet biedt mogelijkheden om te sturen op het bestemmen van ondergrondse ruimtegebruik, maar niet op een manier die vergelijkbaar is met de bovengrond. Planologische methoden en instrumenten moeten voor een integrale benadering van boven- en ondergrond worden toegepast. Hier hoort het bestemmen van functies en het reserveren van ruimteclaims voor toekomstige voorzieningen bij. Planologie van de ondergrond wordt daarmee een staande praktijk die even vanzelfsprekend is als het ordenen van de bovengrond.</p>
<b>Faciliterend beleid en regelgeving</b>	<p><b>Belemmerende regelgeving voor ondergrondse ordening</b></p> <p>Regelgeving is vanuit drie lagen ingericht: bovengrond, ondiepe ondergrond en diepe ondergrond. Een besluit in de ene laag werpt zonder afstemming snel drempels op voor een ander niveau. Om te kunnen bepalen waar precies de frictie precies zit, willen we stapsgewijs onderzoeken waar we in de praktijk tegenaan lopen, de conclusies in verschillende soorten drempels rangschikken en per soort een oplossingsrichting beschrijven.</p>	<p><b>Instrumentarium voor gebiedsbeheerders</b></p> <p>Er wordt op de drie sporen onderzoek uitgevoerd naar oplossingsrichtingen voor belemmerende regelgeving: kennislacunes, interpretatieverschillen en harmonisatieconflicten. Er wordt gezocht naar bestaand instrumentarium, opleidingen en voorstellen gemaakt om nieuw materiaal te ontwikkelen.</p>	<p><b>Toetsingskader ondergrond in de Omgevingswet</b></p> <p>Ingezet vanuit beleid ten aanzien van de bodem en ondergrond zijn een aantal ingrijpende wijzigingen gewenst op het gebied van regie. Bij voorkeur worden deze in de toekomst verankerd in de Omgevingswet, zodat de ondergrondse ordening een zwaar toetsingskader kan krijgen in de ruimtelijke onderbouwing van visies, plannen en het toekennen van vergunningen.</p>

26



		Stap	
Mechaniek	Richten	Inrichten	Verrichten
<p><b>Methodieken en innovaties</b></p>	<p><b>Inventarisatie bundelingstechnieken (groeiboek)</b></p> <p>Op de conventionele manier kabels en leidingen aanleggen in de ondergrond levert steeds vaker inpassingsproblemen op. Om die reden wordt gezocht naar innovatieve aanlegmethoden, zoals utility ducts, verticale rekken en andere bundelings-technieken. Het <b>groeiboek Bundelings-technieken</b> vormt een vertrekpunt voor een verkenning van systeeminnovaties en mogelijkheden tot opschaling van de toepassing ervan</p>	<p><b>Ontwikkelen systeeminnovaties voor ordeningsvraagstukken</b></p> <p>In de praktijk komen toepassingen van bundelingstechnieken moeilijk van de grond. Er zijn prikkels nodig om medegebruik van voorzieningen te bevorderen. Veelal zijn dit juridische of financiële prikkels, omdat het mechanisme van de Telecommunicatiewet in de praktijk maar beperkt werkt. Er kunnen ook andere innovatietrajecten in gang worden gezet, zoals waterbergende wegen, kabel- en leidingtracés onder achterpaden, onder woningen of aan gevels etc.</p>	<p><b>Inzet multidisciplinaire ontwerpools en toepassing innovaties</b></p> <p>De optimale inrichting van de ondergrond wordt bepaald door een verzameling aan eisen en randvoorwaarden op het gebied van bereikbaarheid, toegankelijkheid, interferentie en interactie met andere functies, liggingszekerheid, aanlegkosten en andere factoren. Het monodisciplinair berekenen van optimale tracés is dankzij de toegenomen rekenkracht van computers steeds beter mogelijk. In de nabije toekomst is een sprong te verwachten naar multidisciplinaire ontwerpools die op basis van verschillende parameters het optimale straatprofiel (met maximale maatschappelijke waarde) kunnen bepalen. De Kennisarena kan bijdragen aan het gezamenlijk bepalen van de parameters en de spelregels, zodat de markt in staat wordt gesteld om tools te ontwikkelen en toe te passen.</p>
	<p><b>Gedeelde informatie-database</b></p>	<p><b>Onderzoek naar databehoeften en verbetering van registratie</b></p> <p>Bodemgegevens en informatie over kabels en leidingen zijn verspreid geregistreerd en opgeslagen in verschillende informatiemodellen. Met datastandaarden ten behoeve van integraal assetmanagement van objecten in de ondergrond (met een koppeling met bovengrondse openbare ruimte) kan een transitie worden gemaakt binnen de bouw- en beheersector naar datagestuurde werken en digitalisering.</p>	<p><b>Vastlegging data en integratie met standaarden en registraties</b></p> <p>Uitgangspunt is dat data wordt gebaseerd op uniforme standaarden en interoperabel is met bestaande systemen en informatievoorzieningen. Koppelingen met de Basisregistratie ondergrond (BRO) en het Informatiemodel kabels en leidingen (IMKL) lijken hierbij onmisbaar.</p>



### 3.3 Doel: Beheersbare en robuuste uitvoering

Het schema hieronder (zie ook volgende pagina) toont een mogelijke invulling van het doel 'Beheersbare en robuuste uitvoering'. Het COB gaat in gesprek met stakeholders om dit programma te toetsen en waar nodig bij te schaven. Bovendien is er voor veel thema's nog commitment en/of financiële steun nodig om de uitvoering mogelijk te maken.

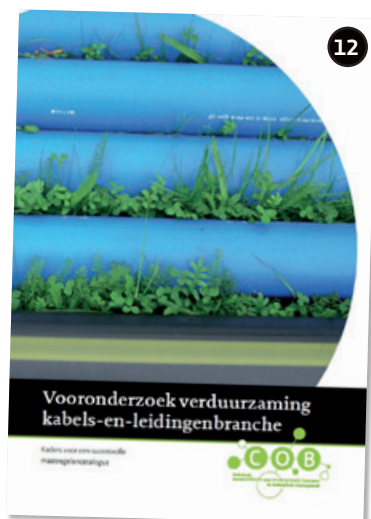
Mechaniek	Stap		
	Richten	Inrichten	Verrichten
<p><b>Integrale en systeemgerichte aanpak</b></p>	<p><b>Samen zonder schade – gedragsonderzoek in de graafketen</b></p> <p>Ondanks de invoering van wetgeving en een informatie-uitwisselingsysteem, is het aantal graafschade-incidenten in de afgelopen jaren steeds toegenomen. Indien er niks verandert aan de manier van werken in de graafketen, is de verwachting dat dit getal verder zal stijgen als gevolg van de forse toename aan graafwerkzaamheden vanwege de maatschappelijke opgaven in de ondergrond. Een verandering in de cultuur en werkwijze is nodig om het aantal graafschades terug te dringen. Binnen de Kennisarena heeft het onderzoek <b>Samen zonder schade</b> blootgelegd welke gedragingen in de keten precies aan de wortel liggen van het probleem.</p> <p style="text-align: right;"><b>8</b></p>	<p><b>Samen zonder schade toegepast</b></p> <p>Het project Samen zonder schade heeft mogelijke 'interventies' opgeleverd: oplossingsrichtingen om de kans op graafschade te verkleinen. Een aantal oplossingsrichtingen zal in samenwerking met de RDI verder worden uitgewerkt in het project <b>Samen zonder schade toegepast</b>. Door middel van proeftuinen wordt samen met de toezichthouder bekeken welke prikkels en stimuli daadwerkelijk een trendbreuk kunnen veroorzaken.</p> <p style="text-align: right;"><b>9</b></p>	<p><b>Toepassingen van stimuli voor ketensamenwerking</b></p> <p>De bevindingen uit de proeftuinen worden omgezet in actiegerichte trajecten, zoals de invoering van een beloningsmodel c.q. prestatieladder. Omdat deze trajecten zijn gericht op het 'willen', kan een mooie aanvulling worden geboden op het 'weten', 'kunnen' en 'moeten' uit de 'CROW 500 proof'-campagne. Met behulp van een samenhangende aanpak moet het haalbaar zijn om het aantal vermijdbare graafschades tegen 2030 fors te hebben teruggedrongen.</p>
<p><b>Faciliterend beleid en regelgeving</b></p>	<p><b>Inzicht in richtlijnen</b></p> <p>De veelheid aan lokale voorwaarden, regelgeving, verordeningen en richtlijnen op het gebied van kabels en leidingen zorgt voor veel onduidelijkheid in de uitvoering. Tenminste, dat is een veelgehoorde aanname. In het project <b>Hulp bij richtlijnen</b> is door het COB-netwerk onderzocht hoe het werkelijk zit met lokale regelgeving rondom kabels en leidingen. Vervolgens is de vraag: wat is er écht nodig om processen voorspelbaarder, en daarmee gestroomlijnder, te laten verlopen?</p> <p style="text-align: right;"><b>10</b></p>	<p><b>Proceslijn voorspelbare samenwerking</b></p> <p>Hulp bij richtlijnen heeft de basis gelegd voor de ontwikkeling van een proceslijn voorspelbare samenwerking. Het in kaart brengen van raakvlakken en de benodigde informatie-uitwisseling in projecten voor aanleg, vervanging of renovatie van ondergrondse infrastructuur – oftewel, het maken van een uniforme proceslijn –, kan de wereld van ondergrondse kabels en leidingen beter voorspelbaar maken. Het effectief inrichten van projectoverstijgende afstemmingsproces tussen netbeheerders en gemeenten is hiervoor een voorwaarde.</p> <p style="text-align: right;"><b>11</b></p>	<p><b>Stroomlijnen en versnellen vergunningenproces</b></p> <p>Binnen de Kennisarena worden samen met de markt procedures rondom vergunningen en instemmingen gestroomlijnd (bijvoorbeeld door het borgen van inspraak- en consultatiemomenten in het voorafgaande ontwerpproces en het verbeteren van informatie-uitwisseling).</p>

28



		Stap	
Mechaniek	Richten	Inrichten	Verrichten
<p><b>Methodieken en innovaties</b></p>	<p><b>Maatregelencatalogus verduurzaming (groeiboek)</b> Op het gebied van energie, materialen en biodiversiteit zijn er veel maatregelen bedacht die vaak nog niet sectorbreed worden toegepast vanwege belemmeringen voor grootschalige toepassing. In een groeiboek worden maatregelen gerangschikt en 'verrijkt' met kansen en belemmeringen waarmee een doorkijk wordt gegeven naar sectorbrede toepassing. Een <b>vooronderzoek</b> naar de randvoorwaarden voor een dergelijk groeiboek is al uitgevoerd.</p>	<p><b>Aanpak kansen en belemmeringen voor verduurzaming</b> De maatregelencatalogus biedt een basis voor verdere vervolgstappen op het gebied van verduurzaming die door het COB-netwerk kunnen worden uitgewerkt. Het kan hierbij gaan om materialenpaspoorten, elektrificatie van bouw materieel, stroomlijning van logistieke ketens etc. Met emissievrij (CO<sub>2</sub>- en stikstofneutraal) en natuurinclusief aanleggen en beheren van kabel- en leidinginfrastructuur kan een grote bijdrage worden geleverd aan het behalen van landelijke duurzaamheidsdoelstellingen, doordat netbeheerders en drinkwaterbedrijven een significant aandeel hebben in het landelijk gebruik van energie en grondstoffen. Hun infrastructuur ligt grotendeels in ruimtes (bermen e.d.) die grote kansen en bedreigingen opleveren op het gebied van biodiversiteit. Een andere belangrijke duurzaamheidsdoelstelling voor de kabels-en-leidingenbranche is het terugdringen van het gebruik van secundaire grondstoffen.</p>	<p><b>Implementatie brede duurzame aanpak in de K&amp;L-sector</b> Voor de kabels-en-leidingenbranche dient uiteindelijk een duurzame aanpak te worden geïmplementeerd naar voorbeeld van de <b>Aanpak duurzaam GWW</b>, zodat duurzaamheid een integraal onderdeel wordt bij het ontwerpen, voorbereiden en uitvoeren van kabel- en leidingwerkzaamheden.</p>
<p><b>Gedeelde informatie-database</b></p>	<p><b>Methoden in beeld</b> Zowel binnen als buiten de Kennisarena zijn de afgelopen jaren al de nodige onderzoeken uitgevoerd waarin de impact van de branche op het gebied van hinder, graafschades en duurzaamheid in beeld is gebracht. Door deze informatie samen te voegen, kan vastgesteld worden of het verkregen beeld compleet is, of dat er informatie ontbreekt om de juiste handelingen in gang te zetten.</p>	<p><b>Inrichten databases voor ingewonnen informatie</b> Het wettelijk kader om de nauwkeurigheid van de liggingsgegevens aan te scherpen en om inzet van nieuwe technieken voor inmeten, visualisatie en clashdetectie te bevorderen, functioneert gebrekkig. In de Kennisarena zal daarom worden ingezet op nieuwe methoden om informatie over de feitelijke ligging beter te ontsluiten en herbruikbaar te maken. Met dit doeleinde is in 2023 reeds een onderzoekstraject in gang gezet naar een <b>proefsleuendatabase</b>.</p>	<p><b>Verbetering liggingsregistratie en kadastrale vastlegging gegevens over producten/materialen</b> In de komende jaren zal in de Kennisarena worden ingezet op het implementeren van instrumenten, zoals een '3D digital twin', voor clashdetectie. Ook stimuli om de registratie van de ligging te verbeteren, worden in praktijk gebracht, zoals de toepassing van labels en kabelzoekers, sleufloze detectiemethoden en photogrammetry.</p>

29





Het waterwingebied Ossendrecht ligt boven op de Brabantse Wal en is onderdeel van het Grenspark Kalmthoutse heide. Het gebied bestaat uit gemengde bossen, heides en vennen. Evides wint hier op grote diepte grondwater en maakt daar drinkwater van. De vele vennen in het waterwingebied zijn ontstaan doordat leemlagen in de bodem het regenwater vasthouden. In het uitgestrekte bos groeien eiken en grove dennen van meer dan honderd jaar oud. (Foto: Lesjedorst.nl/Evides)

## OPGAVEN VAN DE KABELS-EN-LEIDINGENBRANCHE

In 2018 werd in het cahier ‘Common Ground voor ondergrondse infra’ vastgesteld dat een aantal maatschappelijke ontwikkelingen grote druk legt op (ondergrondse) kabel- en leidinginfrastructuur. De afgelopen jaren hebben nieuwsberichten over ondergrondse kabel- en leidinginfrastructuur veelvuldig de landelijke media gehaald. Daardoor kan de conclusie worden getrokken dat sinds de publicatie van het cahier, de ernst en voelbaarheid van de problematiek is toegenomen. Hieronder staan enkele ontwikkelingen en opgaven samengevat:

- Aanpassingen van systemen ten behoeve van hemelwaterberging en -afvoer en aanplant van bomen in stedelijke omgevingen zijn belangrijke onderdelen van klimaatadaptatie. Hiervoor wordt een groot ondergronds ruimtebeslag voorzien die in de huidige situatie wordt ingeperkt door aanwezige kabels en leidingen.
- Vanwege de energie- en warmtetransities zijn grootschalige aanpassingen en uitbreidingen nodig van elektriciteits-, gas- en warmtenetten en in het kader van benutting van bodem-energie.
- Een substantieel gedeelte van de ondergrondse assets nadert het einde van de levensduur en hierdoor ontstaat een grote vervangingsopgave.
- Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van digitale connectiviteit gaan gepaard met de aanleg van vele kilometers aan datakabel (o.a. glasvezel en 5G).
- De verstedelijking en de nieuwbouwoopgave brengen extra behoeften met zich mee op het gebied van ondergronds ruimtegebruik, waaronder aansluiting op kabel- en leidingnetwerken.
- Er zijn problemen met ‘vollopende’ stroomnetten en netcongestie als gevolg van decentrale opwekking en toegenomen elektriciteitsverbruik. Een groot deel van het huidige kabelnet voldoet niet om in de grotere energievraag van de toekomst te voorzien: de kabels hebben onvoldoende capaciteit en er zijn te weinig middenspanningsruimtes.
- Drinkwaterbedrijven en gemeenten uiten hun zorgen of er in de toekomst nog wel ruimte en gelegenheid bestaat om binnen de gestelde kaders leveringszekerheid te garanderen. Drinkwatertekorten vragen om nieuwe bronnen en leidingverbindingen in drinkwaternet, terwijl ook hier sprake is van een behoorlijke vervangingsopgave.
- Het juridisch stelsel rondom graafschadepreventie legt een stevige nadruk op de onderzoeks- en zorgvuldigheidsplichten van uitvoerenden maar de mechanismen die zorgen voor terugkoppeling van afwijkende liggingen waardoor de liggingsregistratie op den duur kan worden verbeterd functioneren erg gebrekkig.
- Er is een sterke ‘mismatch’ tussen de manier waarop het stelsel functioneert en de huidige ontwikkelingen. Zo is het beheer van energienetten sterk gericht op beschikbaarheid (Nederland kent het meest betrouwbare elektriciteitsnet ter wereld met een zeer minimale gemiddelde ‘black out’ duur) en minder op het kunnen reageren op behoeften vanuit de energietransitie.
- Bij ruimtelijke clashes tussen verschillende functies ontbreekt het aan (gezaghebbende) instrumenten die ervoor kunnen zorgen dat de ondergrond kan worden heringericht.
- De kabels-en-leidingenbranche ziet zich in toenemende mate geconfronteerd met schaarste en tekorten.

Hoewel er op langjarig niveau langzaamaan een strategie tot stand komt met betrekking tot een wijkgerichte aanpak, zijn er nog altijd meer vragen dan antwoorden. Er is bijvoorbeeld nog altijd geen duidelijk beeld hoe in de warmtevraag kan worden voorzien na ‘van het gas af’ te gaan, terwijl dit nodig is om planmatig aan de slag te kunnen gaan zodat efficiënt kan worden omgesprongen met benodigde investeringen, capaciteitsverdeling en schaarse ruimte. Meer dan elders is hier

sprake van een enorme kloof tussen abstracte visies en de operatie: het blijkt lastig om de acute opgaven van vandaag te verbinden met de behoeften voor de toekomst. Soms worden systeemveranderingen gevraagd terwijl ook bestaande systemen binnen de daarvoor gestelde kaders moeten blijven functioneren. Hierbij moeten meerdere werkelijkheden elkaar vinden.

Het op samenhangende wijze uitvoeren van de gevraagde opgaven verloopt in veel gevallen stroef, omdat de kabels-en-leidingenbranche is ingericht op een manier die integraal werken niet altijd bevordert. Allereerst is het 'speelveld' enorm verkokerd: het beheer van de verschillende ondergrondse disciplines (gas, elektra, drinkwater, warmte, afvalwater, telecom etc.) is verspreid over diverse organisaties waarbij ieder thema een eigen sectoraal juridisch kader kent met een specifieke governancestructuur voor aansturing, toezicht en bedrijfsvoering. Hoewel de verzelfstandiging de efficiëntie van de bedrijfsvoering in veel gevallen ten goede is gekomen, is het uiteenvallen en verspreiden van de belangen over verschillende organisaties in veel gevallen nadelig voor het optimale totaalresultaat. De drijfveren van de organisaties beperken zich vaak tot de individuele doelstellingen, wat logisch is gelet op de bestaande institutionele kaders. De handelingsvrijheid wordt daarbij sterk ingekaderd door regelgeving. Elk bestuursorgaan kent een eigen, lokaal stelsel van regels en verordeningen. Er vindt wel samenwerking plaats, maar deze is vooral gericht op de uitvoering en kent vaak een sterk lokaal/regionaal karakter. De infrastructuur ligt hoofdzakelijk in grondgebied van gemeenten, maar soms ook in die van andere overheden. Het is belangrijk om met alle actoren gezamenlijk aan de slag te gaan met kennisontwikkeling.

Met name in stedelijke omgevingen is er in toenemende mate sprake van een ruimtelijk probleem, aangezien er steeds meer kabels en leidingen worden bijgelegd en ook andere functies een claim leggen op de schaarse ondergrondse ruimte. Daarnaast is er een plannings- en coördinatievraagstuk, aangezien er verschillende werkzaamheden in dezelfde ruimte zullen worden uitgevoerd en er optimalisatiemogelijkheden kunnen worden benut door deze gelijktijdig, in samenhang of in een logische volgorde uit te voeren. Bovendien kan daarmee een antwoord worden gevonden op de schaarste aan personeel, middelen en materialen door synergievoordelen te benutten. Hier tegenover staan bedreigingen op het gebied van overlast, schade, faalkosten en onnodige investeringen wanneer ondergrondse ingrepen separaat worden uitgevoerd. Dit zal er ongetwijfeld toe leiden dat een straat meerdere keren 'open' moet, met een hoger risico op graafschade. Tegelijkertijd maken de maatschappelijke verwachtingen op het gebied van beschikbaarheid van nutsvoorzieningen, bereikbaarheid van de omgeving en maatschappelijke kosten de operatie extra complex. Het ontbreekt bovendien aan (uitwisseling van) data waardoor accuraat inzicht kan worden verkregen in de ligging en de staat van netten, de toekomstige ontwikkelingen en ambities en de maatschappelijke waarden zodat goede afwegingen kunnen worden gemaakt.



## TUSSENSTAND

Sinds de Kennisarena kabels en leidingen van start is gegaan, zijn er een behoorlijk aantal kennisproducten ('deliverables') opgeleverd. Deze zijn gratis te downloaden vanaf de kennisbank van het COB: [www.cob.nl/kennisbank](http://www.cob.nl/kennisbank). Daarnaast is er meer informatie te vinden op de website: [www.cob.nl/kennisarena](http://www.cob.nl/kennisarena). Daar vindt u ook actuele informatie over de lopende (vervolg)trajecten.

- De ingewikkelde en versnipperde wet- en regelgeving over het onderwerp is in kaart gebracht door middel van het [groeiboek Fabels en feiten](#).
- Het project [Samen zonder schade](#) heeft cultuur- en gedragsaspecten geïdentificeerd die ertoe leiden dat het aantal graafschade incidenten ondanks strengere handhaving nog niet is afgenomen. In de bijbehorende serious game (het gedoespel) worden de gedragingen van alle betrokken stakeholders in het ketenproces blootgelegd.
- In de rapportage [Ondergrondse infra in de omgevingswet](#) worden handvatten benoemd om invulling te geven aan regie op kabels en leidingen die gemeenten kunnen gebruiken in de Omgevingswet.
- In het [groeiboek Bundelingstechnieken](#) is een inventarisatie gemaakt van bestaande toepassingen waarbij kabels en leidingen op een ruimtebesparende manier kunnen worden aangelegd.
- De rapportage [Vol vertrouwen vooruit](#) heeft samenwerkingen door het hele land in beeld gebracht waarbij integraal wordt geprogrammeerd. Dit heeft geleid tot de [Samenwerk-wijzer](#), waarmee gemeenten en netbeheerders in staat worden gesteld om hun samenwerking vorm te geven en bestaande instrumenten in een catalogus te raadplegen.
- In de tussenrapportages van [Ontwerpen met algoritmen](#) is een voorschot genomen op de benodigde data, kaders en handelingen om datagedreven te kunnen programmeren en ontwerpen met behulp van artificial intelligence en machine learning.
- Het project [Hulp bij richtlijnen](#) heeft orde gebracht in het woud aan lokale regelgeving op het gebied van ondergrondse verordeningen, nadeelcompensatieregelingen, legesverordeningen en herbestatingsregelingen.
- [Kabels, leidingen en bomen](#) is bedoeld om de raakvlakken en onderlinge wisselwerking tussen beide ruimteclaims nu en in de toekomst in beeld te brengen en handvatten te geven voor een betere combinatie van functies.
- [Proceslijn voorspelbare samenwerking](#) dient ertoe dat de versnippering op het gebied van regels en voorschriften wordt tegengegaan door uniforme momenten voor informatie-uitwisseling en algemene mijlpalen te benoemen.
- In [Verduurzaming kabels-en-leidingenbranche](#) is een verkenning uitgevoerd naar maatregelen op het gebied van energiereductie, circulariteit en bevordering van biodiversiteit, inclusief kansen en belemmeringen, zodat een brede implementatie door de kabels-en-leidingenbranche wordt gestimuleerd.
- De [haalbaarheid van een proefsleuvendatabase](#) is onderzocht. Hiermee kan ingewonnen informatie over de werkelijke ligging van kabels en leidingen herhaaldelijk worden benut om de registratie van netten te verbeteren en initiatiefnemers te ondersteunen bij het plannen, afwegen en ontwerpen van nieuwe projecten.

## EVALUATIE VAN DE KOERS

Doordat in de projecten wordt samengewerkt met stakeholders, is er continue aandacht voor het ‘op koers blijven’ van de Kennisarena. Met de projectleiders en deelnemers aan de onderzoeksprojecten, maar ook met andere kennisinstellingen, is er veel contact over wat de branche nodig heeft. Ook de nauwe betrokkenheid van het **platform Kabels en leidingen** met 75 deelnemende organisaties en 135 leden, geeft veel inzicht.

Ter bevestiging werd begin 2022 een **enquête uitgezet** onder stakeholders. Deze is door 57 betrokkenen uit het werkveld ingevuld. Na de enquête is met elkaar gebrainstormd over de uitkomsten.

Uit de evaluatie is gebleken dat de Kennisarena een gewenst vehikel biedt voor alle betrokkenen binnen de branche om in gezamenlijkheid te werken aan het identificeren van knelpunten en het uitwerken van oplossingen. De wijze waarop kennisproducten tot stand komen en ná publicatie kunnen worden toegepast, kan op veel waardering rekenen. De kortcyclische wijze van kennisontwikkeling waarbij onderzoekstrajecten in tussenstappen worden opgeknipt en meerdere deliverables per jaar worden opgeleverd, moet hoe dan ook worden vastgehouden.

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontstaan vanuit duidelijke analyse/ probleemstelling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Nog) geen gefinancierd programma</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Van de kant, productiemachine van concrete deliverables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veel tijd/energie verloren door verkrijgen ad hoc financiering van projecten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenhangend programma met duidelijke voorwaarden</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Groter verbindende rol waarbij branche samenkomt</li> </ul>	

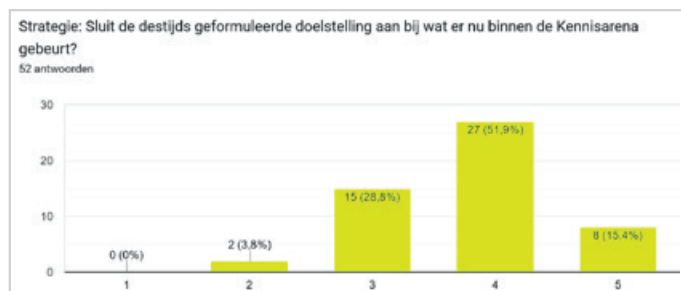
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urgentie en momentum thema's steeds duidelijker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkoking van stakeholders, koepels, gremia</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderschrijving in beleidsdocumenten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentatie van beleidsvelden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenwerking met andere kennisnetwerken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botsende belangen op specifieke thema's</li> </ul>

34

Figuur C.1 / SWOT-analyse (sterktes, zwakheden, kansen en bedreigingen) van de Kennisarena.

Tegelijkertijd begeeft de Kennisarena zich in een dynamische context met veranderende behoeften, nieuwe ontwikkelingen op vlak van beleid en governance en technologische innovatie. Ook is er een groeiend aantal kennisnetwerken en overlegtafels ‘in de periferie’ (vaak met een thematische inslag) waarbij stakeholders samenwerken om kennis te ontwikkelen. Om te borgen dat kennisontwikkeling op inhoud verbonden blijft, moet op actieve wijze de verbinding worden blijven gezocht met deze netwerken en tafels.

Met name capaciteitsknelpunten en inefficiënte inzet van personeel en middelen door gebrekkige ketensamenwerking kwamen naar voren als nieuwe, urgente vraagstukken waarmee de branche zichzelf geconfronteerd ziet. Ook is verduurzaming van aanleg, beheer en onderhoud van kabel- en leidinginfrastructuur naar voren gekomen als nieuw thema.



Figuur C.2 / Resultaten van een van de enquêtevragen waaruit blijkt dat de ontwikkelingen binnen de Kennisarena nog altijd goed aansluiten bij de doelstelling die oorspronkelijk was geformuleerd (1 = slecht, 2 = onvoldoende, 3 = voldoende, 4 = goed, 5 = zeer goed).



# COLOFON

Dit is een uitgave van het Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB).



Van der Burghweg 2, 2628 CS Delft  
Postbus 582, 2600 AN Delft  
085 4862 410  
info@cob.nl  
www.cob.nl

## **Auteurs**

Edith Boonsma, COB  
Rudi Zoet, COB  
*In samenwerking met stichting Mijn Aansluiting en het GPKL*

## **Eindredactie en opmaak**

Marije Nieuwenhuizen, COB/Gryffin

## **Publicatiedatum**

11 januari 2023

## **Hergebruik**

De teksten mogen vrij worden overgenomen, mits voorzien van een duidelijke bronvermelding. Voor het hergebruik van figuren en foto's dient u vooraf toestemming te vragen bij de aangegeven bronhouder. Als er geen bron staat vermeld, dan geldt deze publicatie als bron.

## **Aansprakelijkheid**

Het COB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en COB sluit, mede ten behoeve van al degenen uit die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens COB en/of degenen die aan deze uitgaven hebben meegewerkt.

wereld veranderingen assetmanagement  
opdrachtnemers **samenwerking**  
duurzaamheid **bestuurlijk** techniek  
strategisch **toekomst** waardecreatie  
wetenschap stakeholders betrouwbaarheid  
klimaatadaptatie operationeel communicatie  
**energietransitie** leefbaarheid  
**flexibel** markt anticiperen  
**belangen** hinderbeperking smart  
complexiteit **innovaties** integraliteit  
overheid 5G-netwerk regie opdrachtgevers  
**ruimtedruk** kansen vervanging  
financiering verstedelijking speelveld  
mobiliteit **afweging** big data netwerk  
interactie contracten **beheer**  
**infrastructuur** leren standaardisatie planning  
kabels en leidingen **veiligheid** **adaptief**  
tactisch doorlooptijd organisatie

