



Datastrategie

Digital twins voor een toekomstig energiesysteem

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

30 april 2026

Project
Opdrachtgever

Datastrategie
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Document
Status
Datum
Referentie
Beschikbaarheid
Integriteit
Vertrouwelijkheid

Digital twins voor een toekomstig energiesysteem
Definitief
30 april 2026
140813/26-006.618
Nodig (A2)
Hoog (I3)
Publiek (C1)

Projectcode
Projectleider
Projectdirecteur

148013
J.A. Zoete MSc
J.W. Grit MSc

Auteur(s)

Dr.ir. W Klein Wolterink (W+B), C.J. Berkhout MSc (W+B), Demi Breen MSc (Gradyent), Dr. Wiet de Ronde (Gradyent), Dr. Selma Čaušević (TNO), Jeroen Kerssies MSc (TNO), Dr. Joris Berkhout (Quintel), Lucas van Cappellen MSc (CE Delft), Dr. Rosa Kappert (ENTRANCE – Centre of Expertise Energy Hanze)

Gecontroleerd door
Goedgekeurd door

J.A. Zoete MSc
J.A. Zoete MSc

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Tekst- en datamining van (delen van) dit document, evenals enige verwerking of reproductie ervan door middel van kunstmatige intelligentie technologieën is uitdrukkelijk niet toegestaan, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Dit document (of delen ervan) mag niet worden veeleenvoudigd en/of anderszins worden gebruikt op enigerlei wijze voor het trainen van kunstmatige intelligentie technologieën, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Aanleiding: ORTESE Emmen	6
1.2	Doel en doelgroep	7
1.3	De aanpak	7
1.4	Digital Twin: wat wordt daarmee bedoeld?	8
1.5	Leeswijzer	10
2	GOVERNANCE	12
2.1	Governance aanpak in samenhang met andere hoofdstukken	13
2.2	Het bedrijfsmodel	15
2.3	Governancerollen en -overeenkomsten	16
2.4	Interoperabiliteit als leidraad	21
2.5	De afspraken die nodig zijn voor mandaatgericht data uitwisselen	23
2.6	Relevante wet- en regelgeving	28
2.7	Hoe richt je schaalbare governance in voor data-uitwisseling?	29
	2.7.1 Schaalniveaus van data-uitwisseling	29
	2.7.2 Schaalbaarheid vs. herhaalbaarheid	32
2.8	Tot slot	34
3	VAN BELEIDSVRAAG NAAR DATAVRAAG	35
3.1	Inleiding	35
3.2	De basis voor het gestandaardiseerd beschrijven van het energiesysteem	36
3.3	Een minimale dataset voor simulatie vraagstukken (digitaal model/Digitale Schaduw)	41
3.4	Het gestructureerd opdelen van complexe vraagstukken	42
3.5	Het opstellen van gerichte onderzoeksvragen	43
3.6	Van onderzoeksvraag naar datavraag	43
3.7	Minimale beschrijvende informatie voor data-elementen	45
4	TECHNIEK	47

4.1	Aansluiten bij (inter)nationale standaarden	47
4.2	Informatiebeveiliging	50
4.2.1	Niveaus van informatiebeveiliging	50
4.2.2	Standaarden voor informatiebeveiliging	52
4.3	Een datadienst aanbieden of afnemen	52
4.3.1	Elkaar vertrouwen	52
4.3.2	Elkaar begrijpen	55
4.3.3	Elkaar vinden	58
4.4	Data beheren en verwerken	60
4.5	Een architectuur die schaalbaar is naar volwassenheid	62
5	DATABRONNEN EN DATAPLATFORMEN	63
5.1	Belanghebbende partijen	63
5.2	Verschillen in gebiedsgrenzen	64
5.3	Gebruik maken van bestaande landelijke platformen	65
5.4	Netbeheer Nederland	65
5.5	EDSN: IT-service provider voor Netbeheer Nederland	66
5.6	De Netbeheerders	68
5.7	Het Normo	68
5.8	Beschikbaarheid van dataproducten	69
5.9	Aanvullende dataplatformen	70
6	IMPLEMENTATIE VOOR ORTESE	71
6.1	Uitgangspunten	71
6.1.1	Aanleiding en bedrijfsmodel	71
6.1.2	De onderzoeksvragen	72
6.1.3	De datavragen	74
6.2	Governance	78
6.2.1	Schaalniveau ORTESE	78
6.2.2	Inrichting	80
6.3	Techniek	81
6.4	Data	83
	Laatste pagina	84

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Begrippenkader en afkortingen	2
II	Methoden om het bedrijfsmodel van de data-uitwisseling op te zetten	2
III	Het methodisch opstellen van een boomstructuur en aanscherpen van onderzoeksvragen	4
IV	Hypotheseboom voorbeelden ORTESE Use Cases	4
V	Toelichting ESDL en aanzet minimale dataset	9
VI	De minimale dataset voor verschillende energiedragers	3

INLEIDING

Deze datastrategie is opgesteld in opdracht van TopSector Energie en beschrijft een algemeen toepasbaar raamwerk voor het identificeren, uitwisselen en verrijken van energiedata ten behoeve van een digitale tweeling voor een energiesysteem. ORTESE (Ontwerpen en Realiseren van een Toekomstbestendig Energiesysteem in Emmen) fungeert in dit document als concrete casus waarin de werkwijze en keuzes worden gedemonstreerd, maar deze strategie is niet beperkt tot ORTESE: projecten in andere regio's of met andere schaalniveaus kunnen de algemene methode direct toepassen en waar nodig specifiek aanpassen.

Deze datastrategie is bedoeld als leidraad voor organisaties die samen veilig, interoperabel, compliant met wetgeving en mandaatgericht energiedata willen uitwisselen, met als doel om een Digitale Schaduw of een digitaal model van het energiesysteem op te zetten. Met mandaatgericht bedoelen we hier dat energiedata worden uitgewisseld met bijbehorende juridische voorwaarden en aansprakelijkheden en met technische en operationele waarborgen. Deze leidraad is geschreven voor mensen met diverse achtergronden – van beleidsadviseurs, juridisch verantwoordelijken, softwareontwikkelaars, of mensen met kennis over (de toekomst van) de energie infrastructuur. Elk hoofdstuk probeert de lezer vanuit elke achtergrond zo goed mogelijk mee te nemen in het gedachtegoed.

We beschrijven hieronder eerst de aanleiding van de opdracht voor het ontwikkelen van deze datastrategie. Daarna geven we een korte inleiding op de drie belangrijkste bouwblokken, en lichten we de opbouw van dit document toe. Tot slot geven we een lijst van de definities die we in dit document gebruiken, waarbij we ook de scope verduidelijken.

1.1 Aanleiding: ORTESE Emmen

In de regio Emmen stagneert de energietransitie door aanhoudende netcongestie. Investerings in het energiesysteem staan onder druk en een sectorale aanpak vergroot de kans op suboptimale keuzes. ORTESE kiest daarom voor een integrale systeembenadering over energiedragers (elektriciteit, warmte, moleculen) en sectoren heen.

De gemeente Emmen wil een toekomstbestendig energiesysteem ontwikkelen en realiseren. Hiervoor heeft ze het programma ORTESE opgezet. Vanwege de complexiteit van het energiesysteem is onduidelijk wat de beste keuzes zijn wat betreft het ontwerp van het energiesysteem. Daarom wordt er binnen ORTESE een hoog accuraat digitaal simulatiemodel ontwikkeld – een Digitale Schaduw. Met dit model kunnen scenario's voorafgaand aan realisatie nauwkeurig worden onderzocht. Bijvoorbeeld: in hoeverre het elektriciteitsnet kan worden ontlast door het gebruik van flexibiliteit en het inzetten van andere energiedragers. Zo kunnen de gemeente Emmen en haar bewoners en bedrijven onderbouwd kiezen hoe ze hun energiesysteem toekomstbestendig ontwikkelen en realiseren. Het doel is dat deze lokale meerwaarde voor Emmen ook leidt tot opschaalbare resultaten op provinciaal en (inter)nationaal niveau.

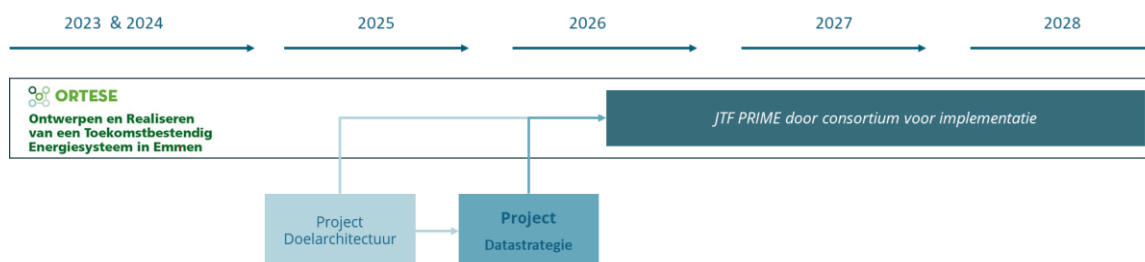
Partners binnen ORTESE

ORTESE is een publiek-private samenwerking met deelname van on. gemeente Emmen, provincie Drenthe, Enexis, TNO, Hanzehogeschool Groningen, Rijksuniversiteit Groningen, NHL Stenden, Gradyent, NEDbalans, Ondernemend Emmen, Spes Nostra en GETEC.

Het project PRIME is een afgebakend onderzoeksproject binnen het ORTESE-programma. Deze datastrategie beschrijft afspraken en werkwijzen die binnen dergelijke samenwerkingen toepasbaar zijn.

Samenhang Datastrategie met andere projecten binnen het programma ORTESE. Binnen ORTESE ontwikkelt het PRIME (Platform voor datagedreven regie op een multicommodity energiesysteem) methodiek en tooling, waaronder een digitale representatie van het lokale energiesysteem gevoed door lokale energiedata. PRIME sluit aan op de ORTESE-doelarchitectuur (het ontwerp van doelarchitectuur voor een digitaal simulatiemodel) en deze datastrategie. De doelarchitectuur en datastrategie zijn als het ware een snelle start voor PRIME.

Afbeelding 1.1 Samenhang PRIME, doelarchitectuur en datastrategie



De Use Cases van ORTESE

De kernvraag van ORTESE is breed: ontwerp het toekomstige energiesysteem van Emmen, waarbij in het ontwerp een groot aantal verschillende mogelijke scenario's, optimalisatie richtingen, en afwegingen van diverse stakeholders dient te worden gemaakt. In het eerdere traject doelarchitectuur zijn vier mogelijke Use Cases gedefinieerd die kunnen worden uitgewerkt:

- A ontlasten van het elektriciteitsnet door inzet van bestaande flexibiliteit bij bedrijven en glastuinbouw;
- B ontwerp- en scenariostudies voor een greenfield water-warmtenet in de gebouwde omgeving;
- C stoom-warmtenet gekoppeld aan elektriciteitsproductie (GETEC) voor lokale warmtevoorziening;
- D waterstofproductie in een tuinbouwgebied (bijv. Erica) en interacties met warmte- en elektriciteitsvraag.

Echter, in de implementatie binnen ORTESE-PRIME is het mogelijk dat andere keuzes worden gemaakt dan de bovenstaande Use Cases.

1.2 Doel en doelgroep

Het doel en de doelgroep van de datastrategie zijn:

- doel: een praktisch en herhaalbaar stappenplan aanbieden waarmee projecten kunnen bepalen welke data zij nodig hebben voor een Digital Twin, hoe die data beschreven en ingewonnen worden, en onder welke governance en technische voorwaarden uitwisseling plaatsvindt;
- doelgroep: projectleiders, inhoudelijk opdrachtgevers, beleidsmedewerkers en modelleurs die een digitale simulatiemodellen (zoals een Digital Twin) voor gebiedsgerichte energiescenario's willen opzetten. De tekst is geschreven voor lezers die willen starten met een ORTESE-achtig traject en niet voor energie-experts alleen; technische details zijn beschikbaar in appendices.

1.3 De aanpak

Om als samenwerkende organisaties mandaatgericht energiedata uit te wisselen staan we een aanpak voor met de volgende stappen (zie afbeelding 1.2).

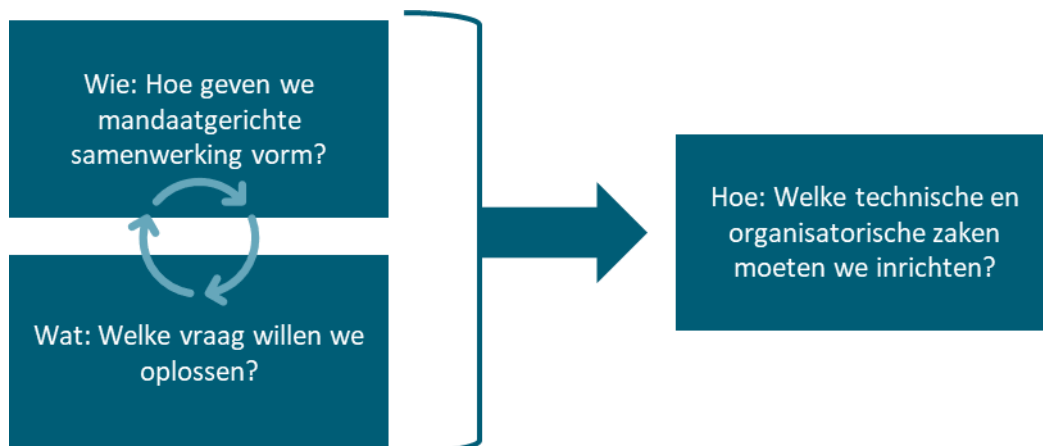
Wie: hoe geven we mandaatgerichte samenwerking vorm - welke organisatorische en juridische afspraken zijn nodig om mandaatgerichte uitwisseling van energiedata in te richten. Hiervoor bouwen we voort op het raamwerk van het Europese expertisecentrum rondom Data Spaces, het Data Spaces Support Centre¹ (DSSC), het interoperabiliteitsmodel van het New European Interoperability Framework² (NEIF) van de Europese Commissie en het afsprakenstelsel Digitaal Stelsel van de Gebouwde Omgeving³ (DSGO). Daarnaast sluiten we aan op de Architectuur voor digitale tweelingen⁴ (NLDT).

Wat: welke vraag wil je oplossen – hoe kom je van een overkoepelende Use Case tot een gerichte onderzoekshypothese, en vervolgens tot de relevante datavraag. Hoe borg je consistentie in dit proces, zowel in het formuleren van de goede vragen, als in het toepassen van semantische modellen voor de benodigde data.

De Wie en Wat blokken zijn in de 1^e fase van het proces 'continue' met elkaar in ontwikkeling. Zonder een duidelijke datavraag (Wat), weet je niet welke afspraken er nodig zijn (Wie). Tegelijkertijd zorgt het gesprek over afspraken met elkaar tot verandering en verrijking van de vragen die kunnen worden opgelost. Pas als Wat en Wie duidelijk zijn, ga je naar de vervolgstap, de Hoe.

Hoe: welke technische organisatorische zaken moet je inrichten? Hoe breng je de uitkomsten van de wie en wat terug tot concrete zaken die je technisch moet inrichten en/of moet afspreken. Wat zijn de verschillende opties, en op basis van welke logica kan je hier tussen een keuze maken.

Afbeelding 1.2 De opbouw van de datastrategie



1.4 Digital Twin: wat wordt daarmee bedoeld?

In deze datastrategie spreken we veelvuldig van een 'Digital Twin' om verschillende energievraagstukken op te lossen. De term Digital Twin is echter een containerbegrip dat meerdere betekenissen heeft. Zo hebben de beoogde toepassing (live aansturing of simulaties) en de mate waarin data gedeeld wordt (direct, of ad-hoc) invloed op de oplossing die wordt gecreëerd. Daarnaast kunnen Digital Twins worden toegepast op bedrijfs- en fabrieksprocessen, maar ook op auto's en gebouwen. Het is belangrijk om af te stemmen welke vorm van Digital Twin we proberen te maken, zodat we gerichte keuzes kunnen maken in welke data er wel en niet nodig is in het model. In deze datastrategie onderscheiden we daarom drie soorten Digital Twins, getypeerd naar functie:

- **Digitale Twin met actieve sturing:** een Digital Twin voor operationele aansturing. Hierbij wordt data van verschillende bronnen en sensoren in het object, proces of de omgeving direct ('real time') naar het model

¹ [Data Spaces Support Centre.](#)

² [New European Interoperability Framework.](#)

³ [Afsprakenstelsel DSGO.](#)

⁴ [Architectuur voor digitale tweelingen.](#)

gestuurd, zodat het model altijd gelijkloopt met de echte wereld. Naast de real time sturing is de kalibratie van het model op de werkelijke data essentieel. Dit zorgt ervoor dat de digital twin de werkelijke data realistisch weergeeft, zodat er (operationele) besluiten kunnen worden genomen. Andersom loopt data van de Digital Twin ook direct weer terug naar het daadwerkelijke object voor aan- of bijsturing. Deze vorm van Digital Twin wordt daarmee een onderdeel van de operationele processen van een organisatie;

- **Digital Twin zonder actieve sturing (Digitale Schaduw):** een vorm van Digital Twin waarbij data wel direct naar het model stroomt, maar zonder directe terugkoppeling. Een Digitale Schaduw van het energiesysteem maken we zodat we het kunnen nabootsen, onderdelen kunnen analyseren, gedrag kunnen monitoren of voorspellen, of om verschillende scenario's te simuleren, zonder dat we in de echte wereld dure of complexe aanpassingen moeten doen. Ook voor een Digitale Schaduw is kalibratie van het systeem een randvoorwaarde;
- **Digitale Schaduw zonder directe data (Digitaal Model):** een vorm van Digital Twin die bedoeld is voor scenarioplanning. In een Digitaal Model wordt historische data meestal eenmaal (handmatig) ingeladen. Vaak is de diepgang en/of kwaliteit van de data beperkter dan in bovenstaande vormen. Er bestaat geen directe koppeling tussen de werkelijke situatie en het model. De inzichten die uit het model komen, worden vooral gebruikt om keuzes te maken over het systeem heen; waar zitten de grote knel- of verbeterpunten, welke richting moeten we op?

Tabel 1.1 Gradaties van modellen tot digital twin

	Hoogover onderzoek met statische/standaard data	Digitaal Model (e.g. energytransition tool)	Digitale Schaduw	Digitale Twin
Gebruikt voor	Eerste (strategische) ideevorming – zoals hoeveel m ² aan zonnepaneel is nodig voor bepaalde productie waterstof dmv elektrolyse met zon op land	Brengt de flexibiliteit om 'met het model te spelen' en bijvoorbeeld verschillende set-ups te vergelijken	Investment besluitvorming met lokale spelers	Operationele aansturing met infrastructuur eigenaren
Onderliggende aannames op bestaande situatie	Groot tot enorm - model(len) zijn gebouwd op een groot aantal nationale aannames	Medium – beschrijving van alle netwerkelementen, maar geen calibratie op de lokale context	(Vrijwel) Geen – model is gekalibreerd op de historische lokale situatie	(Vrijwel) Geen – model is gekalibreerd op de actuele lokale situatie
Scenario's	Niet relevant	Laagdrempelige (DIY) scenario's methodiek, ongecalibreerd op werkelijk netwerk functioneren	Mogelijkheid voor groot aantal scenario's gebaseerd op historische data	Mogelijkheid voor live-scenario's gebaseerd op actuele data
Natuurkundige modellen				
Dynamisch profielen				
Onzekerheid			 Implementatie met expert team	Implementatie met expert team
Effort				

Voor de Digital Twin met actieve sturing geldt dat er een operationele kant aan zit. Of een Digital Twin een operationeel systeem aanstuurt is een belangrijk onderscheid. Wanneer dit wel het geval is dan gelden er strengere eisen op het gebied van onder andere wetgeving en informatiebeveiliging (zie paragraaf 2.5). Voor de **Digitale Schaduw** en het **Digitale Model** geldt dat deze niet gebruikt worden om operationele systemen aan te sturen. Ze dienen vooral om complexe situaties te modeleren en door te rekenen, op basis waarvan strategische keuzes gemaakt kunnen worden.

In dit document gebruiken we vanaf nu de term Digitale Schaduw omdat dit het detailniveau van de Use Case ORTESE het beste beschrijft en deze datastrategie dus uitgaat van ontwikkeling zonder operationele aansturing.

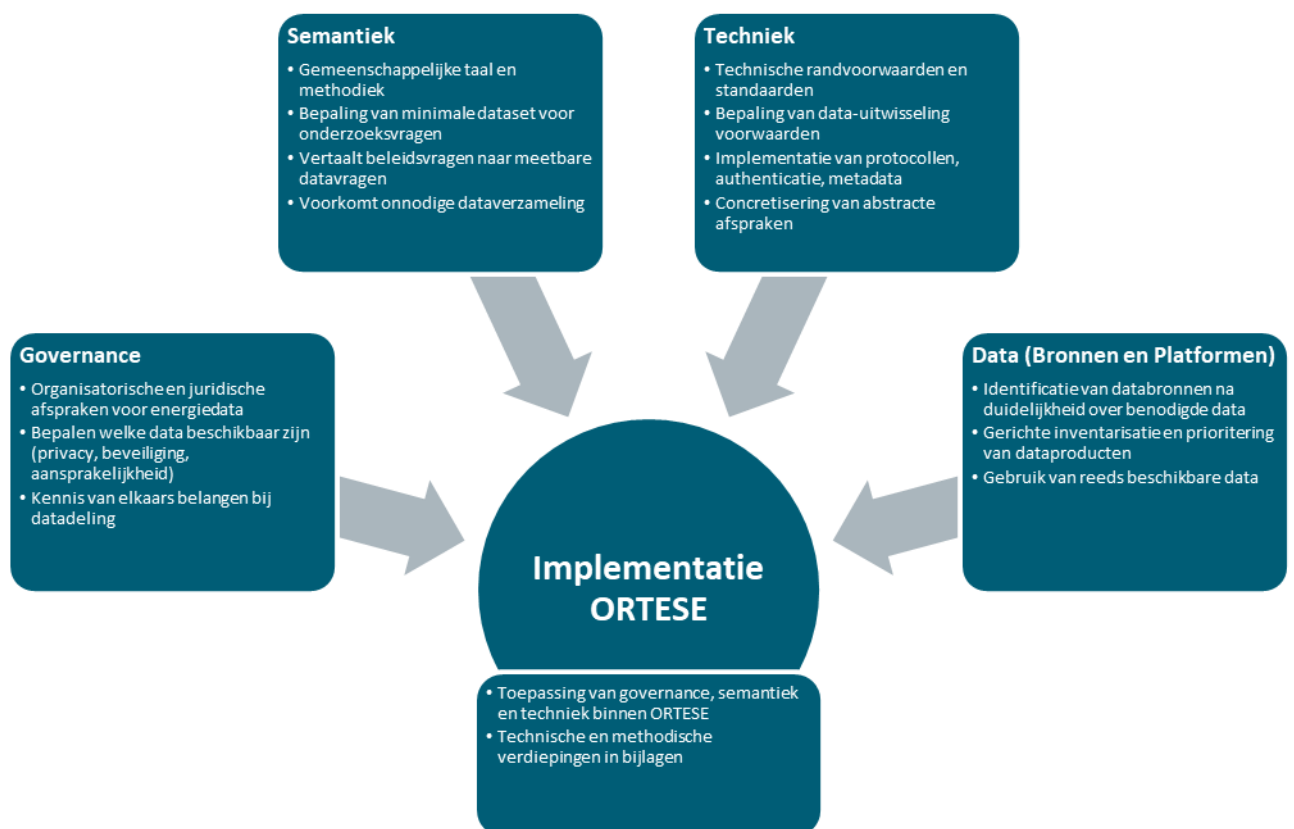
Scope en afbakening

Deze datastrategie gaat uit van de ontwikkeling van modellen **zonder operationele aansturing**. De strategie richt zich op Digitale Schaduw en Digitale Modellen: modellen die worden gevoed met data voor analyse, scenariovorming en besluitvorming, maar die geen directe operationele aansturing van fysieke assets uitvoeren. Binnen de twin wordt operationele aansturing wel gemodelleerd, maar de DT wordt niet gebruikt om het fysieke energiesysteem aan te sturen. Systemen met operationele aansturing (realtime terugkoppeling naar fysieke processen) vallen dus buiten de scope.

De aanpak omvat semantische standaardisatie (gemeenschappelijke taal), methoden om van doelen naar onderzoeksvragen en datavragen te komen, governance bouwstenen voor samenwerkingsvormen, en technische principes voor veilige en interoperabele uitwisseling.

1.5 Leeswijzer

Afbeelding 1.3 Stroomschema ten behoeve van leeswijzer



De datastrategie geeft per hoofdstuk antwoord op de volgende vragen:

- **Hoofdstuk 2 Governance:** welke organisatorische en juridische afspraken zijn nodig om mandaatgerichte uitwisseling van energiedata in te richten?
 - . Governance bepaalt welke data wettelijk en contractueel beschikbaar gemaakt mogen worden en met welke garanties (privacy, beveiliging, aansprakelijkheid). Bovendien is het verstandig om elkaars belangen te kennen bij de te delen data;
- **Hoofdstuk 3 Semantiek:** welke gemeenschappelijke taal en methodiek zijn noodzakelijk om onderzoeksvragen naar concrete datavragen te vertalen?
 - . zodra mandaat en rollen helder zijn, kunnen we bepalen welke (minimale) dataset nodig is om antwoord te geven op welke vragen we samen hebben. Welke vragen willen we beantwoorden? Welke data van welke partijen hebben we daarvoor nodig? Semantiek maakt data interoperabel en vertaalt beleidsvragen naar meetbare datavragen. Uniforme terminologie en datavragen voorkomen onnodige dataverzameling en vergemakkelijken later technische integratie;
- **Hoofdstuk 4 Techniek:** Welke technische randvoorwaarden en standaarden waarborgen veilige, interoperabele en vindbare datastromen?
 - . met governance en semantiek vastgelegd weten we welke data en met welke voorwaarden gedeeld mogen worden; technische keuzes (protocollen, authenticatie, metadata, catalogi) realiseren die uitwisseling praktisch. Technische standaarden en beveiligingsmaatregelen maken de abstracte afspraken concreet en uitvoerbaar;
- **Hoofdstuk 5 Data (bronnen en platformen):** Welke databronnen en platformen bestaan er en hoe benut je die voor een Digitale Schaduw?
 - . pas als je weet welke data nodig is (semantiek) en hoe je die technisch mag en kunt uitwisselen (techniek), kun je gericht bronnen identificeren en bevragen. Een gerichte inventarisatie en prioritering van dataproducten en dataloketten verkort de doorlooptijd en zo maak je handig gebruik van wat reeds beschikbaar is;
- **Hoofdstuk 6 Implementatie ORTESE:** Hoe kunnen alle voorgaande hoofdstukken (governance, semantiek, techniek en data) concreet toegepast worden binnen ORTESE?
 - . we passen de strategie toe voor Governance, Semantiek en Techniek in de casus ORTESE.

De technische en methodische verdiepingen zijn opgenomen in de bijlagen (onder andere semantiek/ESDL, minimale datasets per energiedrager, methode hypotheseboom). Hiermee blijft de hoofdtekst toegankelijk voor niet-technische lezers.

GOVERNANCE

Hoofdstuk 2 behandelt governance voor mandaatgerichte uitwisseling van energiedata, waaronder het bedrijfsmodel voor de governance, de verschillende governancerollen en bijbehorende overeenkomsten, en de set van interoperabiliteitsafspraken tussen partijen. De interoperabiliteitsafspraken zijn juridisch, organisatorisch, semantisch en technisch van aard en geven samen het mandaat waarmee data kan worden uitgewisseld. Aan het einde van dit hoofdstuk laten we zien hoe je de governance van een samenwerking schaalbaar inricht.

Het uitwisselen van energiedata is van belang voor toekomstbestendig inrichten van het Nederlandse energiesysteem. Er is echter een grote verscheidenheid aan partijen in het energiesysteem; van netbeheerders, energieleveranciers, ketenorganisaties en grote industrie tot gemeenten, huishoudens en het MKB. Elke partij heeft een eigen rol in het systeem, een eigen vakgebied en eigen belangen bij het gebruik van de energie. Daarbij stemt elke partij haar energieverbruik naar eigen inzicht en behoefte af op haar belangen. Door deze diverse behoeften kunnen machines, energiehuishouding¹ en digitale omgevingen van deze partijen onderling sterk verschillen.

Tegelijkertijd groeit de zorg over privacy, cybersecurity en bedrijfsgevoelige informatie. Niet elke partij is in beheer van haar eigen data of heeft de kennis aan boord om data op een veilige, controleerbare manier met de andere partijen te delen. Ook is er bij veel partijen behoefte aan handelingsperspectief: wat levert datadelen concreet op? Bedrijven en bewoners moeten zien dat het delen van hun data leidt tot betere oplossingen voor hun eigen knelpunten, bijvoorbeeld meer ruimte om uit te breiden, lagere kosten of meer zekerheid over toekomstige keuzes zoals investeringen. Maar zonder handelingsperspectief komt deze datastroom niet op gang.

Het afstemmen van de diversiteit in behoeften, kennis en middelen vraagt om data-uitwisseling niet ad hoc, maar systematisch in te richten: met duidelijke afspraken over gebruiksvoorwaarden, rollen en verantwoordelijkheden, beheer van dataverbindingen, en toegangsregels. Door gezamenlijke afspraken te maken kunnen betrokken partijen op een autonome en veilige manier data uitwisselen zonder zeggenschap te verliezen. Deze afspraken leggen het fundament voor een gelijkwaardige en duurzame samenwerking.

Raamwerk voor data-uitwisseling

Om te komen tot een duurzame data-uitwisseling tussen meerdere partijen, biedt het raamwerk van het Europese expertisecentrum rond **Data Spaces** (Data Spaces Support Center, DSSC²) houvast. De data-space-aanpak sluit aan bij behoeften rond eigenaarschap, data veiligheid en Europese ontwikkelingen. Data-eigenaren behouden controle over wie wat mag zien en onder welke voorwaarden, terwijl de Digitale Schaduw (of andere afnemers) toch de analyses kan doen die nodig zijn. Elke partij kan haar vragen beantwoorden en behoeften invullen zolang zij aan de voorwaarden van de samenwerking voldoet. Vanuit risicobeheersing verlaagt deze aanpak de afhankelijkheid van partijen op specifieke technologie of leveranciers en voorkomt het dat er één centraal punt ontstaat waar alle gevoelige data samenkomt.

¹ Met energiehuishouding van een partij bedoelen we de eigen installaties 'achter de meter', zoals beschreven op het Kennisplatform Energiehubs: [Kennisplatform Energiehubs - Begrip: Achter de meter](#).

² [Data Spaces Support Centre](#).

Het DSSC-raamwerk leunt daarnaast op open standaarden voor begrippenkaders, dataformaten, databeschrijvingen en governance inrichting. Wanneer partijen gezamenlijk voldoen aan overkoepelende open standaarden, kunnen zij sneller en effectiever data uitwisselen.

Is een Data Space niet te complex?

De term **Data Space** is een concept van de Europese Commissie, gericht om het beschikbaar, beter toegankelijk en herbruikbaar maken van data tussen allerlei partijen. Een veel gebruikte definitie van Data Space is: **het geheel van verbindingen, afspraken en digitale dienstverlening waarin data veilig en vertrouwd gedeeld wordt tussen partijen met een gemeenschappelijk doel**. Een Data Space is dus niet per definitie een technisch data platform of een applicatie; een Data Space bestaat zowel uit de governance afspraken en contracten tussen partijen als de technische middelen om deze afspraken te faciliteren.

In deze datastrategie gebruiken we de termen data-uitwisseling en datadeelinitiatief naast elkaar om samenwerkingen te beschrijven waarin data worden gedeeld. Bij een dergelijke samenwerking beschrijven de betrokken partijen gezamenlijke voorwaarden en overeenkomsten. Het geheel aan voorwaarden en overeenkomsten van de samenwerking noemen we het afsprakenstelsel. We gebruiken expliciet niet de term 'Data Space', omdat dit een concept is dat op het moment van schrijven¹ nog volop in ontwikkeling is. De leerpunten van die ontwikkeling en de denkrichtingen vormen een goed startpunt voor deze datastrategie. Daarom gebruiken we het DSSC-raamwerk hier ter ondersteuning, niet als een doel op zichzelf.

2.1 Governance aanpak in samenhang met andere hoofdstukken

Onze aanpak is onder andere gebaseerd op het raamwerk van het Europese expertisecentrum rondom Data Spaces, het Data Spaces Support Centre² (DSSC), het interoperabiliteitsmodel van het New European Interoperability Framework³ (NEIF) van de Europese Commissie en het afsprakenstelsel Digitaal Stelsel van de Gebouwde Omgeving⁴ (DSGO). Daarnaast sluiten we aan op de Architectuur voor digitale tweelingen⁵ (NLDLT).

Afbeelding 2.1 Te nemen stappen om tot mandaatgerichte uitwisseling van energiedata te komen



Bedrijfsmodel opzetten (1)

In deze stap maken we gebruik van het raamwerk van het DSSC. Het begint met de waaromvraag: waarom willen jullie samenwerken aan een digitale tweeling van het energiesysteem? Welke vragen willen jullie beantwoorden? Welke data van welke partijen hebben jullie daarvoor nodig? Wat zijn de gedeelde en individuele belangen? Hoe borg je dat de samenwerking duurzaam is?

¹ Voorjaar 2026.

² [Data Spaces Support Centre](#).

³ [New European Interoperability Framework](#).

⁴ [Afsprakenstelsel DSGO](#).

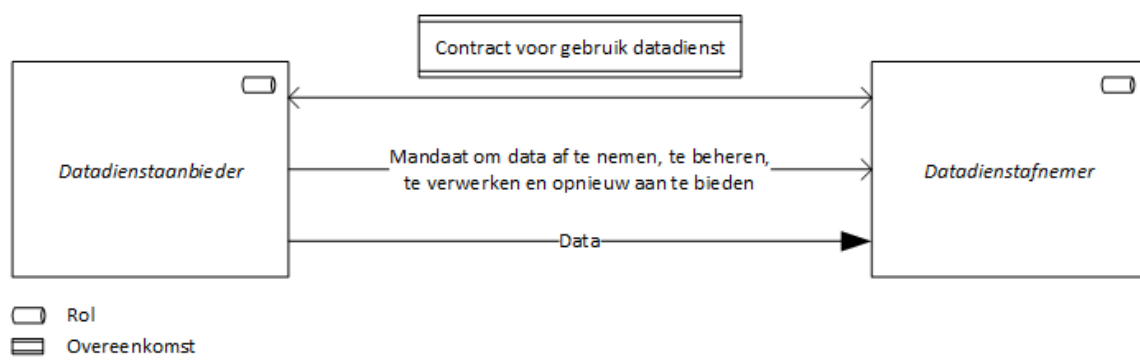
⁵ [Architectuur voor digitale tweelingen](#).

Governance inrichten (2)

In deze stap maken we gebruik van het raamwerk van het DSSC om een governanceraamwerk in te richten, waarbij we naar het afsprakenstelsel DSGO kijken als een voorbeeld van een implementatie van dit raamwerk.

Om energiedata veilig, interoperabel, compliant en mandaatgericht met elkaar uit te wisselen moeten organisaties afspraken maken met elkaar. De kleinst mogelijke vorm van een data-uitwisseling is als een organisatie een datadienst afneemt bij een andere organisatie. De datadienstaanbieder en -afnemer komen samen tot contractafspraken waarmee de datadienstafnemer het mandaat verkrijgt om de datadienst af te nemen.

Afbeelding 2.2 De kleinst mogelijke vorm van data uitwisselen volgens het mandaatprincipe



Met het governancepatroon van datadienstaanbieder en -afnemer kun je voor elke willekeurige groep van organisaties die energiedata willen uitwisselen met elkaar contracten opstellen om dit op een mandaatgerichte manier te doen. Elke aanbieder heeft hierbij een contract met elke afnemer. Dit patroon werkt goed voor data-uitwisselinitiatieven waarbij het aantal deelnemers beperkt is, men elkaar kent, en de groep van deelnemers relatief statisch is. Als een samenwerking een grote groep van organisaties behelst of voor langere tijd wordt opgezet, dan kan het opzetten van een afsprakenstelsel belangrijke voordelen bieden.

In onze strategie lichten we beide governancepatronen toe: wat de verschillende governance rollen zijn, welke contracten en overeenkomsten er nodig zijn, welke keuzes er zijn in governance en wat de impact is van die keuzes.

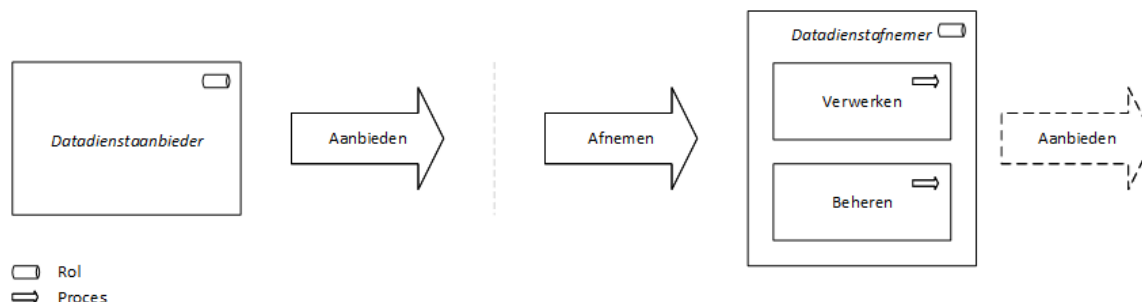
Afspraken maken (3)

In deze stap combineren we het governanceraamwerk met het interoperabiliteitsmodel van het NEIF om tot mandaat te komen voor alle vier de interoperabiliteitslagen.

Ongeacht het governancepatroon onderscheiden we in elke data-uitwisseling de volgende processen:

- het aanbieden van een datadienst;
- het afnemen van een datadienst;
- het beheren van data;
- het verwerken van data;
- het via een datadienst aanbieden van (verwerkte) afgenomen data aan derden.

Afbeelding 2.3 De processen in een data-uitwisseling waar afspraken over moeten worden gemaakt



Voor elk van deze processen moeten er afspraken worden gemaakt. Het doel van deze afspraken is samen veilig, interoperabel, compliant met wetgeving en mandaatgericht energiedata uit te wisselen. Hiervoor maken we afspraken op de volgende lagen:

- juridisch (dit hoofdstuk);
- organisatorisch (dit hoofdstuk);
- semantisch (zie hoofdstuk 3);
- technisch (zie hoofdstuk 4).

In onze strategie geven we voor elk proces en elke laag aan welke afspraken er gemaakt moeten worden.

2.2 Het bedrijfsmodel

Aan het begin van elke samenwerking is het belangrijk om stil te staan bij de vorm, de inhoud en het doel van de samenwerking. Als de samenwerking zichzelf in stand kan houden, zullen datastromen, gedeelde middelen en uitkomsten blijvend toegepast kunnen worden in de praktijk. Bij zo'n duurzame samenwerking ontstaan drie essentiële voordelen elke deelnemende partij:

- **soevereiniteit:** door afspraken te maken over beheer en voorwaarden voor datadelen, behouden de verschillende partijen controle over hun data;
- **netwerk & schaalvoordelen:** de samenwerking vormt een platform waarop partijen elkaar kunnen vinden om nieuwe inzichten op te doen, maar ook om nieuwe samenwerkingen aan te gaan;
- **efficiëntie:** door gezamenlijk technische, open standaarden te gebruiken en services (connectoren, interfaces) te bouwen en in te kopen, wordt de samenwerking goedkoper en duurzamer. De kosten van het uitwisselen van data gaan omlaag ten opzichte van de kosten voor ad-hoc of speciale 1-op-1 data-uitwisselingen.

Om tot een samenwerking te komen waarin deze drie voordelen tot uiting komen, dienen de partijen een formele vorm te geven aan de samenwerking; het afstemmen van een onderling bedrijfsmodel. De partijen zijn onderling van elkaar afhankelijk. Zowel voor het opzetten als het in stand houden van gezamenlijke afspraken en data-uitwisselingsdiensten. Een gezamenlijk bedrijfsmodel beschrijft hoe er waarde wordt gecreëerd uit deze uitwisseling en hoe deze waarde verdeeld wordt onder de deelnemers.

In zo'n samenwerkingsverband is het belangrijk om expliciet te maken wat het bedrijfsmodel is, welke diensten nodig zijn, en wie welke verantwoordelijkheden draagt. Denk aan kosten voor technologie, databeheer, het beheer van governance afspraken en coördinatie tussen de partijen. Om de verschillende partijen en belangen in kaart te brengen, kunnen methoden zoals het Business Model Canvas of de Business Model Radar uitkomst bieden. Beide methoden worden in bijlage I toegelicht. Met deze methoden wordt het gezamenlijke doel en de rolverdeling gemakkelijk en snel inzichtelijk voor alle betrokkenen.

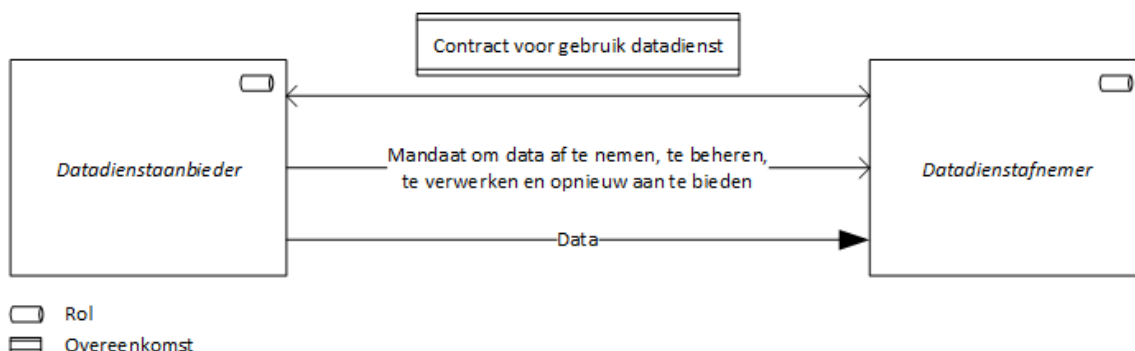
2.3 Governancerollen en -overeenkomsten

Wanneer de betrokken partijen van de samenwerking in beeld zijn, is het tijd om tot een gezamenlijk governance-model te komen. In deze paragraaf beschrijven we de governancerollen die we onderscheiden en de overeenkomsten die de samenwerking vormgeven. Dit zijn de bouwstenen voor het governance-model. We introduceren de verschillende rollen en overeenkomsten aan de hand van governancepatronen die steeds complexer worden.

Basale data-uitwisseling

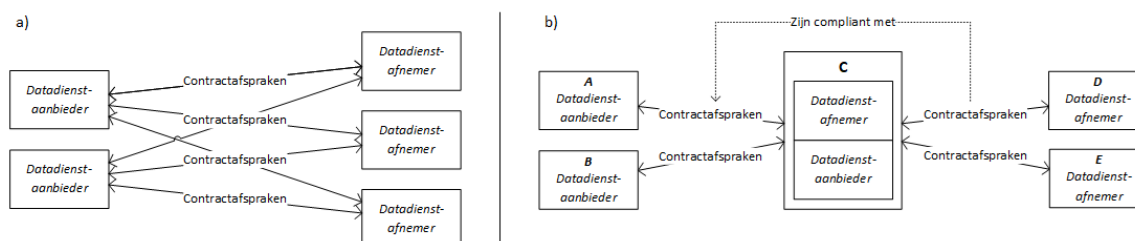
In de kleinst mogelijke vorm van een data-uitwisseling maken een datadienstaanbieder en -afnemer contractuele afspraken met elkaar maken en wisselen data met elkaar uit, zoals weergegeven in afbeelding 2.4.

Afbeelding 2.4 De kleinst mogelijke vorm van mandaatgericht data uitwisselen



Met het patroon van datadienstaanbieder en -afnemer kun je voor elke willekeurige groep van organisaties die energiedata willen uitwisselen met elkaar contracten opstellen om dit op een mandaatgerichte manier te doen. Elke aanbieder heeft hierbij een contract met elke afnemer. Organisaties kunnen beide rollen tegelijkertijd vervullen. Een dergelijk patroon werkt goed voor data-uitwisselinitiatieven waarbij het aantal deelnemers beperkt is, men elkaar kent, en de groep van deelnemers relatief statisch is.

Afbeelding 2.5 Twee patronen van data-uitwisseling voor een groep van organisaties



Door rollen slim te beleggen, zoals bij patroon b) in afbeelding 2.5, kan een initiatief schaalbaar worden opgezet zodat het aantal contracten (en de daarbij horende verantwoordelijkheden) beperkt blijft naarmate het aantal deelnemers toeneemt. In dit patroon acteert organisatie C als datadienstafnemer voor A en B en als datadienstaanbieder voor D en E. C neemt hierbij data af van A en B, en biedt deze (in verwerkte vorm) aan D en E. De contractafspraken die C met D en E maakt moeten hierbij binnen het mandaat vallen dat C van A en B heeft gekregen, d.w.z., de contractafspraken moeten compliant zijn.

In dit patroon ligt de nadruk op één type overeenkomst, namelijk de contractovereenkomst tussen datadienstaanbieder en -afnemer over de af te nemen datadienst. Eventueel kan men gebruik maken van een standaardcontract of elkaars contracten deels hergebruiken, mits hier voldoende vertrouwen voor is. Daarnaast kan er sprake zijn van algemene voorwaarden van deze groep van organisaties voor het uitwisselen van data. Hierin staan bijvoorbeeld eisen en richtlijnen voor omgangs- en gebruiksvormen, voor standaardisatie van de technologie, en bepaalde informatiemodellen die context geven aan de data.

Indirect uitwisselen via een machtiging

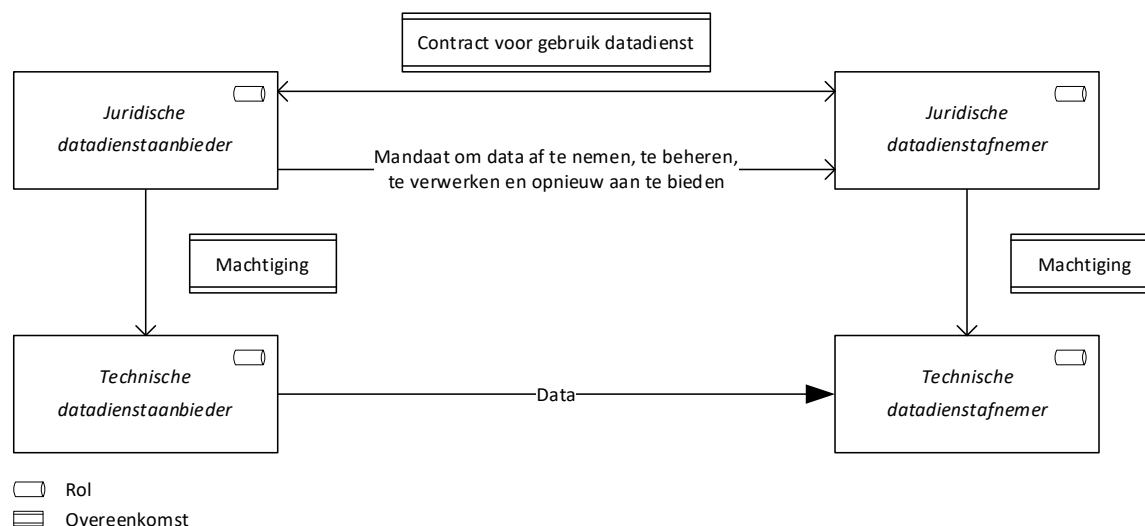
Zowel een datadienstaanbieder als -afnemer kunnen een dienstverlener in de arm nemen om de uitwisseling technisch te realiseren, zie afbeelding 2.6. In dat geval maken we een onderscheid tussen:

- 1 de juridische datadienstaanbieder (of -afnemer); en
- 2 de technische datadienstaanbieder (of -afnemer).

De juridische datadienstaanbieder is de partij die zeggenschap heeft over het aanbieden van de datadienst en de bijbehorende data. Er kunnen alleen met de juridische datadienstaanbieder contractuele afspraken worden gemaakt over het gebruik van de datadienst. De juridische datadienstaanbieder kan via contractafspraken mandaat verlenen aan andere partijen. De technische datadienstaanbieder wordt gemachtigd door de juridische datadienstaanbieder via een contractuele machtiging, bijvoorbeeld een subverwerkersovereenkomst. De technische datadienstaanbieder realiseert de datadienst en biedt deze aan datadienstafnemers die gemandateerd zijn door de juridische datadienstaanbieder.

Voor de juridische datadienstafnemer geldt dat dit de partij is die contractuele afspraken maakt over het afnemen van de datadienst en het beheren, verwerken en aanbieden aan derden van de data. De juridische datadienstafnemer is de partij die het juridisch mandaat verwerft. De juridische datadienstafnemer geeft dit mandaat door aan de technische datadienstafnemer via een machtigingsovereenkomst. De technische datadienstafnemer realiseert het afnemen, beheren, verwerken en aanbieden aan derden van de data namens de juridische datadienstafnemer. Dit kan alleen bij datadienstaanbieders waar de juridische datadienstafnemer een contractuele afspraak mee heeft gesloten.

Afbeelding 2.6 Indirect uitwisselen via een machtiging



In dit patroon is er naast het contract voor het gebruik van de datadienst ook nog de machtigingsovereenkomst.

Uitwisseling binnen een afsprakenstelsel

Als een samenwerking een grote groep van organisaties behelst of voor langere tijd wordt opgezet, dan kan het opzetten van een afsprakenstelsel belangrijke voordelen bieden. In een afsprakenstel worden algemene

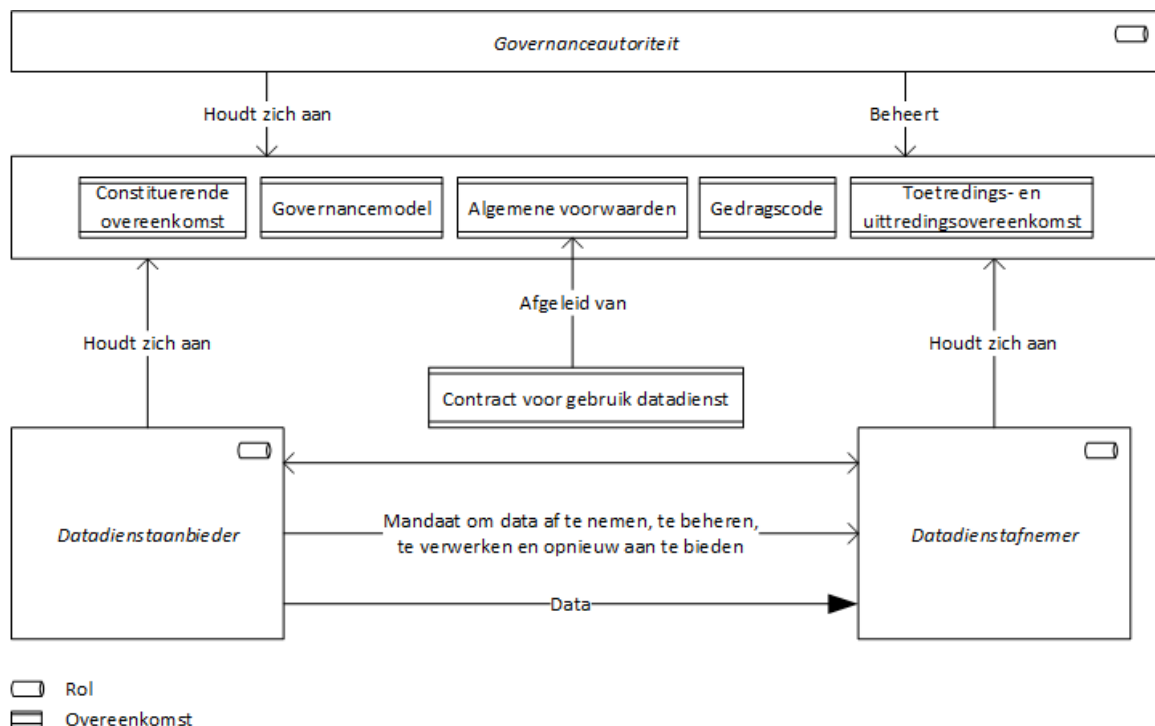
afspraken gemaakt over onder meer de governance van de samenwerking, de gedragscode, en algemene voorwaarden voor het uitwisselen van data. Dit is weergegeven in afbeelding 2.7. De belangrijkste voordelen van een afsprakenstelsel zijn:

- efficiënt hergebruik van standaardafspraken tussen deelnemers;
- continuïteit bij toe- en uittreding van deelnemers;
- een eerlijke governancestructuur.

Er kan bij een afsprakenstelsel voor gekozen worden om een governanceautoriteit aan te stellen. De governanceautoriteit is een onpartijdige partij die het stelsel van afspraken beheert, geschillen tussen deelnemers beslecht, en een faciliterende rol kan innemen in het realiseren van het afsprakenstelsel. De governanceautoriteit kan bijvoorbeeld een IT-dienstverlener opdracht geven bepaalde faciliteiten te realiseren voor het hele afsprakenstelsel. Het is niet verplicht om een governanceautoriteit aan te stellen. Redenen om dit wel te doen zijn dat het de continuïteit van het afsprakenstelsel verbetert en zorgt voor een eerlijke governancestructuur.

Een overzicht van alle rollen en een beschrijving van de verschillende soorten overeenkomsten is te vinden in de volgende paragraaf.

Afbeelding 2.7 De rollen en overeenkomsten van een afsprakenstelsel. Ten behoeve van de leesbaarheid tonen we een directe data-uitwisseling, dus zonder gemachtigde technische datadienstaanbieder of -afnemer

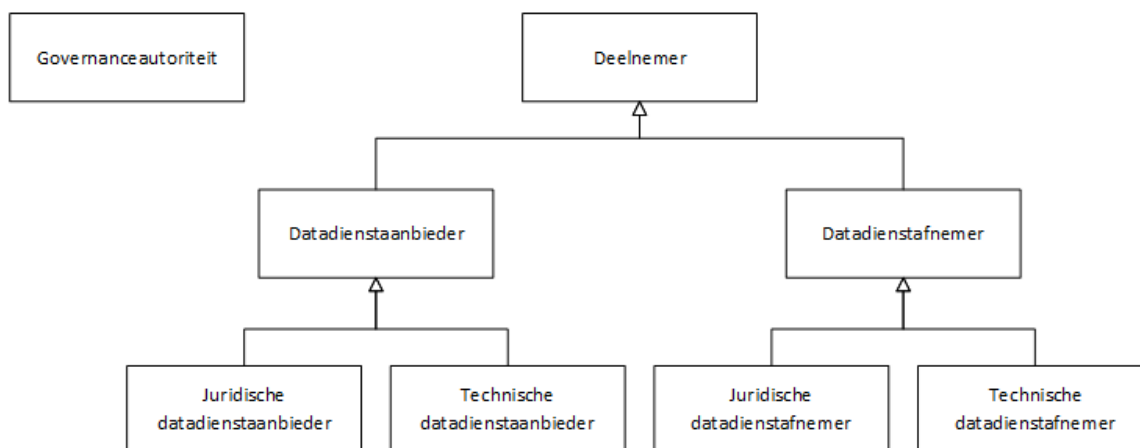


Overzicht van alle rollen en overeenkomsten

In deze paragraaf geven we een overzicht van alle relevante rollen en overeenkomsten die mogelijk zijn bij het mandaatgericht uitwisselen van data.

afbeelding 2.8 toont alle mogelijke rollen. Behalve de governanceautoriteit is elke partij in een samenwerking altijd een deelnemer. Een datadienstaanbieder acteert zowel als de juridische datadienstaanbieder als de technische datadienstaanbieder.

Afbeelding 2.8 Alle mogelijke governancerollen in een samenwerking



Tabel 2.1 geeft ook een overzicht van alle rollen met daarbij een beschrijving per rol.

Tabel 2.1 Alle relevante rollen in een samenwerking

Rol	Beschrijving
deelnemer	elke partij in een samenwerking behalve de governanceautoriteit is een deelnemer. Een deelnemer neemt in een uitwisseling altijd de rol van datadienstaanbieder of -afnemer aan. Welke rol hij aanneemt kan per uitwisseling verschillen. Een partij kan ook zijn eigen dienst afnemen.
datadienstaanbieder	een datadienstaanbieder acteert zowel als de juridische datadienstaanbieder als de technische datadienstaanbieder. De datadienstaanbieder is de partij die zeggenschap heeft over de datadienst en de bijbehorende data, en realiseert de datadienst zelf
juridische datadienstaanbieder	de juridische datadienstaanbieder is de partij die zeggenschap heeft over de datadienst en de bijbehorende data. Er kunnen alleen met de juridische datadienstaanbieder contractuele afspraken worden gemaakt over het gebruik van de datadienst. De juridische datadienstaanbieder kan via contractafspraken mandaat verlenen aan andere partijen
technische datadienstaanbieder	de technische datadienstaanbieder wordt gemachtigd door de juridische datadienstaanbieder via een contractuele machtiging, bijvoorbeeld een subverwerkersovereenkomst. De technische datadienstaanbieder realiseert de datadienst en biedt deze aan datadienstafnemers die gemandateerd zijn door de juridische datadienstaanbieder
datadienstafnemer	een datadienstaanbieder acteert zowel als de juridische datadienstaanbieder als de technische datadienstaanbieder. De datadienstafnemer is de partij die het mandaat heeft om de datadienst af te nemen en data te beheren, verwerken en aanbieden aan derden, en realiseert dit zelf
juridische datadienstafnemer	voor de juridische datadienstafnemer geldt dat dit de partij is die contractuele afspraken maakt over het afnemen van de datadienst en het beheren, verwerken en aanbieden aan derden van de data. De juridische datadienstafnemer is de partij die het juridisch mandaat verwerft. De juridische datadienstafnemer geeft dit mandaat door aan de technische datadienstafnemer via een machtigingsovereenkomst

Rol	Beschrijving
technische datadienstafnemer	de technische datadienstafnemer realiseert het afnemen, beheren, verwerken en aanbieden aan derden van de data namens de juridische datadienstafnemer. Dit kan alleen bij datadienstaanbieders waar de juridische datadienstafnemer een contractuele afspraak mee heeft gesloten
governanceautoriteit	de governanceautoriteit is een onpartijdige partij die het stelsel van afspraken beheert, geschillen tussen deelnemers beslecht, en een faciliterende rol kan innemen in het realiseren van het afsprakenstelsel. De governanceautoriteit kan bijvoorbeeld een IT-dienstverlener opdracht geven bepaalde faciliteiten te realiseren voor het hele afsprakenstelsel

Tabel 2.2 geeft een overzicht van alle typen overeenkomsten in een samenwerking.

Tabel 2.2 Typen overeenkomsten

Type overeenkomst	Beschrijving van de overeenkomst	Wat leg je hierin vast?
constituerende overeenkomst	de oprichtingsovereenkomst van de samenwerking. Deze overeenkomst is fundamenteel voor elke vorm van data uitwisseling tussen meerdere partijen. deze overeenkomst kan ook de vorm hebben van statuten van een stichting of een consortium overeenkomst	de achtergrond en het doel van de samenwerking; - een beschrijving en de identiteit van de oprichtende deelnemers algemene verantwoordelijkheden (bijvoorbeeld Projectleider) - de toetredingsvoorwaarden voor nieuwe partijen
toetredings-/ uittredingsovereenkomst	de voorwaarden waar partijen aan moeten voldoen om toe te kunnen treden of juist uit te kunnen treden uit de samenwerking	zijn er kosten verbonden aan toetreding of uittreding? - procedure voor toetreding: Hoe kunnen andere partijen toetreden tot deze samenwerking? - procedure voor uittreding: hoe en wanneer kan een partij uittreden?
algemene voorwaarden	deze overeenkomst reguleert de afspraken en interacties op het Data Space niveau	de rollen en verantwoordelijkheden in de samenwerking; - beleid rond intellectueel eigendom van partijen - beleid rond databescherming en cyberveiligheid - technische standaarden die voor iedereen gelden - klachten- en dispuutsregelingen
gedragscode	deze code beschrijft hoe we verwachten dat de deelnemers met elkaar omgaan, communiceren en samenwerken	- alle afspraken die de partijen maken over gedragingen, communicatiestijl en andere persoonlijke verhoudingen - een referentie naar eventuele (inter)nationale richtlijnen, wetten of regels voor omgangsvormen die de partijen onderschrijven

Type overeenkomst	Beschrijving van de overeenkomst	Wat leg je hierin vast?
governance model	een uitwerking van de afspraken over beslisbevoegheden, het veranderen van afspraken en het afhandelen van onderlinge disputen	- een beschrijving van het governance model; - een beschrijving van de governance partij: wie beheert de afspraken en handelt disputen af
operationeel model	een uitwerking van de praktische invulling van de samenwerking	- welke partij heeft welke rol(len)?
gebruikersvoorwaarden	de algemene voorwaarden binnen een Use Case. Deze overeenkomst reguleert de afspraken en interacties op het Data Space niveau. Het beschrijft hoe we verwachten dat de deelnemers met elkaar omgaan, communiceren en samenwerken	- de rollen en verantwoordelijkheden in de Use Case - beleid rond intellectueel eigendom van partijen - beleid rond databescherming en cyberveiligheid - technische standaarden die voor iedereen gelden - klachten- en dispuutsregelingen binnen de Use Case
dataset voorwaarden of deelnemersverklaring	voor elke dataset die een deelnemer deelt, kan deze partij aanvullende voorwaarden stellen voor gebruik, waar de afnemers van de data zich aan moeten houden. Dit noemen we ook wel een 'dataprodukt contract' of 'datatransactie contract'	- doelen waarvoor de data gebruiken mag worden - hoe de data gebruiken mag worden - of en hoe de data met derden mogen worden gedeeld - eisen op databeveiliging bij de afnemende partij - toegestane periode waarin de data gebruiken mag worden - clausules met betrekking tot de rechten van derden, zoals de rechten van de personen of organisaties die in de data voorkomen

2.4 Interoperabiliteit als leidraad

Als de governance van een samenwerking staat, dan is de volgende stap om tot afspraken te komen. Daarbij laten we ons leiden door het nieuwe Europese interoperabiliteitsraamwerk NEIF (New European Interoperability Framework). Dit raamwerk beschrijft vier lagen van interoperabiliteit die alle vier moeten worden ingevuld om tot een effectieve samenwerking te komen. In deze paragraaf beschrijven we deze gelaagde aanpak. Deze aanpak gebruiken we vervolgens in de volgende paragraaf om tot een set van afspraken te komen voor mandaatgerichte data-uitwisseling.

Bij het energiesysteem zijn veel belanghebbenden betrokken, zoals netbeheerders, marktdeelnemers en energiehubs, die met verschillende technologieën, normen en dataformaten werken. Deze partijen spreken dus een ander taal in hun bedrijfsvoering en hun IT-landschap. Wanneer ze data willen gaan uitwisselen vraagt dit om een vertaalslag van de data leverancier naar de data afnemer. Deze vertaalslag verhoogt de integratiekosten, vertraagt innovatie en beperkt het vermogen van klanten om geavanceerde diensten te gebruiken. Deze diversiteit zorgt voor een voortdurende uitdaging; elkaar begrijpen. Om elkaar te begrijpen, moeten deze obstakels voorkomen of verwijderd worden.

Het sleutelwoord voor 'elkaar begrijpen' is interoperabiliteit, oftewel: 'dezelfde taal spreken'. Door het creëren van een gemeenschappelijke woordenschat waarmee we partijen en systemen beschrijven, ontstaat er onderling begrip. Vanuit dit onderlinge begrip vindt zinvolle uitwisseling van data plaats.

En door die uitwisseling worden nieuwe inzichten opgedaan, producten gemaakt of processen verbeterd. In de praktijk betekent interoperabiliteit:

- verschillende belanghebbenden kunnen informatie delen zonder aangepaste integraties;
- apparaten, platforms en diensten kunnen consistent communiceren;
- gegevens uit verschillende bronnen kunnen worden afgestemd.

Europees interoperabiliteitsraamwerk

Het creëren van een gelijk speelveld en het spreken van dezelfde taal in een gezamenlijke digitale markt zijn twee belangrijke speerpunten van het Europese digitaliseringsbeleid. Een van de praktische uitwerkingen daarvan is het **'New European Interoperability Framework' (NEIF)**.¹ Met dit raamwerk als leidraad wordt data uitwisseling gestandaardiseerd. Door deze standaardisatie wordt het gemakkelijker data te delen tussen een veelvoud aan partijen, nieuwe producten en inzichten te ontwikkelen met deze data, en wordt het onderhouden van data infrastructuur en producten goedkoper. Daarmee biedt het *NEIF* een leidraad voor partijen die interoperabiliteit willen toepassen. Dit is ook van toepassing op de energiesector, omdat de Energiewet⁴² die sinds 1 januari 2026 van kracht is in Nederland, voorschrijft dat data uitwisseling moet voldoen aan de Europese richtlijn voor interoperabiliteit.⁴³

Het *NEIF* onderscheidt vier vormen van interoperabiliteit: (1) Juridische, (2) Organisatorische, (3) Semantische, en (4) Technische interoperabiliteit. Elk van deze vormen heeft eigen toepassingen en onderdelen. Gezamenlijk bieden de vier vormen van interoperabiliteit de sleutel tot efficiënte en duurzame uitwisseling van data. Deze vier vormen worden hieronder toegelicht, waarna ze in de opvolgende hoofdstukken meer invulling krijgen.

Juridische interoperabiliteit

Wanneer partijen opereren in verschillende juridische kaders, beleidsterreinen of met verschillende wettelijke grondslag ontstaan barrières voor het uitwisselen van data. Om ervoor te zorgen dat data uitwisseling kan plaatsvinden tussen deze partijen, is het belangrijk om een overzicht te krijgen van de wetgeving die van toepassing is op de verschillende partijen en op de soorten data die uitgewisseld wordt. Als verschillende aanbieders van data verschillende juridische kaders, geografische restricties of conflicterende belangen hebben, is het in kaart brengen van de mogelijke barrières en conflicten een eerste stap naar gezamenlijk data uitwisselen.

Organisatorische interoperabiliteit

Organisatorische interoperabiliteit richt zich op het afstemmen van bedrijfsprocessen, doelstellingen, en verantwoordelijkheden zodat organisaties effectief kunnen samenwerken:

- bedrijfsprocessen afstemmen: Hierbij worden bedrijfsprocessen van de partijen in kaart gebracht om verschillen en overeenkomsten te identificeren en wordt een overzicht gemaakt van de informatie die wordt uitgewisseld tussen deze partijen;
- afspraken en verantwoordelijkheden: de relatie tussen deelnemende partijen in de samenwerking moet duidelijk uitgewerkt worden. Door goede afspraken te maken over de rollen (voorbeeld: data aanbieder, data afnemer), de verantwoordelijkheden (voorbeeld: data-eigenaar, data verwerker) en de governance (processen, conflictafhandeling), worden verwachtingen tussen partijen duidelijk. Dit versoepelt de samenwerking.

Semantische interoperabiliteit

Het spreken van dezelfde taal zorgt voor onderling begrip. Semantische interoperabiliteit zorgt ervoor dat de betekenis van de uitgewisselde data expliciet wordt gemaakt, waardoor data consistent kan worden geïnterpreteerd door alle partijen en systemen:

- **basis semantische interoperabiliteit** maakt expliciete betekenis mogelijk door middel van annotaties en toewijzingen aan gemeenschappelijke semantische modellen/ontologieën als een gedeelde semantische basis voor de uitwisseling van energie gerelateerde gegevens;
- **semantische interoperabiliteit** op de middenlaag definieert semantiek formeel met behulp van machine-interpreteerbare talen en standaarden waardoor consistente interpretatie en redenering tussen componenten mogelijk wordt;

¹ [The New European Interoperability Framework | ISA²](#).

- **geavanceerde semantische interoperabiliteit** maakt gebruik van de volledige expressieve kracht van semantische technologieën om inferentie, validatie en geavanceerde redenering mogelijk te maken. Hierbij worden aanvullende regels, uitzonderingen, en relaties toegevoegd aan een semantisch model. Door deze aanvullingen kunnen gebruikers het model gebruiken om vergelijkbare patronen of nieuwe verbanden te ontdekken tussen datapunten en concepten in het model.

Geavanceerde semantiek verbetert het redeneren, de automatisering en de nauwkeurigheid, maar vereist meer rekenkracht, vooral voor real time berekeningen. Het helpt dus om selectief te zijn: geavanceerde semantiek toepassen waar deze echte waarde toevoegt. Dit kan bijvoorbeeld zijn in sector-overschrijdende coördinatie, geautomatiseerde redenering (in een Digitale Schaduw), nauwkeurige uitleg aan klanten of in lichtere semantiek met focus op simpele relaties of contextdiagrammen als prestaties en kosten cruciaal zijn.

Technische interoperabiliteit

Door verschillende systemen via netwerken en protocollen te verbinden, kunnen deze systemen geautomatiseerd communiceren en de gegevensstructuur (syntaxis) begrijpen. Deze vorm van interoperabiliteit vormt de basale infrastructuur voor het uitwisselen van data:

- **communicatie- en netwerkinteroperabiliteit** zorgt voor betrouwbare gegevensuitwisseling via digitale communicatiemediën zoals Ethernet of wifi, met behulp van standaard netwerkprotocollen zoals IP en TCP. Energiesystemen zijn afhankelijk van deze laag om heterogene netwerkmiddelen, apparaten en externe systemen met elkaar te verbinden;
- **syntactische interoperabiliteit** definieert de overeengekomen gegevensformaten ('syntax') zoals XML, JSON, JSON-LD of CSV en de standaardstructuur ('schema') waarin de data worden weergegeven in het bestand. Daardoor kunnen de digitale systemen de uitgewisselde data geautomatiseerd verwerken. Een overeenkomst in dataformaat hoeft echter niet te betekenen dat de bestanden compleet en volledig ingevuld zijn met de juiste waarden. Syntactische overeenstemming zorgt hier alleen voor dezelfde type dozen, niet per se voor dezelfde inhoud.

2.5 De afspraken die nodig zijn voor mandaatgericht data uitwisselen

In deze paragraaf brengen we governance en interoperabiliteit samen om tot een gestructureerde set van afspraken te komen voor mandaatgerichte data-uitwisseling. We beschrijven een set van onderwerpen waar je voor elke data-uitwisseling afspraken over moet maken als je dit op een interoperabele en mandaatgerichte manier wilt doen. Per governancepatroon kan vervolgens worden gekozen hoe deze afspraken landen in de verschillende overeenkomsten.

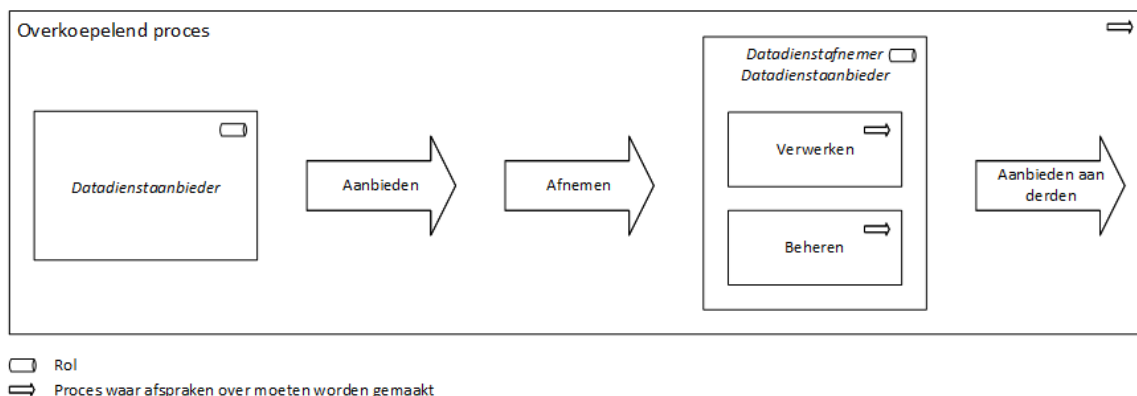
We maken afspraken over het aanbieden, afnemen, beheren, verwerken en opnieuw aanbieden aan derden van data. En doen dit voor alle vier de lagen van het NEIF: juridisch, organisatorisch, semantisch en technisch.

Ongeacht het governancepatroon onderscheiden we in elke data-uitwisseling de volgende processen:

- het aanbieden van een datadienst;
- het afnemen van een datadienst;
- het beheren van data;
- het verwerken van data;
- het via een datadienst aanbieden van (verwerkte) data aan derden;
- het overkoepelende proces van data-uitwisseling.

Deze processen zijn weergegeven in afbeelding 2.9 en worden nader toegelicht in tabel 2.3.

Afbeelding 2.9 De processen in een data-uitwisseling waar afspraken over moeten worden gemaakt



Tabel 2.3 laat zien hoe we het aanbieden en afnemen van een datadienst hebben gegroepeerd en vervolgens hebben opgesplitst in drie deelonderwerpen: elkaar begrijpen, elkaar vertrouwen en elkaar vinden. Het groeperen hebben we gedaan omdat de (technische) koppeling tussen datadienstaانبieder en -afnemer op dit punt zo sterk is, dat er op onderdelen geen duidelijk onderscheid te maken is of iets de verantwoordelijkheid van de datadienstaانبieder of -afnemer is. Een voorbeeld is authenticatie: men moet samen tot een methode komen, waarbij soms de aanbieder de sturende partij zal zijn en soms de afnemer. Het opsplitsen in elkaar begrijpen, elkaar vertrouwen en elkaar vinden hebben we gedaan omdat er wel een duidelijk onderscheid zit tussen die drie onderwerpen. Hierin volgen we bovendien het DSSC dat deze opsplitsing ook toepast.

Tabel 2.3 De processen in een data-uitwisseling waar afspraken over moeten worden gemaakt

Proces		Toelichting
overkoepelend		dit zijn overkoepelende afspraken die voor alle andere processen gelden, zoals compliancy
aanbieden en afnemen	elkaar begrijpen	elkaar begrijpen gaat over semantische en technische interoperabiliteit tijdens het uitwisselen
	elkaar vertrouwen	elkaar vertrouwen gaat over identificeren, toegangsbeheer, en veilig communiceren
	elkaar vinden	elkaar vinden gaat om het publiceren van datadiensten
beheren		beheren gaat met name over het veilig bewaren van data, in lijn met gemaakte afspraken
verwerken		verwerken gaat over het gebruik van data
aanbieden aan derden		aanbieden aan derden gaat over het opnieuw aanbieden van ontvangen data aan anderen, al dan niet in verwerkte vorm

In tabel 2.4 hebben we een overzicht gemaakt van alle onderwerpen waar afspraken over moeten worden gemaakt om te komen tot mandaatgerichte data-uitwisseling die compliant is met wetgeving en veilig en interoperabel is. De onderwerpen zijn gegroepeerd naar de hierboven genoemde processen. Per onderwerp geven we aan welke laag van het NEIF dit onderwerp raakt. Deze onderwerpen zijn van toepassing op elke data-uitwisseling.

Er hoeft niet elk onderwerp altijd een expliciete afspraak te worden gemaakt; vaak gebeurt dit impliciet. Over een Excelbestand dat via de mail wordt gedeeld zullen vooraf meestal geen afspraken zijn gemaakt over het achterliggende semantische model of in welke mate de verzender aansprakelijk is voor fouten. Dat wil niet zeggen dat het onderwerp niet van toepassing is; er zijn alleen geen expliciete afspraken over gemaakt.

Voor incidentele, informele uitwisseling is dat vaak geen probleem. Voor formele samenwerkingen is het echter sterk aan te raden hier vooraf afspraken over te maken, ook als deze afspraken triviaal van aard zijn.

In het vervolg van dit document zullen we een groot deel van de onderwerpen in tabel 2.4 toelichten en aangeven hoe hier afspraken over gemaakt kunnen worden. In paragraaf 2.7 bespreken we hoe de governance van een samenwerking kan worden ingericht en bespreken daarbij ook juridische en organisatorische onderwerpen. In hoofdstuk 3 gaan we uitgebreid in op semantiek, en in hoofdstuk 4 op techniek.

Tabel 2.4 De set van afspraken voor mandaatgerichte data-uitwisseling

Proces		Onderwerp	Toelichting	Juridisch	Organisatorisch	Semantisch	Technisch
overkoepelend		dienst	om welke datadienst gaat het	x			
		rollen	wie zijn de aanbieder en afnemer	x			
		doel	met welk doel worden de data gedeeld	x			
		tijdsduur	voor hoe lang gelden deze afspraken	x			
		aansprakelijkheid	welke aansprakelijkheid geldt er	x			
		vertrouwelijkheidsniveau	wat is het vertrouwelijkheidsniveau				x
		datasoevereiniteit	welke niveaus van soevereiniteit zijn er en hoe borg je dit		x		
		SLA	waar moet je afspraken over maken en hoe ga je om met ingebrekestelling		x		x
		incidentresponse	wat is de procedure in geval van een veiligheidsincident		x		x
		revocatie	wat is de procedure om de overeenkomst te beëindigen		x		x
		compliance	welke wet- en regelgeving is van toepassing	x			
		auditing	hoe toon je contractuele compliance aan bij audits	x	x		x
		subverwerkers	welke afspraken maak je over subverwerkers	x	x	x	x
aanbieden en afnemen	elkaar begrijpen	interface	hoe ziet de technische interface eruit				x
		syntax	met welke syntax worden de data gedeeld				x
		semantiek	welk semantisch model wordt er gebruikt			x	
		metadata van data	hoe zijn de data beschreven (metadata)			x	
		communicatiekanaal	hoe vindt de uitwisseling plaats				x
	elkaar vertrouwen	identificatie	hoe identificeer je mensen en systemen				x
		authenticatie	hoe weet je zeker dat iemand is wie hij claimt te zijn				x
		autorisatie	hoe beheer je toegang tot data				x
		beschikbaarheid van de dienst	hoe borg je dat een datadienst beschikbaar is				x
		integriteit van de dienst	hoe borg je dat data ongewijzigd worden ontvangen				x
		vertrouwelijkheid van de dienst	hoe borg je dat data vertrouwelijk blijven				x

		Onweerlegbaarheid	hoe maak je aantoonbaar dat iemand een handeling heeft verricht				x
	elkaar vinden	metadata van datadiensten	beschrijving van de datadienst voor machines				x
		vindbaarheid	hoe maak je datadiensten automatisch vindbaar				x
beheren		beschikbaarheid van data	hoe borg je beschikbaarheid van data		x		x
		integriteit van data	hoe borg je integriteit van data		x		x
		vertrouwelijkheid van data	hoe borg je vertrouwelijkheid van data		x		x
		bewaartermijnen	welke afspraken maak je over het verwijderen van data		x		x
verwerken		doelbinding	welke verwerkingen zijn toegestaan (en welke niet)			x	x
		traceerbaarheid verwerkingen	hoe traceer je bewerkingen, en moet je dit willen				x
		beheren resultaten	welke afspraken maak je over het beheren van resultaten	zie data beheren			
aanbieden aan derden		data aanbieden aan derden	welke afspraken maak je over het beheren van resultaten	zie aanbieden			

2.6 Relevante wet- en regelgeving

In de vorige paragraaf hebben we de set van afspraken gedefinieerd waarover afspraken moeten worden gemaakt om energiedata veilig, interoperabel, compliant aan wetgeving en mandaatgericht uit te wisselen. In deze paragraaf geven we aan welke wet- en regelgeving van toepassing is hierbij en waar rekening mee moet worden gehouden bij het maken van afspraken.

Een goed begrip van wanneer bepaalde wet- en regelgeving van toepassing is, is belangrijk bij het inrichten van de samenwerking. Alleen dan kun je de gevolgen van een bepaalde rolverdeling tussen partijen overzien op het vlak van wet- en regelgeving, en welke eisen op dat vlak wel- of niet van toepassing zijn. In deze sectie lichten we toe welke wet- en regelgeving wanneer van toepassing is. De specifieke wet- en regelgeving die van toepassing is, hangt af van een paar factoren: het type data, type partij en de activiteit of verantwoordelijkheid waar het om gaat. Het is dus altijd raadzaam om de 'datadeel activiteit' of onderlinge afspraak die je maakt extra te laten toetsen door een jurist.

Cyberbeveiligingswet (NIS 2)

De Europese richtlijn 2022/2555 NIS 2, is ontworpen om de cyberbeveiligingsniveaus voor kritieke infrastructuur aanzienlijk te verhogen. Het beschrijft hoe essentiële en belangrijke entiteiten beveiligd kunnen en moeten worden en heeft strenge cyberbeveiligingseisen. In Nederland wordt deze richtlijn ingevoerd als de 'Cyberbeveiligingswet' (cbw)¹.

Deze richtlijn is van toepassing op middelgrote en grote organisaties (publiek- en privaat) die actief zijn in kritieke sectoren binnen de EU. De richtlijn is ook van toepassing op energiebedrijven, omdat zij vallen onder de hoog-kritieke energiesector zoals vermeld in bijlage I van de NIS 2-richtlijn.

Energiewet

Vanaf 1 januari 2026 is de Energiewet de belangrijkste Nederlandse wet die de elektriciteits- en gasmarkten regelt. De Energiewet regelt de productie, het transport, de distributie en de levering van elektriciteit en gas, stelt de aanwijzing en taken van netbeheerders vast, stelt regels op voor nettoegang en tariefregulering en bevat bepalingen over consumentenbescherming, marktwerking en gegevensuitwisseling. Verder beschrijft de wet regels voor het transport en de distributie van energie, nettoegang, systeembeheer, marktfacilitatie en gegevensuitwisseling tussen marktdeelnemers. Daarom is de Energiewet van toepassing wanneer een partij een energienetwerk exploiteert, beheert of faciliteert. Ook partijen die energie gerelateerde marktgegevens verwerken, vallen binnen deze wet.

Dataverordering

De dataverordening, voluit **Data Act Regulation (EU) 2023/2854**, beschrijft geharmoniseerde regels voor eerlijke toegang tot, en gebruik van, data. Het beschrijft de toegangs- en gebruikseisen voor data die worden gegenereerd door slimme apparaten en daaraan gerelateerde diensten. Denk hierbij aan robotstofzuigers en auto's, maar ook de app op je telefoon voor deze apparaten. Het kan ook gaan om data van slimme apparaten in fabriekshallen of bedrijfspanden. De dataverordening beschrijft verplichtingen voor gegevenshouders om dergelijke data toegankelijk te maken voor gebruikers en derden. Daarnaast bevat het bepalingen over datadeling met overheidsinstanties en waarborgen tegen oneerlijke contractuele voorwaarden.

Slimme meters, netwerkinfrastructuur, EV-laadstations en andere verbonden energie-assets genereren operationele en gebruiksdata die binnen het toepassingsgebied van de dataverordening vallen. Dit geldt dus ook voor energiedistributeurs, leveranciers en technologieaanbieders. Afhankelijk van hun rol in de waardeketen kunnen zij ook worden beschouwd als fabrikanten van verbonden producten of aanbieders van gerelateerde diensten. Dit geldt met name wanneer zij die producten op de Europese markt brengen of toegang zoeken tot door apparaten gegenereerde data om energiediensten, flexibiliteitsoplossingen of netbeheerfuncties te leveren.

¹ In Nederland wordt de NIS 2 - richtlijn ingevoerd als Cybersecuritywet: <https://www.nctv.nl/onderwerpen/c/cyberbeveiligingswet>.

Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)

De 'AVG' (Verordening (EU) 2016/679) stelt de Europese regels vast voor de bescherming van natuurlijke personen met betrekking tot de verwerking van persoonsgegevens en het vrije verkeer van data in de Europese Unie. De AVG is van toepassing op alle partijen die persoonsgegevens verwerken met betrekking tot de burgers van de EU, ongeacht de vestiging van de entiteit. Het gaat dus om je eigen data, die van je familieleden en vrienden, maar ook van je collega's, medewerkers of medewerkers van partijen waarmee je samenwerkt.

De AVG is van toepassing op partijen in de Nederlandse energiesector, aangezien energiedistributeurs, leveranciers en gerelateerde dienstverleners routinematig persoonsgegevens verwerken, waaronder klantidentificatiegegevens, aansluitgegevens, factureringsinformatie en slimme meter verbruiksgegevens, die direct of indirect betrekking kunnen hebben op identificeerbare natuurlijke personen.

Data Governance Act (DGA)

De Data Governance Act (DGA) regelt het hergebruik van beschermde overheidsdata, databemiddelingsdiensten die opereren als neutrale gegevensuitwisselingsplatforms, en zogenaamde 'data-altruïsmeorganisaties'. Dit zijn partijen die zonder winstoogmerk data beschikbaar maken voor het algemeen belang. Bijvoorbeeld over gezondheidszorg, klimaat of mobiliteit. De DGA is van toepassing op hergebruik van overheidsgegevens, zoals data die door gemeenten worden gebruikt. Daarbij stelt de DGA eisen aan afspraken rond governance, neutraliteit, transparantie en registratie aan deze initiatieven. In de context van datastrategieën in de energiesector, Digitale Schaduws, slimme infrastructuur en Data Spaces, is de DGA van toepassing waar data uitwisseling wordt gefaciliteerd via een gecoördineerd platformmodel, waar beschermde en openbare energiedatasets worden hergebruikt, of bij grensoverschrijdende platforms.

2.7 Hoe richt je schaalbare governance in voor data-uitwisseling?

De overzichten van bedrijfsmodel, governancepatronen – en afspraken, interoperabiliteit en relevante wetgeving bieden een eerste stap naar het opzetten van data-uitwisseling. Maar hoe richt je deze data-uitwisseling in op een manier dat afspraken gedeeld, uitgebreid en geüpdatet kunnen worden?

Om deze informatie te vertalen naar een governance model voor de samenwerking, zijn er nog drie onderdelen nodig:

- 1 schaalniveaus waarop data-uitwisseling kan plaatsvinden;
- 2 schaalbaarheid vs. herhaalbaarheid;
- 3 versnellers voor het verwaarden van data-uitwisseling.

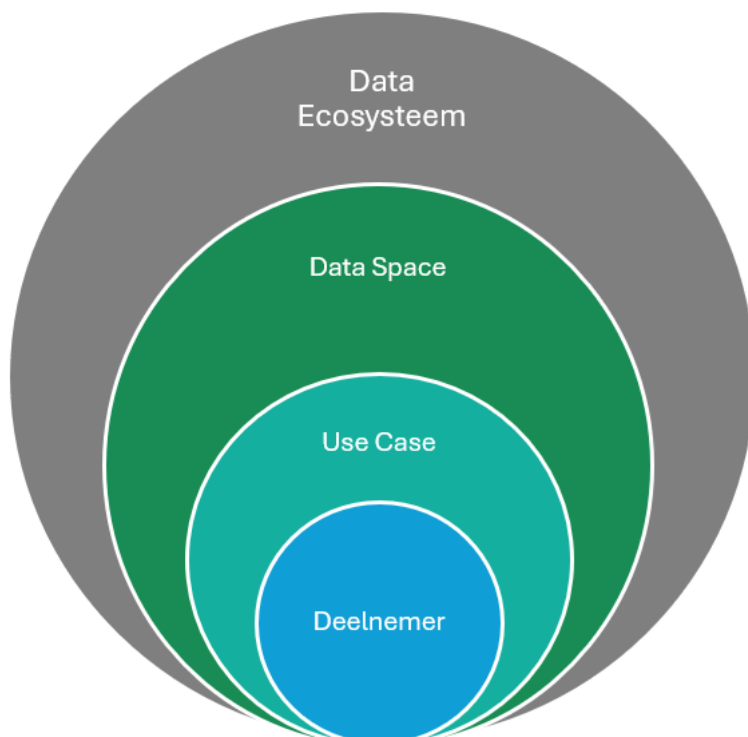
2.7.1 Schaalniveaus van data-uitwisseling

Data kan op verschillende niveaus gedeeld worden. Voor een concrete, duurzame samenwerking en uitwisseling van data, is het belangrijk onderscheid te maken in deze verschillende niveaus. Dat geeft overzicht over de schaalniveaus van de samenwerking en helpt om de juiste vragen te stellen bij het maken van afspraken. Op elk niveau vinden verschillende interacties plaats, waardoor andere, vaak specifiekere afspraken nodig zijn. Hieronder brengen we de verschillende schaalniveaus van data uitwisseling in kaart.

Vier schaalniveaus van data uitwisseling

Het DSSC schetst vier schaalniveaus van data uitwisseling, gebaseerd op de praktijk in Europese datadeelinitiatieven. Deze schaalniveaus worden schematisch weergegeven in de afbeelding hieronder. We beschreven hier vier niveaus waarop datadeelinitiatieven typisch plaatsvinden. In de praktijk kunnen al deze schaalniveaus tegelijkertijd van toepassing zijn. In paragraaf 4.3.6 'rollen' geven we een overzicht van de actieve rollen in een datadeelinitiatief.

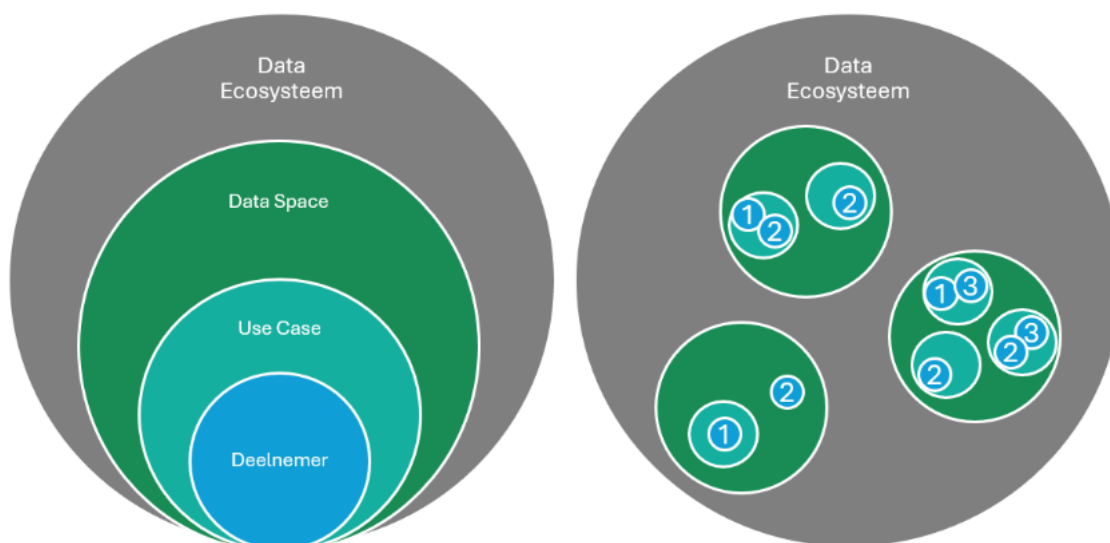
Afbeelding 2.10 De vier schaalniveaus van datadelen



De vier schaalniveaus van datadelen zijn:

- 1 **Data Ecosysteem** – het overkoepelende, meest abstracte schaalniveau van datadelen. Deze laag is het land, de economie of de industrie waarin de partijen opereren. In de context van deze datastrategie gaat het om het gehele Energie(eco)systeem van Nederland. In een Data Ecosysteem kunnen meerdere Data Spaces actief zijn. Alle partijen opereren op verschillende (deel)belangen of (sub)onderdelen van dit systeem;
- 2 **Data Space** – Een Data Space is een gerichte samenwerking tussen meerdere partijen in een Data Ecosysteem. Het omvat alle verbindingen, afspraken en digitale dienstverlening waarmee data veilig en vertrouwd gedeeld kan tussen partijen met een gemeenschappelijk doel. De partijen in een Data Space kunnen allemaal een andere rol hebben in het grotere systeem, maar vinden elkaar om een gezamenlijk doel te bereiken. In de context van deze datastrategie gaat het om een regionale samenwerking met als doel het ontwerpen en realiseren van een toekomstbestendig energiesysteem. In een Data Space kunnen meerdere Use Cases actief zijn;
- 3 **Use Case** – Een Use Case is een specifieke toepassing van data uitwisseling, waarbij een klein aantal partijen gezamenlijk een (deel)vraag gaat beantwoorden. Een Use Case kan op zichzelf staan als datadeelinitiatief, bijvoorbeeld een 'energie hub', en daarmee op korte termijn resultaten boeken. Maar een Use Case kan ook onderdeel zijn van een groter geheel. In een project zoals ORTESE, waarbij meerdere Use Cases bijdragen aan gezamenlijk datadeelinitiatief. Hierbij gaat een specifiek bedrijventerrein, een groep partijen met dezelfde energiebron of een woonwijk met gezamenlijke energieaanvoer gezamenlijk aan de slag om een gedeelte van het overkoepelende doel te testen, ontwerpen en/of realiseren;
- 4 **deelnemer** – het laagste niveau van datadelen. Het gaat hier om een deelnemer aan het data ecosysteem, de Data Space, en/of een Use Case. Iedere partij in het Energiesysteem is een potentiële deelnemer aan een Data Space of Use Case, maar we spreken pas van een deelnemer als deze partij actief betrokken is bij de Data Space of Use Case. Wat deze partij verder met haar data doet is volledig aan haar.

Afbeelding 2.11 Verschillende samenwerkvormen binnen een data ecosysteem



Binnen de vier schaalniveaus van datadelen kunnen samenwerkingen allerlei vormen aannemen. Elke vorm is in bepaalde mate afgebakend: rond een gemeenschappelijk doel, een gedeeld probleem, of een gedeelde locatie. Afbeelding 2.8 geeft een schematisch voorbeeld van mogelijke samenwerkvormen. Deze situatieschets geeft ook weer dat er verschillende verschijningsvormen zijn van datadeelinitiatieven. Een aantal kenmerken lichten we uit.

Een data ecosysteem kan meerdere Data Spaces bevatten

Een ecosysteem is een breed netwerk waarin allerlei partijen samenwerken rond datadeling, maar zonder vooraf vastgelegde technische en semantische afspraken. Een Data Space maakt dit specifieker door concrete regels, standaarden en governance te organiseren rond een gezamenlijk doel.

Een Data Space bestaat uit meerdere deelnemers

Omdat een Data Space gericht is op doelmatig datadelen, zijn er altijd meerdere partijen nodig die de gezamenlijke afspraken toepassen. Deelnemers brengen hun eigen rollen en verantwoordelijkheden mee binnen die gedeelde structuur.

Een Data Space kan meerdere Use Cases bevatten

Een Data Space biedt een gemeenschappelijke set van afspraken en infrastructuur waarbinnen verschillende concrete toepassingen kunnen draaien. De verschillende Use Cases benutten de Data Space om doelgericht data uit te wisselen. Elke Use Case kan specifieke voorwaarden stellen aan het gebruik van de data, bijvoorbeeld om de uitkomsten van een Use Case gedeeltelijk af te schermen.

Een Use Case bestaat uit 1 of meerdere deelnemers

Een Use Case is een concrete toepassing waarbij deelnemers samenwerken aan een duidelijk afgebakend doel dat datadeling vereist. Het aantal deelnemers hangt af van hoeveel partijen voor dat specifieke probleem data moeten leveren of ontvangen.

Een deelnemer kan in meerdere Data Spaces actief zijn

Partijen kunnen deelnemen aan verschillende domeinen, zolang zij per Data Space de bijbehorende afspraken naleven.

Een deelnemer kan in meerdere Use Cases actief zijn

Binnen een Data Space kan een partij aan meerdere toepassingen bijdragen, zolang dezelfde basisafspraken worden nagekomen. Zo benutten ze de gedeelde infrastructuur optimaal voor verschillende doelen.

Een deelnemer kan actief zijn in de Data Space zonder in een Use Case actief te zijn.

Een organisatie kan al deelnemen aan de governance, infrastructuur of community van een Data Space zonder direct data uit te wisselen in een Use Case. Dit maakt het mogelijk om voorbereid te zijn op toekomstige Use Cases of eerst organisatorisch aan te haken.

2.7.2 Schaalbaarheid vs. herhaalbaarheid

Twee fundamentele overwegingen voor de governance op data in de Digitale Schaduw zijn de keuzes voor de beoogde toekomst van het model. De mate van schaalbaarheid en herhaalbaarheid van het model.

Aan de ene kant kan de Digitale Schaduw uitgroeien tot het centrale model om het hele Nederlandse energiesysteem te bevragen. Daarbij komt de focus te liggen op schaalbaarheid. Aan de andere kant kan de Digitale Schaduw uit ORTESE PRIME dienen als voorbeeld om een vergelijkbare Digitale Schaduw op te zetten in andere regio's in Nederland. In dat geval komt de focus te liggen op herhaalbaarheid. De keuzes die hierin gemaakt gaan worden, hebben impact op de governance afspraken rond data-uitwisseling. Deze impact wordt hieronder uitgezet.

Scenario 1 – Eén Digitale Schaduw voor Nederland

Wanneer de bestaande Digitale Schaduw uitgebreid wordt buiten de regio Emmen, komen vragen rond schaalbaarheid op. Bij deze opschaling vindt de data-uitwisseling niet langer tussen vaste partijen plaats, maar komt er een groeiend aantal aanbieders (andere netbeheerders, asseteigenaren, grootverbruikers, huishoudens) en afnemers (gemeenten, provincies, netbeheerders). Wanneer deze verschillende netbeheerders, regionale partijen, energiehub's, bedrijven en overheden willen aansluiten op de bestaande Digitale Schaduw komen er nieuwe vragen op rond het beschikbaar stellen en ontsluiten van nieuwe databronnen.

Zonder schaalbare governance zal elke nieuwe aansluiting leiden tot:

- maatwerk in koppelingen tussen nieuwe aanbieders en de Digitale Schaduw;
- varianten op bestaande oplossingen;
- extra beheerlast voor de Digitale Schaduw beheerder(s);
- nieuwe interpretatieverschillen, omdat databronnen niet dezelfde standaarden onderschrijven.

De complexiteit neemt bovendien snel toe wanneer partijen gebruikmaken van verschillende dienstverleners of platformen. In dat geval ontstaat anders per combinatie van partijen weer een nieuwe technische koppeling of interpretatie van de data. Daarom vraagt schaalbaarheid om:

- 1 generieke afspraken - iedere nieuwe deelnemer sluit aan via dezelfde juridische, organisatorische, technische en semantische spelregels;
- 2 heldere open standaarden - dataproducten, datamodellen en API's zijn uniform en breed toepasbaar;
- 3 gestroomlijnde toetreding: nieuwe deelnemers kunnen eenvoudig aansluiten zonder opnieuw het wiel uit te vinden;
- 4 uitwisselbare dienstverleners - dankzij open afspraken kan elke deelnemer een eigen leverancier kiezen zonder dat dit andere partijen beïnvloedt;
- 5 consistente interpretatie - het afstemmen van semantiek voordat de nieuwe data wordt gekoppeld voorkomt dat dezelfde data anders worden uitgelegd.

In dit scenario ligt de focus op **technische schaalbaarheid (punt 2, 4, 5) en governance-herhaalbaarheid (punt 1, 3)**. Wanneer de afspraken tussen partijen eenvoudig te herhalen of kopiëren zijn, wordt het toetreden van nieuwe partijen versimpeld en daarmee versneld. Wanneer de onderliggende open standaarden en semantiek al vastliggen, en er meerdere dienstverleners beschikbaar zijn, kan elke nieuwe partij data beschikbaar stellen binnen duidelijke kaders. Bovendien is er alleen bij de start een vertaling nodig van de bestaande data naar de context van de Digitale Schaduw. Daarna is de data consistent beschikbaar. Zo ontstaat een scenario waarin de Digitale Schaduw kan meegroeien met zowel de energietransitie als het aantal betrokken partijen.

Scenario 2 – Meerdere lokale Digitale Schaduws verspreid over Nederland

In een ander scenario wordt de Digitale Schaduw die opgeleverd wordt in ORTESE opgezet, niet uitgebreid naar andere regio's. Er komen dus geen nieuwe aanbieders en afnemers bij een bestaande Digitale Schaduw, maar er worden geheel nieuwe Digitale Schaduws opgezet in nieuwe regio's en door andere gemeenten, provincies en netbeheerders. In dat geval is het cruciaal dat de Digitale Schaduw herhaalbaar is: dat de keuzes, afspraken, dataproducten en technische inrichting van ORTESE één-op-één toepasbaar zijn voor het bouwen van een nieuwe Digitale Schaduw in een andere regio.

Zonder herhaalbare governance zullen koppelingen en dataproducten op termijn instabiel worden. Dit leidt tot:

- extra beheerlast omdat koppelingen steeds opnieuw moeten worden gebouwd of gerepareerd,
- verstoringen wanneer bronsystemen wijzigen, omdat koppelingen niet versie-bestendig zijn,
- inconsistenties in de Digitale Schaduw doordat dataproducten niet uniform of tijdig worden aangeleverd,
- afhankelijkheden van specifieke leveranciers of maatwerkoplossingen, omdat processen niet generiek ontworpen zijn.

Bovendien neemt het risico op fouten en vertraging snel toe wanneer dataproducten, informatiemodellen en datadiensten niet ontworpen zijn om in productie te draaien of niet bestand zijn tegen wijzigingen in systemen en organisaties. Nieuwe regio's zouden dan steeds opnieuw dezelfde ontwerpkeuzes moeten doorlopen. Daarom vraagt herhaalbaarheid om:

- 1 stabiele datadiensten – dataproducten en interfaces blijven functioneren zonder handmatige herbouw, ongeacht organisatorische of technische wijzigingen bij aanbieders. Dit geldt met name voor data-aanbieders die in meerdere regio's voor de Digitale Schaduw data aanleveren;
- 2 versiebestendigheid – aanpassingen in datamodellen, API's en systemen worden gecontroleerd doorgevoerd;
- 3 operationeel model – monitoring, foutdetectie, incidentafhandeling en onderhoud zijn onderdeel van het ontwerp, zodat de Digitale Schaduw gemakkelijk op te zetten en te beheren is;
- 4 processtandaardisatie – intake, datalevering, updates en lifecycle-beheer zijn gedocumenteerd, herhaalbaar en overdraagbaar tussen regio's, bijvoorbeeld in de vorm van een stappenplan;
- 5 semantische uniformiteit – de betekenis van gegevens ligt vast in één informatiemodel dat in iedere nieuwe regio opnieuw gebruikt kan worden.

In dit scenario ligt de focus zowel op **technische herhaalbaarheid (punten 2, 3, 4)** als **governance-herhaalbaarheid (punten 1, 5, 6)**. Wanneer de ontwikkelstappen en afspraken tussen partijen eenvoudig te herhalen zijn, wordt het bouwen van een nieuwe Digitale Schaduw elders sterk vereenvoudigd en versneld. En wanneer de onderliggende open standaarden, dataproducten en semantiek al vastliggen, hoeft een nieuwe regio alleen de eigen data te mappen naar de bestaande structuur. Daarna kan de Twin consistent draaien, net zoals in ORTESE. Zo ontstaat een scenario waarin de Digitale Schaduw-aanpak zich regionaal én landelijk kan herhalen, zonder telkens opnieuw het wiel uit te vinden - een fundament voor schaalbare digitale ondersteuning van de energietransitie.

Schaalbaarheid is hier minder van belang, aangezien de lokale Digitale Schaduw een afgebakende schaal heeft; vaste data-aanbieders en afnemers en een geografisch afgebakend gebied. Per regio kunnen er natuurlijk wel verschillen bestaan in de hoeveelheid data die beschikbaar is, omdat het aantal aansluitingen, energiedragers of infrastructuurpunten groter kan zijn dan bij ORTESE. Daarmee neemt de totale omvang van de data en mogelijk ook de benodigde rekenkracht toe.

Scenario 3 – Tussenscenario

Natuurlijk is er ook een tussenscenario mogelijk; er is niet één Digitale Schaduw voor heel Nederland, maar er is ook geen sprake van enkel lokale Digitale Schaduws. In dit scenario is het mogelijk dat iedere netbeheerder een Digitale Schaduw aanbiedt in haar beheergebied. Ook is er een situatie denkbaar waarin Digitale Schaduws op meerdere schaalniveaus actief zijn; zowel op lokale (per gemeente), regionale (per netbeheerder of provincie) of sub-nationale schaal (meerdere provincies, maar niet heel Nederland).

In alle gevallen waarin er meer dan één Digitale Schaduw wordt ontwikkeld, kan scenario 2 als basis dienen. Daarmee kan een herhaalbare Digitale Schaduw gemaakt worden. Daarna kunnen componenten van scenario 1 aangehaakt worden naar behoefte; als de beoogde nieuwe Digitale Schaduw op grotere schaal gaat opereren dan de Digitale Schaduw die is ontworpen in ORTESE, dan is het van belang om de aandachtspunten voor technische schaalbaarheid ook mee te nemen in het ontwerp.

2.8 Tot slot

In dit hoofdstuk hebben we uiteengezet welke juridische en organisatorische afspraken belangrijk zijn bij het uitwisselen van data tussen partijen. De handvatten voor een gezamenlijk bedrijfsmodel, een uitleg over data-uitwisselingspatronen en de te maken afspraken, bieden een belangrijke basis voor een duurzame samenwerking in het uitwisselen van data. Daarnaast benadrukken we het belang van interoperabiliteit: het spreken van dezelfde taal op juridische, organisatorisch, semantisch en technisch vlak vormt de basis voor een schaalbare en herhaalbare data-uitwisseling. Door afspraken, systemen en taal op elkaar af te stemmen profiteren alle partijen in de samenwerking van netwerk- en schaalvoordelen en van efficiëntere uitwisseling van data. Bovendien zorgt onderlinge interoperabiliteit voor minder afhankelijkheid van dienstenaanbieders en softwarepartijen (vendor lock-in), omdat data makkelijker te verplaatsen wordt. Daarmee neemt de Data soevereiniteit van alle deelnemers in de samenwerking toe.

In het volgende hoofdstuk bespreken we de rol van semantiek in de data-uitwisseling; het gebruiken van dezelfde taal, het formuleren van de juiste datavragen, en het vastleggen en inrichten van onderliggende informatiemodellen is de eerste stap naar een concretisering van de databehoeft in het energielandschap.

3

VAN BELEIDSVRAAG NAAR DATAVRAAG

Hoofdstuk 3 beschrijft hoe een Digitale Schaduw op een gestructureerde manier kan worden ingezet om waarde te bieden bij beleids- en investeringsvraagstukken. Daarbij wordt ingegaan op het gebruik van gemeenschappelijke informatiemodellen, de minimale dataset voor het energiesysteem en een methodiek om beleidsvragen te vertalen naar onderzoeksvragen en concreet geformuleerde datavragen.

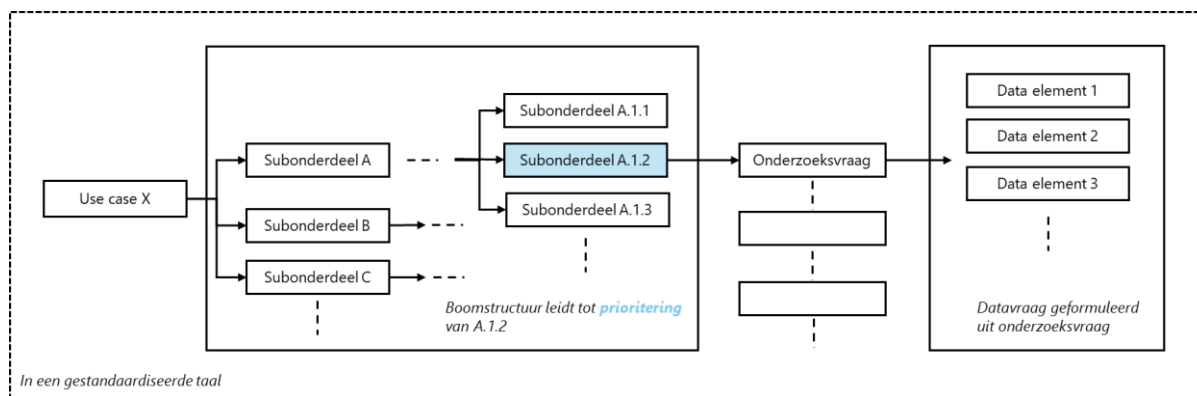
3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is uiteengezet welke juridische en organisatorische afspraken van belang zijn bij het uitwisselen van data tussen partijen. In dit hoofdstuk bouwen we hierop voort door ons te richten op de data zelf: welke data is nodig om een Digitale Schaduw zodanig in te zetten dat deze waarde kan bieden bij beleids- en investeringsvraagstukken in het energiedomein.

Om dit te bereiken is het noodzakelijk om eerst structuur aan te brengen in het vraagstuk. Dit doen we op twee manieren:

- 1 een standaardtaal: We beginnen met een gemeenschappelijk semantisch model om het energiesysteem op een eenduidige manier vast te leggen. Vervolgens beschrijven we de minimale dataset die nodig is om een Digitale Schaduw van een energiesysteem te bouwen, onafhankelijk van de specifieke analyse en onderzoeksrichting;
- 2 een standaard proces: Daarnaast beschrijven we een methode om van een eerste onderzoeksrichting te komen tot specifieke datavragen. Dit gebeurt in drie stappen, die samen een consistente aanpak vormen (zie afbeelding 3.1) om een breed beleidsvraagstuk te vertalen naar een complete, maar minimalistische en deelbare datavraag:
 - we ontleden het brede vraagstuk met behulp van een boomstructuur. De boom helpt om de brede vraagstukken op te delen in helder geformuleerde, niet overlappende en alles omschrijvende boomelementen, die gebruikt kunnen worden voor het formuleren van concrete onderzoeksvragen;
 - vervolgens wordt bepaald welke onderdelen van het vraagstuk onderzocht moeten worden en welke duidelijke en afgebakende onderzoeksvragen hierbij horen;
 - tot slot laten we zien hoe we met een tweedelig proces de onderzoeksvraag uitbreiden tot een datavraag. Eerst bepalen we welke sturingssignalen, actoren en technieken relevant zijn en welke datapunten daarbij horen. Vervolgens leggen we deze datapunten vast als data-elementen: wat is het voor data, waarom is deze data nodig, wie is de eigenaar en in welke vorm hebben we het nodig?

Afbeelding 3.1 Het proces van het ontleden van een groot vraagstuk (Use Case) tot het formuleren van een concrete datavraag



3.2 De basis voor het gestandaardiseerd beschrijven van het energiesysteem

Analyses die met een Digitale Schaduw worden uitgevoerd bestrijken het energiesysteem in zijn volle breedte en combineren informatie uit verschillende deelmodellen om inzicht te geven in het totale systeem. Om deze informatie samen te brengen en onderling combineerbaar te maken, is er een manier nodig die de beschrijving van deze systeembreedte ondersteunt. Hoewel er veel informatiemodellen en standaarden beschikbaar zijn, hebben die vaak een beperkte scope en richten ze zich bijvoorbeeld op gebouwen, geografische informatie, het elektriciteitsdomein of specifieke infrastructuren zoals warmte- en koudnetten.

Waarom een standaardtaal toepassen?

Voor een Digitale Schaduw die interoperabel moet zijn met andere modellen is een uniforme en eenduidige beschrijving van data essentieel. Dit is zelfs urgenter wanneer de Digitale Schaduw door meerdere stakeholders wordt gebruikt, en meerdere energiesystemen omvat. Het systeem moet op het gewenste detailniveau gemodelleerd kunnen worden en data uit verschillende bronnen moet consistent geïntegreerd kunnen worden. Hiervoor is een semantisch informatiemodel noodzakelijk dat energiedragers, infrastructuur, assets, onderlinge verbindingen en relevante technische specificaties (zoals assetparameters en energieprofielen) kan beschrijven. Een gemeenschappelijk semantisch informatiemodel vormt daarmee een fundamentele randvoorwaarde voor een robuust, interpreteerbaar en schaalbaar energiesysteem Digital Twin. Het waarborgt consistente data-interpretatie, maakt interoperabiliteit tussen tools en databronnen mogelijk en ondersteunt replicatie en data uitwisseling tussen regio's.

Standaardtaal toepassen met ontologieën

In het opzetten van semantische interoperabiliteit worden informatiemodellen gecreëerd. Deze informatiemodellen noemen we ook wel ontologieën. In deze ontologieën beschrijf je de concepten die belangrijk zijn in het werkveld en de relaties tussen deze concepten. Ontologieën bieden een krachtige manier om tot dezelfde taal te komen. Het resultaat is een begrijpelijke data-taal (semantiek) die zowel voor systemen als voor mensen begrijpelijk is. Zoals benadrukt door Gartner⁴⁴, verbetert het toevoegen van semantische structuur aan data de nauwkeurigheid aanzienlijk (tot 80 %) en verlaagt het de kosten (tot 60 %) voor AI-gestuurde processen.

Veelgebruikte standaarden in formele semantiek zijn het **Resource Description Framework (RDF)**⁴⁵ en de **Web Ontology Language (OWL)**⁴⁶. Deze standaarden zijn ontwikkeld door het **World Wide Web Consortium (W3C)**⁴⁷ met het doel om data uitwisseling over het internet toegankelijk te maken. RDF is een gestandaardiseerd datamodel waarmee feiten uitgedrukt kunnen worden in data. Deze data worden opgeslagen in simpele graafstructuren, oftewel 'triples'. Een triple is een datastructuur waarin een object en een subject een bepaalde relatie hebben, bijvoorbeeld: 'de appel heeft de smaak zoet'. Hierbij heeft de appel (object) een specifieke relatie ('heeft de smaak') met een subject ('zoet'). Met deze datastructuur wordt data begrijpelijk voor de lezer, maar ook gestandaardiseerd voor de digitale systemen die de data moeten interpreteren. OWL is een uitbreiding op RDF waarbij formele regels worden gemaakt over hoe RDF gebruikt mag worden en hoe relaties opgeschreven moeten worden.

Denk hierbij aan OWL als de grammatica van een taal, waar RDF alleen let op woordgebruik en zinsstructuur. OWL voegt ook classificaties van subjecten, objecten en relaties toe, en kan complexere relaties mogelijk maken, zoals 'een appel groeit aan exact 1 boom' of 'een persoon kan niet tegelijkertijd leven en dood zijn'.

Een belangrijk voordeel van ontologieën is hun schaalbaarheid bij data-integratie. In plaats van voor elk paar systemen een aparte koppeling te maken, wordt elke databron één keer gekoppeld naar de gemeenschappelijke ontologie. Het toevoegen van nieuwe systemen verhoogt de complexiteit van de integratie niet: er is slechts één extra koppeling nodig in plaats van een veelvoud. Dit vermindert de integratiekosten en -inspanningen aanzienlijk, waardoor een toekomstbestendige, modulaire architectuur voor het energiesysteem mogelijk wordt.

Beschikbare informatiemodellen voor het energiesysteem

Voor de ontwikkeling van een Digitale Schaduw van een energiesysteem is doorgaans een combinatie van informatiemodellen, standaarden en communicatieprotocollen nodig. Een informatiemodel beschrijft de structuur, betekenis en relaties van concepten binnen een bepaald domein, bijvoorbeeld om energiesystemen en hun componenten te modelleren. Standaarden bevatten afspraken over hoe informatie wordt gestructureerd of uitgewisseld, terwijl protocollen vastleggen hoe computersystemen daadwerkelijk met elkaar communiceren. Informatiemodellen helpen vervolgens bij de eenduidige interpretatie van de uitgewisselde data¹. Welke combinatie wordt gebruikt, hangt af van de manier waarop de Digitale Schaduw is opgebouwd en van het doel ervan, zoals analyse, simulatie of monitoring. In de praktijk worden daarom vaak meerdere modellen en standaarden gecombineerd om verschillende aspecten van het energiesysteem te beschrijven en data tussen systemen uit te wisselen.

De twee meest belovende informatiemodellen om een energiesysteem in zijn breedte te beschrijven zijn de **Energy System Description Language (ESDL)**², ontwikkeld door TNO, en **Open Energy Ontology (OEO)**³, ontwikkeld door een aantal Duitse onderzoeksinstituten en universiteiten.

ESDL is een open-source, domein specifieke modelleertaal ontwikkeld door TNO voor het uniform en gestructureerd beschrijven van energiesystemen. Het model ondersteunt het modelleren van geïntegreerde multi-energiesystemen, en combineert informatie over energie-assets, infrastructuur, energiedragers, ruimtelijke aspecten, kosten, energiepotentieel en energieprofielen. ESDL wordt breed toegepast in Nederlandse energiesysteemstudies en is primair bedoeld voor modelontwikkelaars om informatie tussen verschillende energiemodellen uit te wisselen. ESDL wordt ook steeds meer buiten TNO gebruikt en door steeds meer partijen omarmd (ESRI, The People Group, EQUANS, Zenmo, Hanze, TU Eindhoven, TU Delft).

Open Energy Ontology (OEO) is een open semantische ontologie die is ontwikkeld door een consortium van Duitse onderzoeksinstituten en universiteiten binnen de Open Energy Platform-gemeenschap. Het doel van de ontologie is het bieden van een gestandaardiseerde en machine-leesbare vocabulaire voor concepten in het energiedomein, zoals energiedragers, technologieën, processen, infrastructuur en energiemarkten. OEO is gebaseerd op Semantic Web-technologieën (RDF/OWL) en is ontworpen om interoperabiliteit en integratie van energie gerelateerde datasets, modellen en kennisbronnen te ondersteunen, bijvoorbeeld in kennisgraphen of data-platformen voor energiesysteemonderzoek.

Tabel 3.1 toont de voor- en nadelen van ESDL en OEO.

¹ [CE Delft 200227 Afspraken maken Van data tot informatie Deel-2.pdf](#).

² [ESDL website – Alles over de Energy System Description Language \(ESDL\)](#).

³ [OEP](#).

Tabel 3.1 Voordelen en nadelen van ESDL en OEO

Informatiemodel	Beschrijving	Voordelen	Nadelen
ESDL	open-source, domein specifieke modelleertaal voor het uniform en gestructureerd beschrijven van energiesystemen. Beschrijven van scenario's, vastleggen van aannames en uitwisseling van informatie tussen modellen	open-source en goed gedocumenteerd; bevordert transparantie en brede toepasbaarheid. Ondersteunt gestandaardiseerde gegevensuitwisseling tussen modellen, waardoor modeldoorrekeningen efficiënter en sneller kunnen worden uitgevoerd. Maakt samenwerking tussen verschillende partijen (modelleurs, adviesbureaus, netbeheerders) en hergebruik van data en resultaten eenvoudiger. Geschikt om energiesystemen integraal te beschrijven (assets, infrastructuur, energiedragers, profielen en technische parameters) en kan relatief eenvoudig worden uitgebreid voor specifieke toepassingen	vereist een goede kennis van het systeem dat gemodelleerd wordt. Wordt momenteel niet standaard geëist in beleids- of aanbestedingsprocessen voor energiesysteemstudies. Richt zich primair op de structurele beschrijving van het energiesysteem en minder op gedragsaspecten, beleidsinstrumenten of real time operationele data-uitwisseling. Ondersteuning voor dynamisch gedrag is beperkt; eenvoudige capaciteitsbeperkingen en control strategies kunnen worden beschreven, maar voor gedetailleerde dynamica of real time operationele modellering zijn aanvullende modellen of uitbreidingen nodig
OEO	open semantische ontologie die biedt een gestandaardiseerde en machine-leesbare vocabulaire voor concepten in het energiedomein. Standaardisatie van terminologie in het energiedomein en van datasetmetadata	sterke semantische structuur, geschikt voor het integreren en harmoniseren van heterogene energiedatasets. Ondersteunt kennisrepresentatie en linked-data toepassingen in energieonderzoek. Geschikt voor data-annotatie en kennisrepresentatie, bijvoorbeeld in combinatie met metadata en linked data. Ontwikkeld binnen een open onderzoek community en continu uitgebreid	relatief abstract en minder praktisch toepasbaar voor concrete energiesysteemmodellering. Primair gericht op kennisrepresentatie en data-integratie, minder op het praktisch beschrijven of uitwisselen van complete energiesysteemmodellen. Integratie in bestaande energiesimulatie- of planningsmodellen is complexer. Hoewel de ontologie inmiddels verder ontwikkeld is, is de praktische toepassing in operationele energiesysteemmodellering nog relatief beperkt

Andere informatiemodellen en standaarden

Naast ESDL en OEO bestaan er verschillende standaarden die gebruikt kunnen worden voor informatie-uitwisseling in energiesysteemstudies. Deze standaarden richten zich echter meestal op specifieke domeinen binnen het energiesysteem en niet op het systeem als geheel. Tabel 3.2 toont en vergelijkt de verschillende standaarden en protocollen die gebruikt zijn binnen het energiedomein.

Voorbeelden hiervan zijn **BIM/IFC**¹ voor het gedetailleerd modelleren van gebouwen en gebouwinstallaties en verschillende GIS-standaarden, zoals **INSPIRE**² en standaarden van het **Open Geospatial Consortium (OGC)**³, die worden gebruikt voor het beschrijven en uitwisselen van ruimtelijke data. Hoewel deze standaarden waardevol zijn voor specifieke toepassingen, beschrijven ze doorgaans slechts een deelaspect van het energiesysteem.

¹ [Industry Foundation Classes \(IFC\) - buildingSMART International](#).

² [INSPIRE Knowledge base - INSPIRE Knowledge Base - European Commission](#).

³ [Advancing Open Geospatial Standards for Interoperability | OGC](#).

Voor geografische data-uitwisseling worden vaak GIS-standaarden gebruikt, zoals WMS (voor kaartvisualisaties) en WFS (voor vector gebaseerde geografische data). Deze maken het mogelijk ruimtelijke datasets te delen en te visualiseren, maar bevatten weinig semantische beschrijving van energieconcepten. GIS-applicaties zoals ArcGIS en QGIS worden gebruikt om deze data te bekijken en analyseren. Metadatastandaarden, onder andere beheerd door Geonovum en gekoppeld aan Europese kaders zoals INSPIRE, helpen daarnaast bij het documenteren en vindbaar maken van datasets. Voor een meer diepgaande analyse van de genoemde standaarden wordt verwezen naar het rapport van CE Delft¹.

Voor energienetwerken bestaan eveneens specifieke standaarden. Het **Common Information Model (CIM)**² wordt voornamelijk toegepast binnen de elektriciteitssector en richt zich sterk op netbeheer en operationele processen. Daarnaast bestaan er RDF/OWL-gebaseerde ontologieën, zoals **SEAS**³, die met name zijn bedoeld voor *linked data*- en semantische web toepassingen. Ook de **Smart Applications REFERENCE Ontology (SAREF)**⁴, beheerd door ETSI, speelt een rol als generieke IoT-ontologie en biedt semantische interoperabiliteit voor apparaten, sensoren en actuatoren in uiteenlopende domeinen. SAREF is echter primair gericht op IoT-toepassingen en apparaat modellen en biedt geen geïntegreerd raamwerk voor de systeem- en netwerkniveau-modellering die nodig is voor energiesysteemanalyses. Daarnaast bestaan domein specifieke datamodellen, zoals het **ESRI District Heating and Cooling Data Model (DHC2020)**, dat zeer gedetailleerd de topologie van warmte- en koudenetwerken kan beschrijven, maar slechts één onderdeel van het energiesysteem bestrijkt. Aangezien dit document zich richt op Digitale Schaduws die niet bedoeld zijn voor operationele aansturing, vallen protocollen voor operationele aansturing buiten de scope van deze analyse.

Tabel 3.2 Overzicht van verschillende standaarden en informatiemodellen

Standaard/Model	Domein/Scope	Toepassing	Sterkte	Beperking
ESDL / OEO	volledig energiesysteem	integrale energiesysteem-modellering	beschrijft systeem in de volle breedte	(OEO minder volwassen/ESDL minder detail in dynamica)
BIM / IFC	gebouwde omgeving	modelleren van gebouwen en installaties	zeer gedetailleerd op gebouwniveau	beperkt tot gebouwen
INSPIRE / OGC	geografische data	uitwisseling en standaardisatie van ruimtelijke data	sterk in ruimtelijke data en interoperabiliteit	geen energiedomein-semantiek
WMS / WFS	GIS (data-uitwisseling)	visualisatie (WMS) en data-uitwisseling (WFS)	breed gebruikt, goede visualisatie	weinig semantiek
ArcGIS / QGIS	GIS-tools	analyse en visualisatie van ruimtelijke data	praktische tooling, brede adoptie	geen informatiemodel
metadatastandaarden	data-documentatie	beschrijven en vindbaar maken van datasets	verbetert datakwaliteit en herbruikbaarheid	beschrijft data, niet systemen
CIM	elektriciteitsnetwerken	netbeheer, operationele processen	zeer gedetailleerd en gestandaardiseerd	alleen elektriciteit
SEAS	semantische ontologie	linked data en semantische interoperabiliteit	sterke semantische basis	minder praktisch voor modellering

¹ [CE Delft 200227 Afspraken maken Van data tot informatie Deel-2.pdf](#).

² [Common Information Model](#).

³ [ITEA 4 - Project - 12004 SEAS](#).

⁴ [SAREF Portal](#).

Standaard/Model	Domein/Scope	Toepassing	Sterkte	Beperking
SAREF	IoT / apparaten	interoperabiliteit van sensoren en apparaten	goed voor device-level integratie	geen systeemmodellering
DHC2020 (ESRI)	warmte- en koudenetten	modelleren van district heating/cooling netwerken	zeer gedetailleerd	slechts één domein

Toepassing ESDL en daarbij behorende aandachtspunten

Voor geïntegreerde en gebiedsgerichte analyses van (toekomstige) energiesystemen, zoals beoogd met de Digitale Schaduws waarvoor deze datastrategie is opgesteld, biedt ESDL een geschikte basis als gemeenschappelijke taal. Het maakt het mogelijk om een energiesysteem in de volle breedte op een uniforme en gestructureerde manier te beschrijven. Hierdoor kunnen plannen en scenario's worden vertaald naar een gestandaardiseerd systeemmodel dat door verschillende simulatie- en optimalisatietools kan worden gebruikt. Dit bevordert interoperabiliteit tussen modellen en maakt het eenvoudiger om analyses te actualiseren of resultaten tussen partijen uit te wisselen. Afbeelding 3.2 toont een gesimplificeerd energiesysteem gemodelleerd in ESDL.

Voor ontwikkelaars is daarnaast de pyESDL-bibliotheek¹ beschikbaar, waarmee ESDL-modellen programmatisch kunnen worden aangemaakt, gelezen en aangepast binnen Python-gebaseerde workflows. Hierdoor kunnen ontwikkelaars ESDL-objecten direct gebruiken in hun simulatieomgeving of deze mappen naar hun eigen interne datamodellen. In de Nederlandse context is ESDL bovendien een logische keuze doordat het door TNO is ontwikkeld en inmiddels door meerdere partijen in het energiesysteemecosysteem wordt toegepast.

Tegelijkertijd vraagt het gebruik van ESDL-aandacht voor een aantal punten: de taal kent een leercurve, integratie kan complex zijn wanneer bestaande tools al een eigen datamodel gebruiken, en ESDL beschrijft primair de structurele eigenschappen van het energiesysteem. Gedetailleerde dynamica, real time aansturing of gedragsaspecten van gebruikers en beleidsinstrumenten moeten daarom doorgaans in aanvullende modellen of protocollen worden uitgewerkt. De toepasbaarheid van ESDL is in de praktijk met positieve resultaat getest voor simulatiemodellen (zie paragraaf 1.4); echter dit is slechts beperkt gedaan voor modellen die operationeel zin (en gekalibreerd op historische data). Voor deze digitale tweelingen en Digitale Schaduwen (zie paragraaf 1.4) is ESDL daarom mogelijk nog niet een perfecte match. Voor interoperabiliteit is het zorgen voor een connectie tussen deze modellen en ESDL bijvoorbeeld door een import/export versie belangrijk. Voor meer details over ESDL wordt verwezen naar Bijlage V.

¹ [Introduction — pyESDL documentation.](#)

Deze datastrategie richt zich op het bouwen van een Digitale Schaduw voor het energiesysteem. Om het energiesysteem te modelleren en simuleren is een basis dataset noodzakelijk die het energiesysteem – zowel het huidige als het toekomstige - beschrijft. Het gaat om de fundamentele, minimale informatie, waar vervolgens onderzoeksvragen en daaraan gekoppelde datavragen deze verder verrijken.

Voor een toekomstig energiesysteem zijn een groot aantal energiedragers belangrijk, zoals elektriciteit, stoom, warmte en mogelijk waterstof. De precieze opbouw van de dataset verschilt per energiedrager, maar de hoofdonderwerpen zijn hetzelfde:

- 41 | 84 Witteveen+Bos | 140813/26-006.618 | Definitief

- de netwerkstructuur (netwerktopologie): knooppunten, verbindingen en assets:
 - dit omvat zowel de fysieke infrastructuur als het verzorgingsgebied van stations: welke partijen zijn aangesloten, zonder noodzakelijkerwijs alle individuele aansluitpunten te modelleren;
- de belangrijkste productie-, conversie- en buffercomponenten inclusief: type asset, capaciteit, vermogensgrenzen, opslagvolumes, ramp-up en ramp-down van de assets:
 - de fysieke en technische eigenschappen van de assets;
 - energieprofielen van relevante aansluitingen;
- een set historische tijdreeksen (zoals verbruik en opwek) om het gedrag van het systeem te kunnen reconstrueren.

Deze basislijst is gegeven in de bijlage V. Ook zal er een ORTESE specifiek voorbeeld in hoofdstuk 6 worden uitgewerkt. Afhankelijk van de beleidsvraag of het type onderzoek kun je deze basis uitbreiden of verfijnen en aanvullen met de geformuleerde datavragen.

3.4 Het gestructureerd opdelen van complexe vraagstukken

Het ontwerpen van een toekomstig energiesysteem vraagt om een brede benadering, waarin uiteenlopende scenario's, optimalisatie-richtingen en afwegingen van diverse stakeholders een rol spelen. De Digitale Schaduw moet in staat zijn om accurate simulaties te doen die ondersteunen bij de uiteindelijk besluiten die moeten worden genomen. Echter, het is noodzakelijk om van de grote overkoepelende vraag te komen tot gedetailleerde onderzoeksvragen. We kiezen ervoor in deze datastrategie om van de overkoepelende vraag naar gerichte onderzoeksvragen en datavragen te werken. Het is ook mogelijk om te starten vanuit de individuele elementen van het energiesysteem. Dit vereist een grotere expertise, en maakt het moeilijker om het volledige overzicht te houden.

Om dit mogelijk te maken gebruiken we een *hypotheseboom* (in softwareontwikkeling: driver-tree, in adviesvraagstukken: functieboom). Deze hypotheseboom realiseert drie verschillende doelen:

- doel 1 – zorgen voor overzicht; Het is makkelijk om het overzicht kwijt te raken wanneer alle onderzoeksrichtingen worden verkend die van belang zijn. Ideeën van stakeholders verschillen regelmatig, belangrijke aspecten kunnen worden gemist en gesprekken kunnen langs elkaar heen gaan;
- doel 2 – het ontvangen van feedback; De hypotheseboom maakt het mogelijk om vroegtijdig en gericht feedback te verzamelen van alle betrokken partijen. Door de onderzoeksrichtingen expliciet te maken, kunnen stakeholders – ook degenen die verder van het daadwerkelijke model afstaan – eenvoudig reageren en hun eventuele bedenkingen op tafel leggen;
- doel 3 – aanbrengen van structuur; Ook is het belangrijk om – bijvoorbeeld wanneer onderzoeksrichtingen moeten worden geprioriteerd – een structuur te hebben waarin alle onderzoeksrichtingen onafhankelijk van elkaar staan opgeschreven. Door het vraagstuk gestructureerd met elkaar in te richten, wordt duidelijk wat er precies onderzocht moet worden met de Digitale Schaduw.

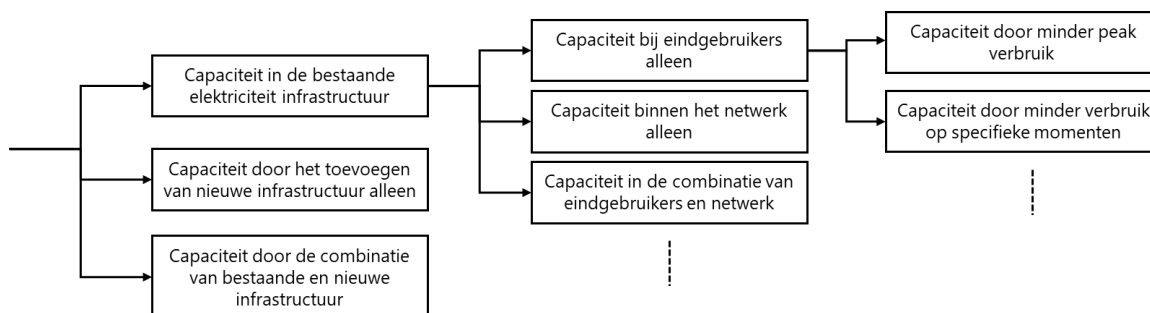
Een veel gebruikte manier – best-practice – voor een gestructureerd overzicht van alle onderzoeksvragen is het maken van een hypotheseboom. Deze hypotheseboom zorgt ervoor dat de 'grote vraagstukken' worden opgedeeld tot boomelementen die specifiek genoeg zijn voor impact-analyse en prioritering.

De boomelementen zijn via het MECE (Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive) geclusterd:

- geen elementen die hetzelfde beschrijven;
- er is een volledige dekking van alle relevante onderzoeksrichtingen;
- het heeft een heldere hiërarchie, van brede thema's tot gedetailleerde onderzoeksrichtingen;
- elk element is scherp geformuleerd.

In afbeelding 3.3 geven we een eenvoudig voorbeeld van een MECE-hypotheseboom. De methodiek wordt uitgebreider beschreven in bijlage IV en een voorbeeld van deze methode wordt gegeven in hoofdstuk 6. Hier beschrijven we een concreet voorbeeld van hoe deze boomstructuur is opgebouwd, aan de hand van een Use Case uit het ORTESE-programma.

Afbeelding 3.3 Eenvoudig voorbeeld van hypotheseboom ontleden volgens het MECE-principe



3.5 Het opstellen van gerichte onderzoeksvragen

Het uiteindelijke doel is om een datavraag op te stellen die precies beschrijft welke informatie nodig is om een boomelement te onderzoeken met een Digitale Schaduw. Deze datavraag is een aanvulling op de minimale data set zoals beschreven in paragraaf 3.3. Omdat boomelementen vaak nog te breed of abstract zijn, kan hier niet altijd direct een datavraag van worden gemaakt. Daarom formuleren we eerst een concrete onderzoeksvraag: duidelijk, afgebakend en bij voorkeur in één zin geformuleerd.

Om van een boomelement naar een onderzoeksvraag te komen, kunnen de volgende vijf vragen worden gebruikt als hulpmiddel (de uitgebreide uitleg van deze keuzes staat in bijlage II):

- welke variabelen en systeemonderdelen staan centraal?
- gaat het om een statische of dynamische analyse?
- is het een ruimtelijke vraag en zo ja op welk detailniveau(s) speelt de vraag?
- over welke periode en met welke tijdsresolutie analyseren we dit?
- hoe gedetailleerd moeten de resultaten zijn (aggregatie)?

Stel dat een boomelement beschrijft dat **de warmtebuffer bij glastuinbouwbedrijven kan helpen bij het verminderen van lokale netcongestie**. Door de vijf vragen te beantwoorden kan hieruit de volgende onderzoeksvraag worden geformuleerd:

‘In welke mate kan de warmtebuffer bij glastuinbouwbedrijven in Emmen, via flexibel laden en ontladen op uur basis, de belasting van lokale transformatorstations tijdens congestiemomenten reduceren, gegeven de warmtebehoefte, bufferlimieten en teeltvoorwaarden?’

Dit voorbeeld laat zien hoe een vrij breed boomelement uit de hypotheseboom kan worden vertaald naar een duidelijke en afgebakende onderzoeksvraag, die daarna kan worden uitgebreid naar een datavraag.

3.6 Van onderzoeksvraag naar datavraag

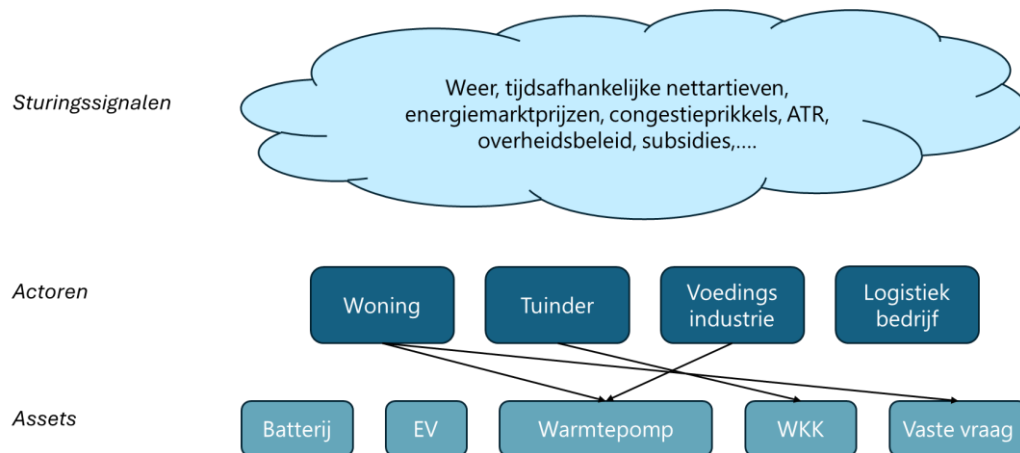
Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag met de Digitale Schaduw is de juiste data noodzakelijk. Deze data bouwen verder op de eerder gedefinieerde minimale dataset. Een onderzoeksvraag vraagt gedetailleerde informatie aangezien energiesystemen complex zijn. Zonder een gestructureerde methode bestaat het risico dat afhankelijkheden binnen het energiesysteem worden gemist, of dat juist data wordt verzameld die uiteindelijk niet bijdraagt aan de analyse.

Om dit te voorkomen hanteren we de best-practice door de onderzoeksvraag te ontleden langs drie perspectieven die in elk energiesysteem terugkomen: assets, sturingssignalen, en actoren, zoals ook gevisualiseerd in afbeelding 3.4:

- welke assets uiteindelijk het fysieke gedrag mogelijk maken;
- welke sturingssignalen het gedrag van het systeem beïnvloeden;
- welke actoren daarop reageren.

Actoren en assets worden soms met elkaar verward, vooral wanneer een asset een duidelijke eigenaar heeft. Het verschil zit in 'wie besluit'. Een asset, zoals een WKK, warmtepomp of batterij, beslist niet. De actor die eigenaar of gebruiker is, bepaalt het inzetgedrag. De assets voert deze keuzes alleen fysiek uit. Ook als een asset met een eigen energie managementsysteem (EMS) komt dat automatisch de inzet regelt, is de actor degene die bepaalt wat de keuzes zijn die het EMS maakt.

Afbeelding 3.4 Voorbeeld van samenhang signalen, actoren en technieken



Assets

Assets zijn de fysieke elementen die energie produceren, omzetten, transporteren of opslaan. Dit omvat onder andere:

- warmtepompen, boilers, WKK's en turbines;
- leidingen, kabels, stations en andere netwerkcomponenten;
- EV, batterijen, thermische buffers;
- conversie installaties (elektrisch → thermisch, chemisch → elektrisch, etc).

Assets bepalen uiteindelijk wat er fysiek kan gebeuren in het systeem. Ze hebben zowel statische eigenschappen (zoals capaciteit, efficiëntie, limieten, configuratie) als dynamische variabelen (zoals ramp-up/ramp-down, momentaan vermogen, druk, temperatuur of flow).

Voor de datavraag betekent dit dat we informatie nodig hebben over:

- technische parameters en ontwerpwaarden;
- operationele grenzen en regelmogelijkheden;
- het regelgedrag (historisch of gesimuleerd);
- operationele tijdreeksen (vermogen, temperatuur, flow, etc);
- de onderlinge koppeling tussen technieken binnen één actor.

Sturingssignalen

Sturingssignalen zijn externe of interne prikkels die bepalen hoe actoren zich gedragen en hoe zij hun assets gebruiken. Voorbeelden zijn:

- elektriciteitsprijzen (nationale markt of gebied specifiek);
- signalen dat er congestie is in het elektriciteitsnet of er ergens bottlenecks zijn;
- weerdata (temperatuur, zon, wind), zeker wanneer lokale opwek of warmteproductie aanwezig is; beleidsprikkels of tarieven (energiebelasting, vrijstellingen, nettarieven voor verschillende typen aansluitingen, subsidies).

Sturingssignalen bepalen waarom gedrag verandert. Ze kunnen voor een groot deel van de actoren belangrijk zijn (bijvoorbeeld landelijke marktprijzen) of alleen op een subset van actoren invloed hebben (bijvoorbeeld KV-nettarieven of belastingvrijstellingen die alleen gelden voor bepaalde technieken of bedrijven).

Voor de datavraag betekent dit dus dat we informatie nodig hebben van de verschillende sturingssignalen die spelen binnen de onderzoeksvraag.

Actoren

Actoren vertegenwoordigen de partijen die reageren op sturingssignalen en keuzes maken die het energiegebruik beïnvloeden, waarbij hun eigenschappen (zoals netaansluiting, tarieven en belastingen) mede bepalen welke sturingssignalen voor hen gelden. Dit kunnen huishoudens zijn, kleinverbruikers, grootverbruikers, maar ook industriële sectoren, netbeheerders of gemeenten. Zij kunnen dit direct doen, door een asset aan/uit te zetten, of door in automatische systemen beslisregels aan te passen. De actoren laag vormt de verbindende schakel tussen sturingssignalen en assets.

Actoren hebben:

- behoeftes (warmtevraag, genoeg energie) en flexibiliteit (EV's, buffers, productieplanning, verschuifbaarheid);
- prioriteiten (kostenefficiëntie, comfort, leveringszekerheid) en keuzes (wanneer laden, wanneer produceren, wanneer stilleggen).

Een actor is doorgaans niet gelijk aan één enkele asset, maar omvat meerdere technieken die samen worden aangestuurd. Zo kan een bedrijf zijn energievraag invullen met bijvoorbeeld zonnepanelen, een batterij, netafname of load shifting. De wijze waarop deze middelen worden gecombineerd, bepaalt het uiteindelijke gedrag.

Voor de datavraag betekent dit dat we datasets nodig hebben die iets zeggen over:

- het type actor en zijn aansluitkenmerken;
- profielen van vraag, gedrag en flexibiliteit;
- gebruikspatronen en beslisgedrag;
- interactie tussen meerdere technieken binnen één actor.

Het bepalen van deze signalen, actoren en assets vormt de kern van de datavraag die nodig is voor een specifieke onderzoeksvraag. Door de onderzoeksvraag systematisch langs deze drie elementen te analyseren ontstaat er een helder beeld welke onderdelen betrokken zijn en welke data nodig is om hun gedrag met een Digitale schaduw te modeleren. Deze stap maakt echter alleen zichtbaar *welke* data nodig is, niet *welke informatie*, zoals eigenaarschap en aggregatie, van deze datapunten moet worden vastgelegd of beoordeeld.

In paragraaf 3.7 beschrijven we hoe deze datapunten worden uitgewerkt tot een volledige, deelbare en projectgeschikte data-elementen.

3.7 Minimale beschrijvende informatie voor data-elementen

Nadat de relevante datapunten voor de onderzoeksvraag zijn geïdentificeerd, is de volgende stap om deze punten systematisch uit te werken tot volledig, deelbaar en projectgeschikte data-elementen. In deze sectie wordt er beschreven hoe elk datapunt gestandaardiseerd wordt gedocumenteerd, zodat impliciete kennis expliciet wordt gemaakt en alleen relevante data worden vastgelegd volgens het dataminimalisatie principe. Hierna spreken we dan van een dataelement en alle dataelementen vormen samen de datavraag.

Voor elk data-element is mogelijke informatie nodig vanuit 6 hoofdcategorieën die in tabel 3.3 wordt beschreven. Niet elk onderdeel is noodzakelijk voor elke data-element. Veel informatie is impliciet bekend, echter deze tabel maakt impliciete kennis, expliciet.

Optioneel – maar sterk aanbevolen – worden governance-aspecten zoals datakwaliteit, aannames en beperkingen vastgelegd. Samen vormen deze elementen een consistent raamwerk voor het selecteren, beoordelen en gebruiken van data-elementen in de Digitale schaduw. Tabel 3.3 geeft een meer uitgebreide uiteenzetting van deze kenmerken en vormt dus de basis voor het omschrijven van de data-elementen.

Tabel 3.3 Minimale beschrijvende informatie voor data-elementen

Categorie	Onderdelen
1 basisidentificatie	- datadomein - Hoofdcategorie (net, verbruik, opwek, flexibiliteit, assets) - data-element - Concreet datapunt (bijvoorbeeld capaciteit van een onderstation, MKB-profiel) - beschrijving/ rol in Use Case - Waarom deze data nodig is - tijdstip van krijgen van de data
2 data-eigenaarschap en herkomst	- primaire data-eigenaar/stakeholder - Wie is de eigenaar van de data (bijv. netbeheerder, gemeente) - primaire databron - Waar de data vandaan komt - alternatieve/fallback databronnen - Bronnen indien primaire bron niet beschikbaar is - beschikbaar via Het Normo (ja/nee/deels) - Of Het Normo deze data kunnen leveren of standaardiseren
3 Aggregatie en haalbaarheid	- essentieel aggregatieniveau - Minimale vereiste (bijv. station, segment) - realistisch aggregatieniveau - gebruik maken van niveau wat te verkrijgen is - beperkingen/opmerkingen met betrekking tot detailniveau - Privacy-, contractuele of technische beperkingen
4 tijdscomponenten	- statisch of dynamisch - is een historische/toekomstige tijdreeks of niet? - indien dynamisch: updatefrequentie - Tijdresolutie (bijv. 15 min, uur, dag) - tijdshorizon - Verleden/heden/toekomst - benodigde historische periode - Hoeveel historische data nodig is
5 oorsprong van de data	- gemeten of synthetisch - Meetdata vs. gemodelleerd/aangenomen - wijze van genereren (indien synthetisch) - Normprofiel, extrapolatie, scenario-aanname
6 governance & kwaliteit (optioneel maar aanbevolen)	- datakwaliteit/betrouwbaarheidsniveau - Hoog/middel/laag - benodigde aannames - Expliciete aannames - opmerkingen

Hoewel deze systematische beschrijving van de data-elementen enkele overeenkomsten vertoont met wat later in paragraaf 4.4 als **metadata** wordt behandeld, gaat het hier nog niet om **metadata** zelf. In deze paragraaf staat het praktisch structureren van de datavraag via data-elementen centraal; dat wil zeggen dat de gehele datavraag op een consistente, gestandaardiseerde manier wordt opgebouwd en voor elk onderdeel systematisch wordt beschreven. De volgende hoofdstukken beschrijven hoe deze data-elementen kunnen worden verkregen, beheerd en toegepast.

4

TECHNIEK

In hoofdstuk 4 geven we aan hoe je tot een technisch ontwerp komt voor de data-architectuur van je Digitale schaduw zodat data veilig en interoperabel kan worden uitgewisseld. We geven we aan welke technische randvoorwaarden nodig zijn voor een betrouwbare, interoperabele Digitale schaduw, de keuzes die je daarin hebt, en hoe je tot een keuze komt. Zoals aansluiting op standaarden, afspraken over syntax en metadata, beveiliging (authenticatie, encryptie, TLS), beschikbaarheid en integriteit, vindbaarheid via catalogi, en beheer- en verwerkingsprincipes.

4.1 Aansluiten bij (inter)nationale standaarden

In deze paragraaf beschrijven we in het kort de Europese propositie in digitalisering, hoe Nederland deze implementeert, en hoe wij binnen deze datastrategie aansluiten op de Nederlandse implementaties.

De Europese propositie in digitalisering

Deze datastrategie is bedoeld als leidraad voor organisaties die samen veilig, interoperabel, compliant met wetgeving en mandaatgericht energiedata willen uitwisselen, met als doel om een digitale schaduw of een digitaal model van het energiesysteem op te zetten. Hoewel dit onderwerp de laatste jaren veel aandacht krijgt¹, is het een aandachtsgebied dat nog flink in ontwikkeling is. Veel gebeurt top down. De Europese Commissie heeft de afgelopen jaren verschillende strategieën en wetten ontwikkeld voor digitalisering en hoe om te gaan met data. Voor een overzicht van deze verordeningen, met toelichting op hoe ze zich tot elkaar verhouden, verwijzen we naar de handreiking² die Geonovum heeft geschreven waarin ze een overzicht geven van alle Europese verordeningen op dit vlak. Het doel van de Europese verordeningen laat zich samenvatten als: het maximeren van maatschappelijk nut van digitalisering en datagebruik én het beschermen en versterken van de individuele rechten van mensen. Dit in contrast tot uitgangspunten elders in de wereld die bijvoorbeeld eenzijdig gericht zijn op waarde-extractie of op het centraliseren van controle. Daarmee is het ook een propositie van de EU aan de wereld, een uitnodiging op gelijksoortige manier als de EU naar digitalisering en data te kijken.

Het doel dat Europa nastreeft vereist een grote mate van standaardisatie op een groot aantal onderwerpen. Het raamwerk dat in Europa vaak wordt gebruikt om hier orde in aan te brengen is het New European Interoperability Framework (NEIF). Dit lagenmodel is vooral gericht op interoperabiliteit en benadert dit onderwerp via vier lagen:

- juridische interoperabiliteit: passen we dezelfde wet- en regelgeving toe;
- organisatorische interoperabiliteit: zijn onze bedrijfsprocessen op elkaar afgestemd;
- semantische interoperabiliteit: spreken we dezelfde taal;
- technische interoperabiliteit: kunnen we data uitwisselen.

De lagenaanpak wil niet zeggen dat onderwerpen altijd per laag kunnen worden opgepakt. Een onderwerp als datasoevereiniteit loopt dwars door alle vier lagen heen en dit geldt voor veel onderwerpen. De lagenaanpak helpt om zo'n onderwerp vanuit de benodigde vier perspectieven te benaderen.

¹ Met name in Europa, waarbij Nederland een actieve rol speelt.

² Handreiking EU Informatie m.b.t. digitale en data-strategie, Geonovum, <https://docs.geostandaarden.nl/eu/handreiking-EU-informatie/>.

Een Data Space is een concept van de Europese Commissie dat het lagenmodel een stap verder brengt. Het is een raamwerk van afspraken op alle vier de lagen van het NEIF. Een veelgebruikte definitie is: *het geheel van verbindingen, afspraken en digitale dienstverlening waarin data veilig en vertrouwd gedeeld wordt tussen partijen met een gemeenschappelijk doel*. Een Data Space bestaat zowel uit de governance afspraken en contracten tussen partijen als de technische middelen om deze afspraken te faciliteren. Het Data Spaces Support Centre (DSSC) is het Europese expertisecentrum rondom Data Spaces. Namens Nederland is TNO lid van het DSSC.

De Nederlandse implementatie

Nederland is een actieve speler op het vlak van digitalisering, standaardisatie en Data Spaces. TNO is lid van het DSSC en verschillende Nederlandse gremia zoals het NEN en Geonovum zijn actief betrokken in standaardisatietrajecten rondom interoperabiliteit. De Nederlandse raamwerken en standaarden sluiten daarom in de regel goed aan op de bovenliggende Europese varianten.

Het raamwerk dat voor deze strategie het meest relevant is de NLDT, de Nederlandse referentiearchitectuur voor digitale tweelingen die is opgesteld door Geonovum. Deze referentiearchitectuur bevat afspraken en principes voor een stelsel van digitale tweelingen voor de fysieke leefomgeving en is daarmee sterk van toepassing voor onze strategie. De NLDT kent tien architectuurprincipes (zie Tabel 4.1) die we in ons technisch ontwerp voor de data-architectuur als leidraad nemen.

Tabel 4.1 [De architectuurprincipes van de NLDT](#)

#	Principe
1	aansluiten op omliggende kaders
2	domein georiënteerd, gedecentraliseerd stelsel
3	data als product
4	zelfservice data-infrastructuur
5	gefedereerde en geautomatiseerde governance
6	gebaseerd op serviceoriëntatie
7	open standaarden
8	datasoevereiniteit is geborgd
9	kwaliteit van data is gekend
10	het stelsel is betrouwbaar

Een van de kaders waar de NLDT op aansluit is de API-strategie van de Nederlandse overheid (ook wel NL API-strategie genoemd)¹. Deze strategie bevat afspraken en standaarden om API's te ontwerpen, te beveiligen, toegankelijk te maken en te gebruiken. De NL API-strategie wordt doorontwikkeld en beheerd door [het Kennisplatform API's](#), een samenwerking van Geonovum, Forum Standaardisatie, de Kamer van Koophandel, VNG Realisatie, Logius en het Kadaster. De strategie bestaat uit een inleidend document, verschillende normatieve documenten (NL GOV standaarden) en meerdere modules die voor verschillende functionele of technische situaties kunnen worden ingezet. De normatieve documenten staan allemaal ook op de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie (verderop in deze paragraaf beschreven). In dit hoofdstuk verwijzen we voor specifieke onderwerpen (bijv. authenticatie) naar deze normatieve documenten. Naast standaarden op deelonderwerpen heeft de NL API-strategie één richtinggevend principe: "iedere organisatie zou voor ontsluiting van data en functionaliteit altijd 'API first' moeten werken".

¹ <https://geonovum.github.io/KP-APIs/API-strategie-algemeen/Inleiding/#inleiding-van-de-nl-api-strategie>.

Voor de volledigheid noemen we hier dat zowel de NLDT als de NL API-strategie voortbouwen op de NORA: de Nederlandse Overheid Referentie Architectuur¹. De NORA is een beschrijving van uitgangspunten voor het inrichten van de informatiehuishouding van de Nederlandse overheid.

Daarnaast hebben we gekeken naar de NEDRA²: de Nederlandse Energie Domein Referentie Architectuur. Deze wordt ontwikkeld in opdracht van Topsector Energie Digitalisering en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. De NEDRA focust op samenwerking gezien vanuit formele marktrollen en processen in het energiesysteem. Deze insteek is anders dan de insteek die wij hanteren in onze datastrategie; onze strategie speelt zich niet enkel af binnen de scope van het energiesysteem maar ook daarbuiten, en deze marktrollen en processen hebben geen plek in onze strategie. Tegelijkertijd onderschrijven we wel de tien hoofdprincipes die de NEDRA formuleert die gericht zijn op ondersteuning van de energietransitie, zie tabel 4.2.

Tabel 4.2 De architectuurprincipes van de NEDRA.

#	Principe
1	modulair
2	ontkoppeld
3	flexibel en schaalbaar
4	elastisch schaalbaar
5	zelfbeschrijvend en vindbaar
6	publiek-privaat databeheer
7	veilig en robuust
8	gelijk speelveld voor gegevens
9	drempelvrije samenwerking
10	naleving wet- en regelgeving geborgd

Bij het ontwikkelen van publieke ICT-producten en diensten geldt in Nederland de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie³. Dit is een (ongestructureerde) lijst van digitale standaarden die moeten worden toegepast tenzij er een zwaarwegende reden is om dit niet te doen. Deze verplichting geldt voor gemeenten, provincies, rijk, waterschappen en alle uitvoeringsorganisaties. Voor alle andere organisaties in de publieke sector geldt het gebruik van de 'Pas toe of leg uit'-standaarden als een dringend advies.

Tot slot noemen we hier het DSGO^{4,5}: het Digitaal Stelsel Gebouwde Omgeving. Dit is een afsprakenstelsel inclusief technische implementatie dat wordt ontwikkeld door digiGO om data te delen in de bouw. Het is een mooi voorbeeld van een publiek opgezet en grondig gedocumenteerd afsprakenstel, inclusief een sterk trust framework.

Deze datastrategie

In deze datastrategie laten we ons leiden door de volgende initiatieven. We passen de raamwerken van het NEIF en de DSSC toe. We sluiten zoveel mogelijk aan bij het NLDT, met name de architectuurprincipes van het NLDT, en de 'API first'-strategie van de NL API-strategie. En we volgen zoveel als mogelijk de normatieve documenten van de NL API-strategie en de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie.

¹ [https://www.noraonline.nl/wiki/Nederlandse_Overheid_Referentie_Architectuur_\(NORA\)](https://www.noraonline.nl/wiki/Nederlandse_Overheid_Referentie_Architectuur_(NORA)).

² Topsector Energie Digitalisering en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland laten een referentiearchitectuur voor én door de energiesector ontwikkelen.

³ 'Pas toe of leg uit'-standaarden van Forum Standaardisatie.

⁴ [DSGO](#).

⁵ [Afsprakenstelsel DSGO](#).

Tegelijkertijd maken we onze eigen keuzes in deze strategie. Ons doel is een datastrategie die een lage instapdrempel kent, die als handvat kan dienen voor organisaties die nog niet ver zijn in hun digitalisering en die hier hun stappen in willen zetten. Dan past het niet om direct alle architectuurprincipes van de NLDT toe te passen. Met name de principes 'zelfservice data-infrastructuur' en 'gefedereerde en geautomatiseerde governance' vereisen een data-architectuur die behoorlijk geavanceerd is. Daarom passen we een groeimodel toe, waarin organisaties een handvat geboden wordt om hun eerste technische stappen te zetten, met daarbij een groeipad naar een technische architectuur die volledig aansluit bij de NLDT. Dit doen we in de volgende paragrafen door architecturen te presenteren die uitgaan van deelnemers die een lage tot een hoge digitale volwassenheid hebben.

Een andere keuze die we maken is dat we de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie (waar in de NL API-strategie ook naar wordt verwezen) niet onverkort toepassen. De verplichting om de standaarden op deze lijst aan te houden geldt voor ICT-diensten in het publieke domein: voor communicatie met burgers en met (de ICT-systemen van) andere overheden. Dit is expliciet niet het doel van deze datastrategie: in onze datastrategie komen organisaties binnen een besloten ecosysteem samen tot afspraken om data uit te wisselen. Hoewel we de 'Pas toe of leg uit'-lijst zoveel mogelijk zullen volgen, passen we deze daarom niet per definitie toe.

4.2 Informatiebeveiliging

Het doel van deze datastrategie is niet om aan te geven hoe (een ecosysteem van) datadienst(en) veilig kan worden ontwikkeld en beheerd. Als het vereiste beveiligingsniveau van een datadienst hoog is, dan raden wij aan deze dienst altijd door een gecertificeerde dienstverlener te laten ontwikkelen. Ons doel is om aan te geven wat de relevante kaders zijn op het vlak van informatiebeveiliging zodat de lezer:

- onderscheid kan maken in niveaus van informatiebeveiliging;
- voor lage veiligheidsniveaus zichzelf kan informeren hoe een datadienst veilig te ontwikkelen en te beheren;
- voor hoge veiligheidsniveaus beter geïnformeerd het gesprek met softwareleveranciers aan kan gaan.

In deze paragraaf geven we eerst aan hoe je het beveiligingsniveau van je datadienst kunt bepalen. Daarna geven we aan welke relevante standaarden er zijn op het vlak van informatiebeveiliging en voor welke scenario's en beveiligingsniveaus deze relevant zijn.

4.2.1 Niveaus van informatiebeveiliging

De eerste stap om veilig met data en datadiensten om te gaan is altijd om het vereiste niveau van informatiebeveiliging vast te stellen. Dit bepaalt de eisen die worden gesteld aan:

- het aanbieden en afnemen van een datadienst (de communicatie tussen datadienstaanbieder en -afnemer), zie paragraaf 4.3;
- het beheren van de data(dienst), zie paragraaf 4.4.

Er bestaat geen universele set van informatiebeveiligingsniveaus. Een standaard als de ISO 27001 schrijft voor dat organisaties zelf hun informatiebeveiligingsniveaus moeten bepalen. De Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) maakt onderscheid in klassen van persoonsgegevens maar geeft geen algemene classificatie van data. Forum Standaardisatie komt nog het meest in de buurt met haar Handreiking Betrouwbaarheidsniveaus voor digitale dienstverlening¹. Deze handreiking focust echter op (i) publieke dienstverlening, (ii) mens-machine-interacties en (iii) alleen de communicatie tussen datadienstaanbieder en -afnemer. Hoewel deze handreiking een goed referentiepunt geeft, is zijn niet van toepassing op onze situatie. In deze paragraaf geven we daarom een algemene methode om het vereiste beveiligingsniveau van een datadienst vast te stellen.

¹ Handreiking betrouwbaarheidsniveaus, Forum Standaardisatie, v5, 2024,
<https://www.forumstandaardisatie.nl/sites/default/files/fs-handreiking-betrouwbaarheidsniveaus-v5.pdf>.

Als we het hebben over informatiebeveiliging van een datadienst dan hebben we het altijd over de BIV-driehoek¹:

- beschikbaarheid van de datadienst;
- integriteit van de data;
- vertrouwelijkheid van de data.

Voor elk van deze aspecten moet een risico-afweging worden gemaakt: hoe erg is het als de data(dienst) niet beschikbaar/integer/vertrouwelijk blijkt? Deze afweging moet vanuit bedrijfsvoering en geldende wet- en regelgeving worden gemaakt:

- wat is de impact als deze datadienst niet beschikbaar is?
- wat is de impact als deze data gewijzigd/incorrect blijken te zijn?
- wat is de impact als iemand anders dan de beoogde datadienstafnemer deze data in handen krijgt?

Het is in de eerste plaats aan de datadienstaanbieder om een risico-inschatting uit te voeren. De informatiebeveiligingseisen die hieruit voortkomen gelden voor zowel de datadienstaanbieder als de afnemer. De datadienstafnemer moet bepalen of hij akkoord gaat met deze eisen.

Een datadienst moet voor elk van de drie aspecten apart worden geclassificeerd. Vaak hanteert men 3-4 classificatieniveaus die lopen van geen impact tot operationeel kritische bedrijfsimpact (voor publieke diensten of nutsvoorzieningen kan dit nog verder oplopen vanwege de maatschappelijke impact). Dit onderscheid in aspecten stelt je in staat om het vereiste informatiebeveiligingsniveau op een (kosten)efficiënte manier te implementeren. Als een datadienstaanbieder persoonlijke energiedata beschikbaar stelt ten behoeve van scenarioplanning voor het energiesysteem dan geldt dat deze dienst laag scoort op beschikbaarheid (het gaat niet om een bedrijfskritisch proces), hoog op integriteit (de impact van een verkeerde investeringsbeslissing is hoog) en hoog op vereiste vertrouwelijkheid (persoonlijke data zijn bij wet beschermd). De datadienstaanbieder moet in zo'n geval investeren in een hoge mate van integriteit en vertrouwelijkheid maar kan volstaan met een beperkte mate van beschikbaarheid.

De risico's die voortkomen uit bedrijfsvoering moeten altijd door een organisatie worden ingeschat op basis van eigen inzichten van die organisatie. Risico's die voortkomen uit wet- en regelgeving gelden voor alle partijen, indien van toepassing. In paragraaf 2.6 wordt de relevante wet- en regelgeving rondom het uitwisselen van energiedata besproken. Voor ons scenario is alleen de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) van toepassing.

De AVG is de Europese verordening voor de bescherming van persoonsgegevens. Energiedata gelden als algemene persoonsgegevens. Algemene persoonsgegevens moeten met "adequate technische maatregelen" worden beschermd. Welke maatregelen adequaat zijn wordt niet gedefinieerd; raadpleeg hiervoor een expert. In het algemeen kun je echter stellen dat beveiliging adequaat is als deze vergelijkbaar is met hoe we in de maatschappij vergelijkbare gevoelige data beschermen.

Hoewel niet direct van toepassing op onze datastrategie noemen we hier nog de handreiking Betrouwbaarheidsniveaus voor digitale dienstverlening van Forum Standaardisatie als een document waarin wel wordt aangegeven wanneer technische maatregelen adequaat zijn. Hierin worden data (waaronder persoonsgegevens) geclassificeerd naar risiconiveau en wordt er per risiconiveau aangegeven welk authenticatiemiddel een adequaat betrouwbaarheidsniveau heeft. De handreiking is gericht op publieke dienstverlening en verwerking van basisregistraties, en dan met name mens-machine-interacties via eHerkenning (het identificatie- en authenticatiemiddel voor een mens namens een organisatie). Voor machine-machine-interacties wordt PKI-overheid voorgeschreven, het digitale vertrouwensraamwerk van de overheid voor publieke dienstverlening.

¹ In het Engels: CIA Triad.

4.2.2 Standaarden voor informatiebeveiliging

De belangrijkste standaarden op het gebied van informatiebeveiliging in Nederland zijn de NEN-ISO/IEC 27001, de NEN-ISO/IEC 27002 en de Baseline Informatiebeveiliging Overheid (BIO)¹.

De NEN-ISO/IEC 27000-serie is een serie van standaarden gericht op informatiebeveiliging. Het zijn processtandaarden waarin de eisen worden beschreven waar een 'Information Security Management System' (ISMS) aan moet voldoen. Een ISMS is een proces om de informatiebeveiliging van een organisatie beheersbaar te maken. De NEN-ISO/IEC 27001 moet worden toegepast op het formuleren van eisen voor het vaststellen, implementeren, bijhouden en continu verbeteren van een managementsysteem voor informatiebeveiliging en het vaststellen van het toepassingsgebied (de scope) van dit managementsysteem. De NEN-ISO/IEC 27002 is een best practice van beveiligingsmaatregelen ('controls') om informatiebeveiligingsrisico's aan te pakken met betrekking tot vertrouwelijkheid, integriteit en beschikbaarheid van de informatievoorziening. De standaard kan gezien worden als een nadere specificatie van NEN-ISO/IEC 27001.

De NEN-ISO/IEC 27001 en de NEN-ISO/IEC 27002 staan op de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie. Organisaties die (publieke) diensten ontwikkelen voor de overheid moeten compliant zijn aan deze standaarden. Deze datastrategie is niet gericht op het ontwikkelen van dergelijke diensten en compliance aan deze standaarden is dan ook niet verplicht. We raden echter wel aan bij het ontwikkelen van datadiensten waarbij het vereiste informatiebeveiligingsniveau hoog is om dit altijd te laten doen door leveranciers die NEN-ISO/IEC 27001-gecertificeerd zijn.

De BIO is een normenkader dat is gebaseerd op de NEN-ISO/IEC 27001 en 27002. Dit gezamenlijke kader leidt tot voorspelbare uniforme beveiligingsnormen bij de overheid. Zoals de naam al aangeeft is de BIO van toepassing op overheidsdiensten en publieke dienst en geldt daarmee niet voor onze situatie.

De NEN-ISO/IEC 27000-serie is zoals gezegd een processtandaard: de standaard geeft aan hoe een organisatie haar proces moet inrichten. De standaard geeft niet welke technische maatregelen moeten worden toegepast tijdens ontwikkeling en beheer. In de praktijk gelden hiervoor (inter)nationaal erkende lijsten van technische maatregelen die moeten worden toegepast, zoals de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie. In de volgende paragrafen zullen we hier op enkele onderwerpen dieper op ingaan, met name voor de onderwerpen identificatie en authenticatie.

4.3 Een datadienst aanbieden of afnemen

We groepen het aanbieden van een datadienst en het afnemen van een datadienst omdat dit het punt is waarop organisaties samen tot een technische implementatie van afspraken moeten komen. Daarbij splitsen we de afspraken in drie pilaren: elkaar vertrouwen, elkaar begrijpen en elkaar vinden.

4.3.1 Elkaar vertrouwen

Deze paragraaf gaat over de technische afspraken die een datadienstaanbieder en -afnemer moeten maken om op een veilige manier met elkaar te kunnen communiceren. Dit vereist dat:

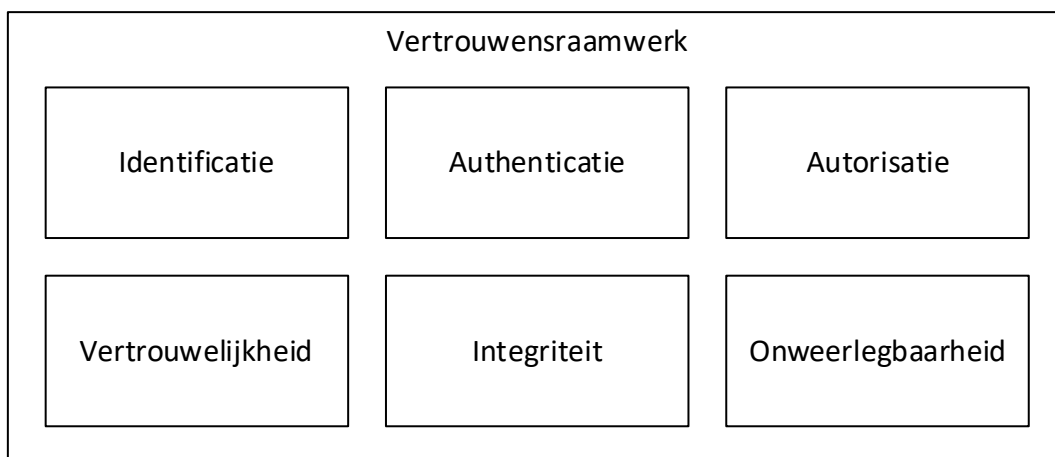
- je zeker weet met wie je te maken hebt;
- je controle hebt over wie er toegang heeft tot een datadienst en waartoe;
- data veilig kunnen worden uitgewisseld (= met behoud van integriteit en vertrouwelijkheid);
- er achteraf geen discussie is over wat er is uitgewisseld.

Het geheel van deze afspraken noemt men ook wel een vertrouwensraamwerk (Trust Framework), zie Afbeelding 4.1. Bekende vertrouwensraamwerken in de Nederlandse context zijn PKIoverheid en iShare. PKIoverheid is het vertrouwensraamwerk van de overheid voor overheidsdiensten en publieke diensten.

¹ <https://www.bio-overheid.nl/bio2/bio-producten/baseline-informatiebeveiliging-overheid-2-bio2/>.

iShare is een Europees vertrouwensraamwerk voor gefedereerde data-uitwisseling dat juridische garanties biedt. Beide raamwerken gestoeld op strenge eisen op het gebied van techniek en de manier waarop de identiteit van mensen en organisaties wordt geverifieerd.

Afbeelding 4.1 De onderdelen van een vertrouwensraamwerk (Trust Framework)



Vanwege het belang van betrouwbare identificatie en authenticatie worden oplossingen voor deze onderwerpen vaak samen opgepakt. Hieronder bespreken we identificatie en authenticatie in samenhang met elkaar. In Nederland zijn DigiD en eHerkenning hier voorbeelden van. Zij maken beiden gebruik van het vertrouwensraamwerk van PKI-overheid.

Vertrouwelijkheid en integriteit worden geborgd door de methode van authenticeren. Deze bespreken we niet apart.

Identificatie

Digitale identificatie wordt verricht door zogenoemde identity providers (IdPs). Grofweg heb je de volgende soorten identity providers:

- enterprise identity providers. Dit zijn de identity providers die organisaties gebruiken voor identiteits- en toegangsmanagement (IAM) binnen de eigen organisatie en het interne IT-landschap. Bekende voorbeelden zijn Azure AD en Okta;
- social-based identity providers. Hierbij treden grote commerciële partijen zoals Google en Facebook op als identity provider;
- commerciële identity providers waarbij leveranciers een identiteitsdienst leveren. Een voorbeeld is iDIN;
- nationale identity providers die je gebruikt om als burger (DigiD) of als medewerker van een bedrijf (eHerkenning) toegang te krijgen tot (overheids)diensten.

Je hoeft je niet te beperken tot één identity provider. Mits het past binnen je architectuur en de eisen die je stelt aan informatiebeveiliging kun je het gebruik van meerdere identity providers toestaan.

De zekerheid die een identity provider biedt over iemands identiteit wordt voornamelijk bepaald door:

- de procedure die de identity provider hanteert om de identiteit van een aanvrager te verifiëren;
- de technische middelen om deze identiteit te authenticeren.

eHerkenning en iDIN hebben een relatief zware verificatieprocedure en sterke authenticatiemiddelen en geven dus een hoge zekerheid. Een social-based identity provider kent geen verificatieprocedure en kan dus geen zekerheid bieden over de identiteit van de aanvrager, anders dan het elektronische contactadres dat die persoon gebruikt.

De keuze voor een identity provider wordt bepaald door:

- de vereiste mate van (juridische) zekerheid van iemands identiteit;
- de beoogde groep van deelnemers: (medewerkers van) bedrijven, publieke organisaties, burgers;
- het vereiste niveau van informatiebeveiliging vanuit bedrijfsvoering;
- het vereiste niveau van informatiebeveiliging vanuit wetgeving;
- technische randvoorwaarden;
- gebruikerservaring (bijvoorbeeld bestaande ondersteuning in browsers);
- kosten.

Forum Standaardisatie verplicht¹ voor overheidsdiensten dat identity providers de technische standaarden OIDC en SAML toe te passen, waarbij voor OIDC het Nederlandse profiel OpenID.NLGov moet worden toegepast. In onze datastrategie gaan we niet zover om het gebruik van OpenID.NLGov te verplichten maar we raden wel sterk aan om ondersteuning van OIDC te eisen.

Authenticatie

Authenticatie draait om het verifiëren van de geclaimde identiteit. Het biedt een datadienstaانبieder de zekerheid dat de datadienstafnemer de partij is die hij claimt te zijn en vice versa. Het is een voorwaarde voor autorisatie.

We onderscheiden authenticatie op twee niveaus:

- op transportniveau;
- op datadienstniveau.

Authenticatie op transportniveau verifieert de identiteit van de datadienstaانبieder en borgt de vertrouwelijkheid en integriteit van de communicatie tussen de datadienstaانبieder en -afnemer. Hiervoor stellen we het gebruik van Transport Layer Security² (TLS) verplicht voor datadienstaانبieders. Dit is in lijn met de API-strategie voor de Nederlandse overheid en de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie.

Authenticatie op datadienstniveau verifieert de identiteit van de datadienstafnemer en borgt vaak ook de vertrouwelijkheid en integriteit van de communicatie. Voor authenticatie op datadienstniveau maken we onderscheid tussen:

- 1 een mens authenticceert zich bij de datadienstaانبieder namens zichzelf;
- 2 een mens authenticceert zich bij de datadienstaانبieder namens een partij;
- 3 en machine authenticceert zich namens een partij.

Wanneer een mens zich authenticceert (namens zichzelf of namens een partij) dan wordt het authenticatiemiddel (de methode van authenticeren) bepaald door de identity provider. Voor authenticatie tussen machines geldt dat er gebruikt wordt gemaakt van certificaten.

Voor het authenticeren van een mens namens zichzelf zijn in Nederland DigiD, iDIN, social-based identity provider en commerciële identity providers gangbaar. DigiD is het de jure authenticatiemiddel voor overheidsdiensten en is niet van toepassing op onze situatie. iDIN is opgezet door de Nederlandse banken en geeft een relatief hoge zekerheid van iemands identiteit. Social-based identity providers geven geen zekerheid over iemands identiteit anders dan het elektronische contactadres dat die persoon gebruikt. Voor commerciële partijen geldt dat deze individueel beoordeeld moeten worden.

Voor het authenticeren van een mens namens een partij is in Nederland eHerkenning een veelgebruikte en betrouwbare oplossing. eHerkenning wordt beheerd door de overheid maar kan ook door commerciële partijen worden gebruikt.

¹ <https://www.forumstandaardisatie.nl/open-standaarden/authenticatie-standaarden>.

² Het wordt aangeraden om de nieuwste versie die door Forum Standaardisatie wordt voorgeschreven te gebruiken. Op het moment van schrijven is dat versie 1.3, hoewel versie 1.2 ook nog op de lijst staat. Het Nationaal Cyber Security Centrum (NCSC) geeft uitgebreide beveiligingsrichtlijnen voor TLS uit. Deze kunnen gebruikt worden om te controleren welke versie op dit moment het beste gebruikt kan worden.

eHerkenning kent drie betrouwbaarheidsniveaus: EH2+ (laag), EH3 (substantieel) en EH4 (hoog). Hoe hoger het betrouwbaarheidsniveau, hoe veiliger en betrouwbaarder de toegang en hoe meer zekerheid de datadienstaانبieder heeft over de identiteit van de datadienstafnemer. EH3 is het meest gebruikte eHerkenningmiddel en kan dus als de standaard worden gezien (bron: eHerkenning¹). Naast eHerkenning bestaan ook andere commerciële authenticatiemiddelen. Een andere vaak gebruikte optie is om de enterprise identity provider van de partij als identity provider te accepteren. Hierbij geldt dat eigen, aanvullende processen nodig zijn om zekerheid te krijgen over de identiteit van de partij en de persoon.

Samenvattend verschilt de mate van zekerheid die wordt geboden per dienst. Als de mate van zekerheid tekortschiet voor het beoogde gebruik dan kan dit worden aangevuld met eigen, aanvullende processen en afspraken.

Autorisatie

Identificatie stelt de identiteit van een partij vast, authenticatie draait om het verifiëren van de identiteit. Vervolgens gaat autorisatie om het vaststellen of de geïdentificeerde partij de rechten heeft en toestemming krijgt om een specifieke actie uit te voeren gegeven de context van de datadienst.

Er zijn verschillende autorisatiemodellen mogelijk. Autorisatie kan worden verleend op basis van rollen (role-based access control, RBAC), attributen (attribute-based access control, ABAC), beleid (policy-based access control, PBAC) en data-relaties (relationship-based access control, ReBAC). Het ene model is niet beter dan het andere; waar het om gaat is dat het model aansluit bij de manier waarop partijen toegang willen beheren.

Het autorisatiemodel en de implementatie ervan bepalen de kaders voor hoe er over toegang wordt gedacht en gesproken, hoe er (contract)afspraken over worden gemaakt, en hoe toegangsbeheer technisch wordt geïmplementeerd. Anders gezegd: de rollen en rechten die in het contract zijn afgesproken zijn dezelfde rollen en rechten die door de datadienst worden afgedwongen en door de functioneel beheerder worden beheerd.

Hoewel het vanuit het oogpunt van simpliciteit en uniformiteit aantrekkelijk is om binnen een ecosysteem dezelfde set van rollen en rechten te gebruiken, kan dit nodeloos beperkend werken voor datadiensten. Het beperkt datadienstaanbieders namelijk in de manier waarop een datadienst wordt aangeboden. Gebruikelijker is om elke datadienstaانبieder zijn eigen autorisatiemodel te laten opstellen, mits dit duidelijk wordt gecommuniceerd en vastgelegd in (contract)afspraken.

4.3.2 Elkaar begrijpen

In deze paragraaf gaan we in op de afspraken die je moet maken zodat datadienstaانبieder en -afnemer elkaar begrijpen, of dit nou een mens of een machine is. We bespreken eerst semantiek, metadata en syntax. Dit zijn afspraken die over data gaan, onafhankelijk van de methode van data-uitwisseling. Daarna bespreken we de methode van data-uitwisseling: de keuze van een communicatiemodel en de eisen die gelden voor API-gebaseerde data-uitwisseling.

Semantiek

Het spreken van dezelfde taal zorgt voor onderling begrip. Semantische interoperabiliteit zorgt ervoor dat de betekenis van de uitgewisselde data expliciet wordt gemaakt, waardoor data consistent kan worden geïnterpreteerd door alle partijen en systemen:

- basis semantische interoperabiliteit maakt expliciete betekenis mogelijk door middel van annotaties en toewijzingen aan gemeenschappelijke semantische modellen/ontologieën als een gedeelde semantische basis voor de uitwisseling van energie gerelateerde gegevens;
- semantische interoperabiliteit op de middenlaag definieert semantiek formeel met behulp van machine-interpreteerbare talen en standaarden waardoor consistente interpretatie en redenering tussen componenten mogelijk wordt;

¹ <https://www.eherkenning.nl/nl/betrouwbaarheidsniveaus>.

- geavanceerde semantische interoperabiliteit maakt gebruik van de volledige expressieve kracht van semantische technologieën om inferentie, validatie en geavanceerde redenering mogelijk te maken. Hierbij worden aanvullende regels, uitzonderingen, en relaties toegevoegd aan een semantisch model. Door deze aanvullingen kunnen gebruikers het model gebruiken om vergelijkbare patronen of nieuwe verbanden te ontdekken tussen datapunten en concepten in het model.

Hogere semantische niveaus verbeteren het redeneren, de automatisering en de nauwkeurigheid, maar vereisen meer rekenkracht, vooral voor real time berekeningen. Het helpt dus om selectief te zijn: geavanceerde semantiek toepassen waar deze echte waarde toevoegt. Dit kan bijvoorbeeld zijn in sector-overschrijdende coördinatie, geautomatiseerde redenering (in een Digitale schaduw), nauwkeurige uitleg aan klanten of in lichtere semantiek met focus op simpele relaties of contextdiagrammen als prestaties en kosten cruciaal zijn.

In hoofdstuk 3 en bijlage 6.4V beschrijven we het semantisch model dat we gebruiken voor ORTESE.

Metadata

Metadata is data *over* data. Metadata is een vereiste voor de juiste interpretatie van data. In het aanbieden van data moet de data minimaal zijn geïdentificeerd (om datasets van elkaar te kunnen onderscheiden) en beschreven en moet de kwaliteit gekend zijn. Zonder deze karakteristieken weet een afnemer niet wat hij aan de data heeft. Daarmee hebben resultaten die op deze data zijn gebaseerd geen waarde. In de verwerking van data is een belangrijk doel van metadata om de context, overwegingen en processtappen die zijn genomen te documenteren. Dit maakt dat resultaten betrouwbaar, reproduceerbaar en herbruikbaar zijn, ook als de medewerker die de verwerking heeft gedaan al vertrokken is.

De belangrijkste doelen waarvoor metadata wordt gebruikt zijn:

- identificatie en versiebeheer;
- semantiek en documentatie;
- vindbaarheid (zie ook paragraaf 4.3.3);
- kwaliteit en verificatie;
- interoperabiliteit en hergebruik;
- herkomst, traceerbaarheid en reproduceerbaarheid;
- logging voor auditing.

Het toepassen van metadata is geen doel op zich. Een overdaad aan metadata kan al snel als een administratieve last voelen, met name als deze handmatig moeten worden ingevuld. De keuze voor het gebruik van metadata moet daarom altijd vanuit het beoogde doel worden genomen. Waarbij de set van verplichte metadata-velden zo klein mogelijk moet worden gehouden.

Een veel gebruikte, algemene standaard voor het beschrijven van metadata is Data Catalog Vocabulary (DCAT)¹. DCAT geeft een lijst aan standaardtermen en concepten zoals 'data-eigenaar', 'dataset naam', 'publicatiedatum' die altijd ingevuld moeten worden om een dataset vindbaar en begrijpbaar te maken. Een voorbeeld van de toepassing van DCAT in Nederlandse context is DCAT-AP-NL 3.0. Dit is de technische specificatie van DCAT door Geonovum².

Aanvullend op de algemene standaard van DCAT moet men per samenwerking en per databron bepalen of er aanvullende metadata nodig zijn. Dit kan het geval zijn als men een specifieke Use Case wil implementeren die niet wordt afgedekt door de algemene set. In dat geval kan men de standaard set simpelweg uitbreiden, mits er maar afspraken over worden gemaakt die voor de hele samenwerking gelden. De DCAT standaard van Geonovum biedt ook uitkomst voor een situatie waarin aanvullende metadata nodig is. Bijvoorbeeld om data portalen en APIs voor iedereen eenduidig te beschrijven.

In hoofdstuk 3 beschrijven we de metadata die we gebruiken voor ORTESE.

¹ [Data Catalog Vocabulary \(DCAT\) - Version 3.](#)

² [DCAT-AP-NL 3.0.](#)

Syntax

Syntactische interoperabiliteit definieert de overeengekomen gegevensformaten ('syntax') zoals XML, JSON, JSON-LD of CSV en de standaardstructuur ('schema') waarin de data worden weergegeven in het bestand. Daardoor kunnen de digitale systemen de uitgewisselde data geautomatiseerd verwerken. Een overeenkomst in dataformaat hoeft echter niet te betekenen dat de bestanden compleet en volledig ingevuld zijn met de juiste waarden. Syntactische overeenstemming zorgt hier alleen voor dezelfde formats, niet per se voor dezelfde inhoud.

Communicatiemodel

Het communicatiemodel bepaalt hoe data van de data-aanbieder naar de data-afnemer wordt gebracht. Tot nu toe zijn we er in deze datastrategie van uitgegaan dat data wordt aangeboden middels een datadienst die wordt beheerd door de aanbieder. Er zijn echter ook andere communicatiemodellen. In deze paragraaf bespreken we de mogelijke opties.

Merk op dat onze datastrategie onafhankelijk is van het gekozen communicatiemodel: de afspraken die gemaakt moeten worden blijven hetzelfde. De keuze van het communicatiemodel beïnvloedt echter wel bij wie verantwoordelijkheden komen te liggen en heeft zo een belangrijke impact op de implementatie.

We onderscheiden vier communicatiemodellen:

- handmatige upload;
- handmatige upload via datadienst;
- geautomatiseerd ophalen;
- geautomatiseerd brengen.

Handmatige upload wil zeggen dat data vanaf een bron handmatig naar de afnemer wordt gekopieerd, zonder dat de data automatisch wordt verwerkt. Voorbeelden hiervan zijn: datasets mailen, via een datadeeldienst of FTP-server uploaden, direct in een gedeelde werkomgeving zoals Sharepoint delen, of via USB. Het onderscheid met de andere communicatiemodellen zit erin dat de data niet geautomatiseerd worden ontvangen, geverifieerd en verwerkt. Dit model is daarom kwetsbaar: identificatie, versiebeheer, context, overwegingen en processtappen worden al snel niet gedocumenteerd. Dit maakt dat resultaten niet betrouwbaar, niet reproduceerbaar en niet herbruikbaar zijn. Dit model is geschikt voor eenmalige uitwisselingen (bijvoorbeeld voor het eenmalig uploaden van statische referentiegegevens) maar moet vermeden worden bij het opzetten van een herhaaldelijke data-uitwisseling. Dit is in lijn met het 'API-first' van de NL API-strategie.

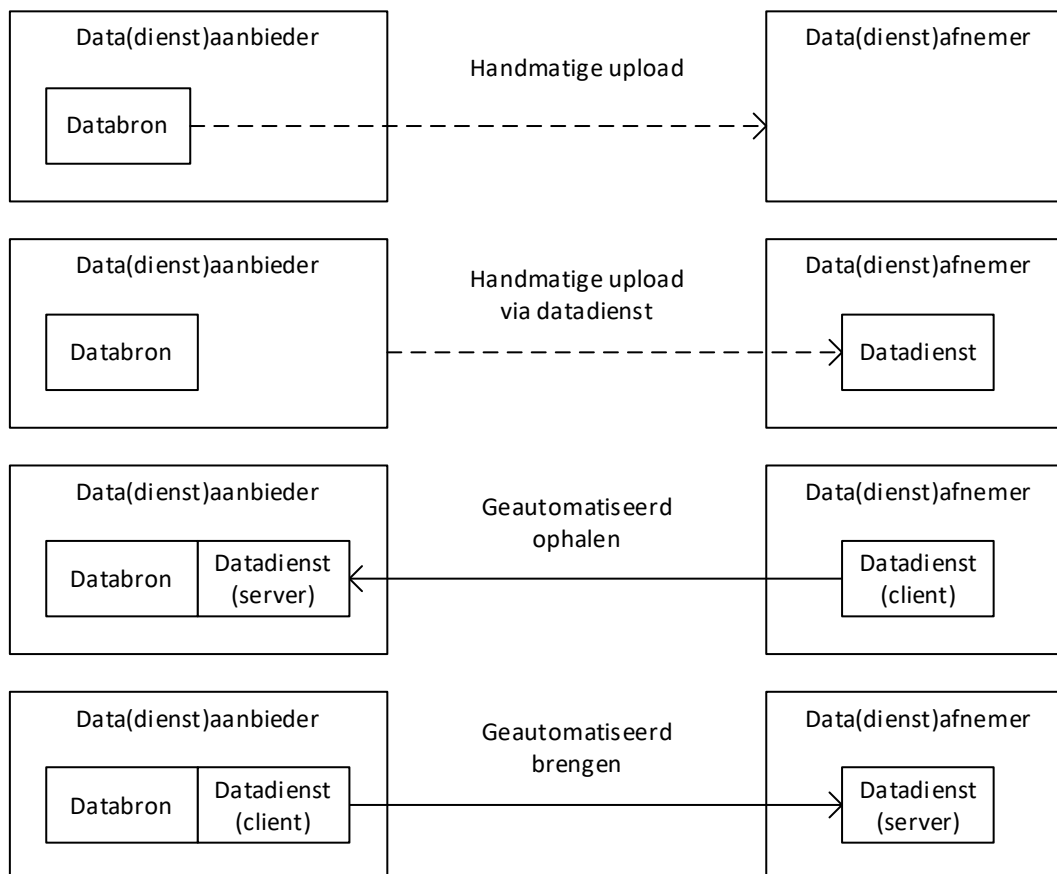
Handmatige upload via datadienst wil zeggen dat de afnemer een webinterface aanbiedt waarop data handmatig kunnen worden aangeboden, waarna de data geautomatiseerd worden verwerkt. Het geautomatiseerd verwerken van de data ligt hierbij volledig bij de datadienst, hoewel de aanbieder kan worden gevraagd om handmatig metadata toe te voegen (zoals specifieke context). De datadienst kan de data direct verifiëren en feedback geven aan de gebruiker, en evt. de data weigeren als het niet voldoet aan de afspraken. Dit communicatiemodel kan het beste worden toegepast in situaties waar het qua business case of digitale volwassenheid bij de aanbieder van de data niet realistisch is om een geautomatiseerde oplossing te verwachten.

Geautomatiseerd ophalen wil zeggen dat de aanbieder een datadienst aanbiedt (een serverapplicatie) die door de afnemer kan worden afgenomen middels een clientapplicatie. Dit is het model dat we in onze datastrategie meestal als voorbeeld nemen. De datadienstaanbieder en -afnemer maken vooraf afspraken over de semantiek, metadata en syntax van de data. Afhankelijk van de afspraken kan de datadienstafnemer de data zonder verdere verwerking verwerken, of zal zelf nog transformaties moeten uitvoeren. We raden aan om afgenomen data altijd te verifiëren. Dit communicatiemodel heeft de voorkeur omdat het federatief datadelen mogelijk maakt: data worden gedeeld vanaf de bron.

Geautomatiseerd brengen wil zeggen dat de afnemer van de data een datadienst aanbiedt (een serverapplicatie) waar de aanbieder via een clientapplicatie de data geautomatiseerd naar kan brengen. In dit model ligt de verantwoordelijkheid om een serverapplicatie te beheren bij de afnemer, wat voor de aanbieder een kleinere drempel kan zijn om de data aan te bieden.

De datadienstaanbieder en -afnemer maken vooraf afspraken over de semantiek, metadata en syntax van de data. Afhankelijk van de afspraken kan de datadienstafnemer de data zonder verdere verwerking verwerken, of zal zelf nog transformaties moeten uitvoeren. We raden aan om afgenomen data altijd te verifiëren. Dit communicatiemodel kan het beste worden toegepast in situaties waar niet realistisch is om van de aanbieder te verwachten dat deze een serverapplicatie beheert.

Afbeelding 4.2 De vier communicatiemodellen voor het uitwisselen van data.



APIs

In lijn met de NL API-strategie schrijven we het gebruik van REST APIs voor. Voor het ontwerpen van de APIs schrijven we de NLGov REST API Design Rules¹ voor. APIs moeten worden gedocumenteerd via de OpenAPI Specification. Zowel NLGov REST API Design Rules en OpenAPI Specification staan op de 'Pas toe of leg uit'-lijst van Forum Standaardisatie.

4.3.3 Elkaar vinden

Deze paragraaf gaat over de technische afspraken die een datadienstaanbieder en -afnemer moeten maken om elkaar te vinden, of anders gezegd, met elkaar in verbinding te komen. In het meest simpele geval kan dit zijn dat een aanbieder en een afnemer handmatig met elkaar afstemmen via welk communicatiekanaal ze met elkaar communiceren en hoe de data (syntax, semantiek) eruitzien. Binnen een afsprakenstelsel wordt hier echter mee bedoeld dat data dienstverleners en (potentiële) datadienstafnemers elkaar kunnen vinden op basis van vraag en aanbod, in een data-ecosysteem met meerdere gebruikers. Dit 'elkaar kunnen vinden' heeft een aantal implicaties:

- er is een behoefte aan beschrijvingen wat erdoor wie aangeboden wordt;

¹ <https://logius-standaarden.github.io/API-Design-Rules/>.

- deze beschrijvingen moeten vindbaar en toegankelijk zijn;
- er zijn verschillende soorten, of classificaties, van data of services die aangeboden kunnen worden.

Deze worden nader toegelicht in de volgende onderwerpen:

- metadata van datadiensten;
- vindbaarheid.

Metadata van datadiensten

Metadata (in het algemeen) is een beschrijving van andere data, in dit geval van een datadienst. In de context van het delen van data, moet metadata een data afnemer in staat stellen een keuze te maken om de data al dan niet af te nemen. De metadata moet potentiële data afnemer daarom antwoord geven op de volgende vragen:

- wie is de aanbieder van de data?
- wat wordt er aangeboden?
- onder welke voorwaarden wordt het aangeboden?
- waar wordt het aangeboden?

De eerste vraag, ‘**wie is de aanbieder van de data?**’, heeft natuurlijk te maken met de identiteit van de aanbieder en met mogelijke ervaringen in eerdere transacties. De identiteit van de aanbieder moet in ieder geval verifieerbaar zijn en heeft een directe link met ‘Elkaar vertrouwen’ (zie 5.2).

De tweede vraag ‘**wat wordt er aangeboden?**’ gaat over de inhoud van het aangeboden, dat wil zeggen, de inhoud van de data, de structuur en gebruikte vocabulaire(s). Dit heeft een directe link met ‘Elkaar begrijpen’ (zie 5.1). Ook op het niveau van metadata is het namelijk belangrijk om interoperabel te zijn met andere data aanbieders en partijen. Door datasets in een catalogus volgens dezelfde afspraken te betitelen, te omschrijven en toe te lichten, ontstaat er een standaard etiket voor elke dataset. Zo wordt het voor gebruikers en systemen makkelijker om datasets te vinden, te begrijpen en te vergelijken.

Een veel gebruikte standaard voor het beschrijven van metadata is **Data Catalog Vocabulary (DCAT)**¹. DCAT geeft een lijst aan standaardtermen en concepten zoals ‘data-eigenaar’, ‘dataset naam’, ‘publicatiedatum’ die altijd ingevuld moeten worden om een dataset vindbaar en begrijpbaar te maken. Een voorbeeld van de toepassing van DCAT in Nederlandse context is *DCAT-AP-NL 3.0*. De Technische specificatie van DCAT door Geonovum².

De derde vraag: ‘**onder welke voorwaarden wordt het aangeboden?**’ gaat over de juridische- en financiële voorwaarden waaronder de data aangeboden wordt. De metadata moet dus informatie bevatten over kosten, en voorwaarden en beperkingen voor gebruik. Een standaard in deze is **Open Digital Rights Language (ODRL)**⁴⁵.

De laatste vraag ‘*waar wordt het aangeboden?*’ gaat over de technische locatie van de data of service. Hierbij valt te denken aan API end-point specificaties, inclusief berichtenstructuur, en alle andere informatie die nodig is om de technische verbinding tot stand te brengen.

Alle bovengenoemde metadata samen kan worden beschouwd als een **aanbieding of dataproduct**. Net zoals de databeschrijvingen, dient de structuur van het dataproduct vastgelegd te worden in een datamodel.

Vindbaarheid

De metadata, beschreven in de vorige paragraaf, moet een data afnemer in staat stellen een keuze te maken om data of een service af te nemen, op basis van inhoudelijke-, juridische- en technische gronden. Deze metadata moet daarom (1) door een aanbieder van data of een service samengesteld worden en ergens geplaatst worden waar deze (2) toegankelijk is voor data afnemers.

¹ [Data Catalog Vocabulary \(DCAT\) - Version 3.](#)

² [DCAT-AP-NL 3.0.](#)

Bovenstaande vereist een vorm van catalogusfunctionaliteit die de aanbiedingen in een data-deel omgeving bevat. De aanbieders van data of services moeten dataproducten kunnen beheren, dat wil zeggen, ze toe te kunnen voegen aan een catalogus, of ze kunnen verwijderen. En data afnemers moeten de catalogus kunnen bevragen, op zoek naar specifieke data of services. Dit laatste vraagt wederom om standaardisatie van het dataproduct, zodat deze door de data afnemer bevroogd kan worden.

4.4 Data beheren en verwerken

In voorgaande paragrafen hebben we beschreven hoe je energiedata soeverein en veilig (zie paragraaf 4.2) kunt uitwisselen. In deze paragraaf geven we de praktische handvatten om dit operationeel te implementeren, namelijk door te denken in en werken met dataproducten.

Werken met dataproducten

Een dataproduct is een veelgebruikte structuur om de inhoud, kwaliteit en beveiliging van een dataset te beheren. Netbeheer Nederland heeft bijvoorbeeld een 'Roadmap dataproducten'¹. De precieze structuur van een dataproduct staat niet vast. Een dataproduct kan bestaan uit onder meer de volgende onderdelen:

- een dataset;
- metadata, met daarbij minimaal de volgende aspecten:
 - identificatie (inclusief versie);
 - eigenaarschap;
 - documentatie;
- geoorloofd gebruik (doelbinding);
- aanvullende metadata, bijvoorbeeld ten behoeve van reproduceerbaarheid;
- de informatiebeveiligingseisen die aan de dataset hangen;
- gebruiksovereenkomst.

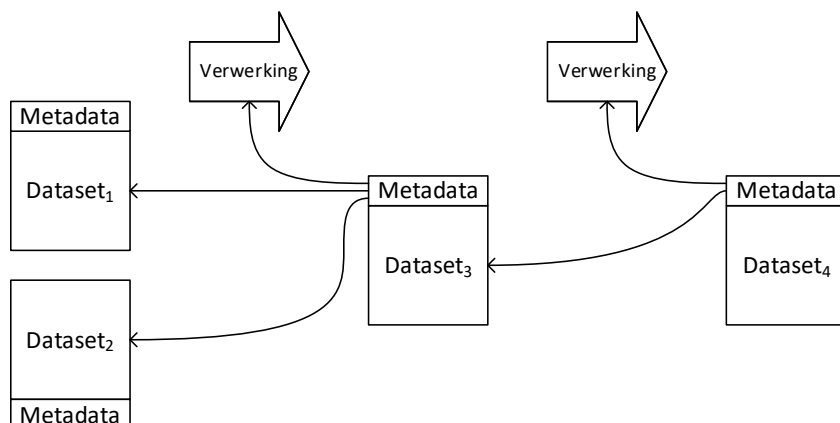
In onze datastrategie staan we een aanpak voor waarin in elke ontsluitings- en verwerkingsstap wordt gewerkt met duidelijk gedefinieerde dataproducten. Voor veel organisaties zal dit natuurlijk voelen als het gaat om het uitwisselen van data tussen systemen en organisaties: men is gewend duidelijke afspraken te maken met andere partijen. Door dit binnen een systeem en organisatie ook toe te passen worden afspraken explicieter, en krijg je binnen je organisatie meer grip op inhoud, kwaliteit, metadata, gebruik en toegang. Hieronder lichten we dit door middel van een aantal voorbeelden toe.

Het contract van een dataproduct beschrijft de afspraken die zijn gemaakt over de inhoud van een dataset en de metadata. Dit zijn kenmerken van een dataset die (deels) kunnen worden geverifieerd door middel van automatische verificatie. Het schrijven van scripts die dit soort afspraken verifiëren maakt de geleverde kwaliteit meetbaar en expliciet. Vooral als een dataproduct geregeld af wordt genomen is het aan te raden dit soort geautomatiseerde verificatiestappen in te bouwen. Een belangrijk bijkomend voordeel is dat de kwaliteitscontrole zo minder kwetsbaar wordt voor personele wisselingen, omdat de expertise van individuele werknemers wordt vastgelegd in de automatisering.

Afbeelding 4.3 visualiseert hoe metadata resultaten reproduceerbaar kunnen maken. De metadata van een dataproduct identificeren de eigen dataset, en de datasets en de verwerkingsstappen waarmee de dataset is gecreëerd. Door datasets en verwerkingsstappen (scripts) uniek te identificeren inclusief versiebeheer zijn resultaten altijd reproduceerbaar.

¹ Roadmap dataproducten - Data delen voor het nieuwe energiesysteem, Netbeheer Nederland, 21 januari 2026.

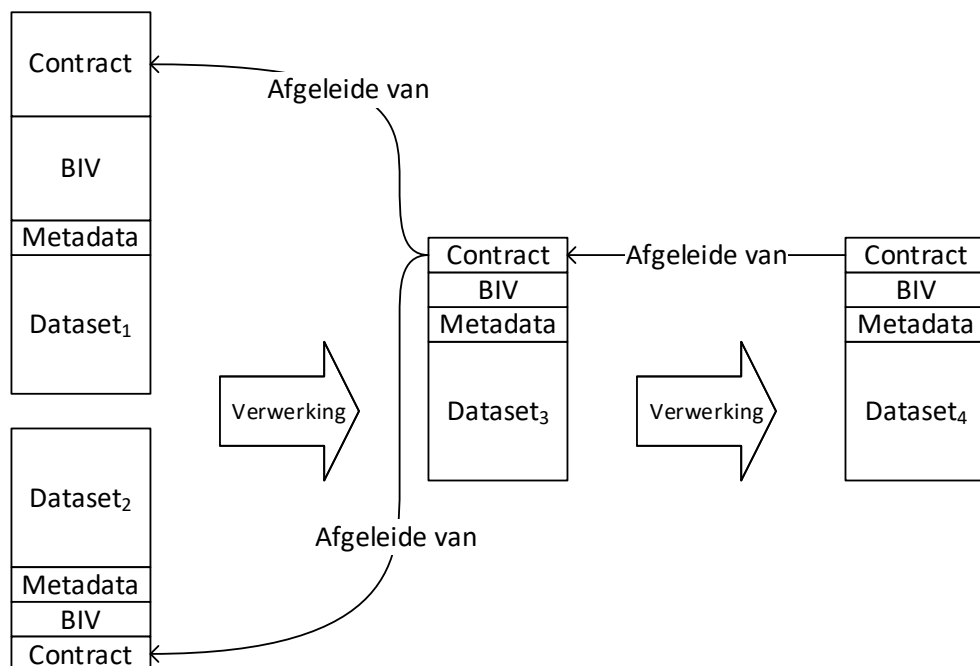
Afbeelding 4.3 Metadata ten behoeve van reproduceerbaarheid



Afbeelding 4.4 visualiseert hoe de informatiebeveiligingseisen (BIV-eisen) en contracteisen doorwerken bij dataproducten. Naarmate de informatiebeveiligingseisen hoger zijn, bijvoorbeeld als het gaat om persoonlijke energiedata, dan zijn de contractuele eisen waar een afnemer aan moet voldoen ook hoger. Deze eisen zwakken af naarmate data worden geaggregeerd, hoewel ze ook kunnen toenemen naarmate datasets worden gecombineerd. De contracteisen van een afgeleid dataproduct zijn altijd een afgeleide van de contracten van het dataproduct waarvan is afgeleid. Met andere woorden: er moet altijd worden gekeken wat de impact van een verwerkingsstap is op de oorspronkelijke informatiebeveiligingseisen. Het helpt daarbij om niveaus van informatiebeveiliging aan te houden (zie paragraaf 4.2.1), zodat een dataset gemakkelijk kan worden ingedeeld op het juiste niveau.

Een afnemer moet er altijd naar streven om dataproducten af te nemen met een zo laag mogelijk informatiebeveiligingsniveau.

Afbeelding 4.4 Informatiebeveiligingseisen en contracteisen werken door



4.5 Een architectuur die schaaft naar volwassenheid

In deze paragraaf beschrijven we een aantal architectuur-ontwerpopties die uitgaan van meer of minder volwassen databronhouders en die meer of minder ver gaan in het streven naar een zelfservice data-infrastructuur met gefedereerde en geautomatiseerde governance.

Tabel 4.3 toont de volwassenheidsniveaus die we hier onderscheiden bij bronhouders.

Tabel 4.3 Volwassenheidsniveaus van bronhouders

Niveau	Beschrijving	Voorbeeld
dataplatform	de partij heeft een eigen dataplatform waar gestandaardiseerde dataproducten worden aangeboden, d.w.z., een gestandaardiseerde dataset met productvoorwaarden. Dataproducten worden op een gestandaardiseerde manier aangeboden	het Normo, Netbeheer Nederland, Enexis, Stedin, Liander
bekwaam	de partij heeft de middelen (mensen, kennis, organisatie) om het aanbieden van een datadienst zelf te realiseren of door een dienstverlener te laten realiseren	TNO, Hanzehogeschool Groningen, Rijksuniversiteit Groningen
onbekwaam	de partij heeft niet de middelen om het aanbieden van een datadienst te (laten) realiseren	een klein MKB-bedrijf

In onze data-architectuur maken we een onderscheid tussen:

- wel of geen gefedereerde en geautomatiseerde governance;
- wel of geen catalogus van diensten;
- de methode van identificeren en authenticeren;
- de volwassenheid van de bronhouder;
- centraal of gefedereerd data afnemen;
- wel of geen gebruik van standaard connectoren.

5

DATABRONNEN EN DATAPLATFORMEN

Er is een enorme databehoeft in de energiewereld. Met data kunnen nieuwe, slimme inzichten worden opgedaan over het efficiënter en doelmatig inrichten van het energiesysteem. Om aan deze behoefte te voldoen zijn er binnen de energiesector meerdere initiatieven voor het ontsluiten van data. Er worden dataproducten en data platformen ontwikkeld, gezamenlijke begrippenkaders vastgelegd en nieuwe entiteiten opgericht.

Bij het toepassen van deze datastrategie is het belangrijk om verantwoordelijkheden en datastromen in kaart te brengen. Door de data en verantwoordelijkheden concreet te maken, ontstaat er duidelijkheid: niemand hoeft data en diensten te leveren, maar iedereen weet welke bijdrage nodig is voor het leggen van de puzzel. Daarom brengen we eerst de belanghebbenden in kaart. Daarna bespreken we platformen voor energiedata.

5.1 Belanghebbende partijen

Er is een grote verscheidenheid aan partijen in het energiesysteem; van netbeheerders, ketenorganisaties en grote industrie tot gemeenten, huishoudens en het MKB. Daarnaast bestaan er partijen die een rol spelen in het verhandelen van energie, het leveren van energie aan huishoudens of het uitlezen van energiemeters. Bovendien zijn er verschillen in mandaatgebieden en regio's waarin elke partij aanwezig is en zeggenschap heeft.

Tabel 5.1 Deelnemers in het Nederlandse energiesysteem

Partij	Omschrijving
Rijksoverheid	het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) richt zich op economische ontwikkeling en klimaatbeleid. Het slimmer inrichten van het energiesysteem speelt daarin een belangrijke rol.
provincie	de provincie kijkt naar inrichting van infrastructuur, wonen en voorziening. Het brengt gemeenten samen en bevordert de provinciale bedrijvigheid
gemeente	de gemeente verzorgt de ruimtelijke ordening, de bereikbaarheid en de afstemming van lokale belangen
landelijke netbeheerder	TenneT is de Transmission System Operator (TSO) van Nederland. TenneT is verantwoordelijk voor het beheer van de kabels en energiestations op hoogspanning (110–380 kV). Daarmee ligt de focus op leveringszekerheid, balanshandhaving en internationale koppelingen
regionale netbeheerder	naast TenneT zijn er zeven regionale netbeheerders, de 'Distribution System Operators' (DSO). Deze partijen beheren het middenspanningsnet (grote bedrijven, wijken) en laagspanningsnet (huishoudens, kleine bedrijven). Elke regionale netbeheerder heeft een eigen werkgebied ¹ binnen Nederland
meetbedrijven	een meetbedrijf, of meetverantwoordelijke, is een erkende partij die verantwoordelijk is voor het installeren, beheren en uitlezen van energiemeters bij klanten. Zij zorgen ervoor dat het elektriciteits- of gasverbruik wordt geregistreerd en wordt doorgegeven aan netbeheerders en energieleveranciers

¹ <https://www.netbeheernederland.nl/onze-leden>.

Partij	Omschrijving
	Grootverbruikers zijn verplicht om een meetbedrijf in te schakelen. Voor kleinverbruikers verzorgt de netbeheerder automatisch het meten ¹
bedrijven	bedrijven zijn er in alle soorten en maten; van grote, zware industrie, tot de groenteboer op hoek. Elk bedrijf heeft één of meerdere aansluitingen op het energienet, afhankelijk van de panden waar het gebruik van maakt. Ook de energiebehoefte per bedrijf verschilt. Soms komt de capaciteit niet overeen met de aansluiting van het bedrijf (te groot of te klein)
huishoudens	elke woning ('adres') heeft een eigen energie aansluiting met energiemeter. Daarmee is elke bewoner van een adres een stakeholder in het energiesysteem
asset eigenaren	Assets zijn de fysieke elementen die energie produceren, omzetten, transporteren of opslaan. Dit omvat onder andere: - warmtepompen, boilers, WKK's en turbines; - leidingen, kabels, stations en andere netwerkcomponenten; - EV, batterijen, thermische buffers; - conversie installaties (elektrisch → thermisch, chemisch → elektrisch, etc). Assets bepalen uiteindelijk wat er fysiek kan gebeuren in het systeem.
energieleveranciers	de bedrijven die elektriciteit en gas leveren aan de huishoudens. Deze leveranciers zijn verantwoordelijk voor het afsluiten van energiecontracten met consumenten, het in- en verkopen van energie op de energiemarkt en het leveren van deze energie aan de consument
balanspartijen	Tennet is de BRP (Balancing Responsible Party) . De BRP is verantwoordelijk voor het balanceren van het aanbod en de vraag van elektriciteit binnen een bepaalde schakeling. Neemt maatregelen om eventuele onevenwichtigheden te corrigeren en zorgt voor stabiliteit in het elektriciteitsnet. TenneT koopt balancering in via platformen als EPEX, TenneT balancing, GOPACS. Daarin zijn BSP's en CSP's belangrijke balanspartijen. BSP (Balancing Service Provider) De BSP biedt diensten aan voor het stabiliseren van het netwerk en het balanceren van vraag en aanbod, bijvoorbeeld bij fluctuaties in energieproductie van hernieuwbare bronnen. CSP (Capacity Service Provider) De CSP biedt capaciteit aan het elektriciteitsnetwerk, vaak in de vorm van energieopslag of vraagrespons.
energieplatformen	de netbeheerders, EDSN en Het Normo bieden gestandaardiseerde datasets aan voor deelgebieden van het energiesysteem. Het Normo is de wettelijk aangewezen gegevensuitwisselingsentiteit (GUE) voor het Nederlandse energiesysteem. Het Normo faciliteert het delen van energiedata door het inrichten van duidelijke kaders en centrale coördinatie

5.2 Verschillen in gebiedsgrenzen

Het zeggenschap en de werkgebieden van de partijen in het energielandschap zijn zeer verschillend. Zo zijn er provincie- en gemeentegrenzen, het werkgebied van een netbeheerder voor elektriciteit en voor gas, het leveringsgebied van specifieke middenspanningstations, postcodegebieden, de grenzen van één locatie (WOZ-object), en één netaansluiting. Deze grenzen lopen vaak dwars door elkaar heen. Met het oog op het energiesysteem kan het nuttig zijn om deze samenwerking af te bakenen langs bestaande grenzen.

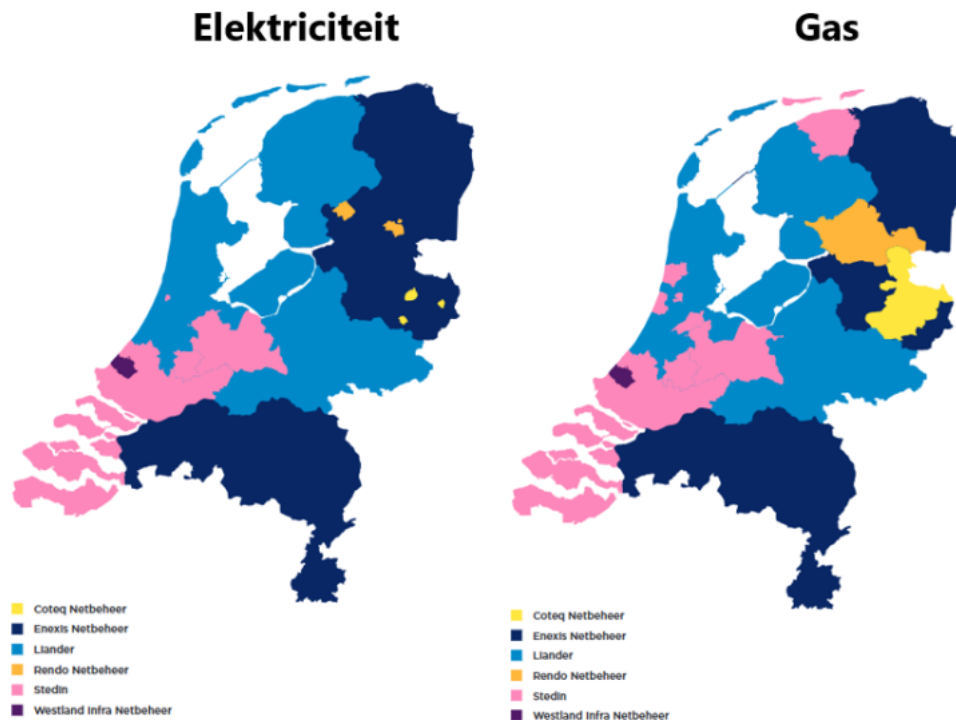
Afbeelding 4.5 geeft de verdeling van netbeheerders weer over Nederland, zowel voor het gasnet als het elektriciteitsnet. De grenzen van de verschillende werkgebieden op deze kaarten overlappen lang niet altijd met bestuur schaalniveaus van Nederland zoals provincies of gemeenten.

Op een lager detailniveau geeft ook de 'Capaciteitskaart elektriciteitsnet'¹⁴ een goed beeld van mogelijke afbakening op middenspanningsnet of beschikbare capaciteit in een zogenaamd 'voedingsgebied'. Deze interactieve kaart geeft per voedingsgebied de beschikbare capaciteit weer voor gebruik en teruglevering van elektriciteit. Deze voedingsgebieden kennen weer andere grenzen dan gemeenten, provincies en netbeheer-regio's, omdat deze gebieden zijn ingedeeld naar voedingsgebied van een tussenstation.

¹ <https://energiehubs.nl/begrippen/meetbedrijf>.

Door gemeentegrenzen en gebieden van netbeheerders strategisch te kiezen, neemt de beheersbaarheid toe; Er zijn minder belanghebbenden en beslisbevoegden aangehaakt, waardoor complexe vraagstukken minder lang op tafel blijven liggen. Daarmee wordt het toepassen van de datastrategie gericht, doelmatiger en simpeler.

Afbeelding 5.1 Verdeling van netbeheerders per regio voor het elektriciteitsnet en het gasnet^{15,16}



5.3 Gebruik maken van bestaande landelijke platformen

Er zijn duidelijk veel verschillende partijen in het energielandschap die behoefte hebben aan data en inzichten. Bovendien neemt de databehoeft van alle belanghebbende partijen toe. Zowel lokale overheden, bedrijven als consumenten hebben behoefte aan meer inzicht in energieverbruik, -opwekking, en -capaciteit.

Er zijn verschillende landelijke initiatieven die tegelijkertijd, vaak ook parallel werken aan het beschikbaar stellen van data over energie. Deze bespreken we hieronder. Naast de platformen voor energiedata zijn er meer generieke databronnen beschikbaar die een aanvulling kunnen bieden aan de Digitale schaduw. Denk hierbij aan data over de fysieke leefomgeving: infrastructuur en samenstelling van woningen in een bepaald gebied. Deze worden besproken na het overzicht van dataplatformen voor energiedata.

5.4 Netbeheer Nederland

Netbeheer Nederland is de vereniging van elektriciteits- en gasnetbeheerders van Nederland. Een van de thema's van deze vereniging is 'Digitalisering en Data'. Daarin neemt Netbeheer Nederland een coördinerende rol door het afstemmen van een gezamenlijke taal voor begrippen in energie en data, voor het vastleggen van gestandaardiseerde datamodellen en voor het naar buiten brengen van nieuwe dataproducten waarmee het energiesysteem geanalyseerd en geoptimaliseerd kan worden. Netbeheer Nederland focust zich op het in kaart brengen en specificeren van databehoeften en het vertalen van deze behoeften naar concrete vereisten voor dataproducten.

Netbeheer Nederland biedt vier middelen aan voor het gezamenlijk delen van energiedata die openbaar beschikbaar zijn:

Begrippenkader van Netbeheer Nederland

In het begrippenkader¹⁰ staan alle begrippen (situaties, partijen) gedefinieerd die relevant zijn in het domein van de landelijke en regionale netbeheerders. Zo beschrijft het begrippen rond distributie van gas en elektriciteit, zoals 'congestiegebied', maar ook begrippen over de economische activiteiten in dit domein, zoals 'klant'. Vanuit deze gedeelde begrippen kunnen de netbeheerders eenduidig communiceren. Bovendien biedt Netbeheer Nederland deze begrippen ook aan in een machine-leesbaar formaat, waardoor het uitwisselen van deze begrippen tussen partijen en het afstemmen van data over deze begrippen wordt versimpeld.

Stelsel van energieregisters

De netbeheerders hebben een wettelijke plicht om belangrijke data over het energienet te registreren. Dit doen ze door het inrichten van registers voor verschillende onderdelen van het energienet. Enkele van deze registers zijn bekend bij het bredere publiek, zoals mijnaansluiting.nl¹¹ (voor wijzigingen aan je aansluiting) en energieleveren.nl¹² (voor het registreren van zonnepanelen of thuisbatterijen). Deze sites vormen een invul-kant van een bestaand register. Daarnaast zijn er registers voor specifieke doeleinden, zoals het overzicht van energieaansluitingen in het 'Centraal Aansluitingen Register' (CAR) en het bijhouden van wijzigingen in energietarieven (tarievenregister). Netbeheer Nederland ontwikkelt en beheert de blauwdrukken van deze registers actief, zodat de netbeheerders gezamenlijk de registers bij kunnen werken en gebruik kunnen maken van de beschikbare data. Een schematisch overzicht van de registers wordt openbaar aangeboden op de website van Netbeheer Nederland.¹³

Data Producten Catalogus

Via 'Partners in Energie' biedt Netbeheer Nederland een dataportaal¹ aan. Op dit publiek beschikbare portaal kunnen partijen die op zoek zijn naar data van netbeheerders het huidige aanbod aan openbaar beschikbare dataproducten bekijken. Partners in Energie¹⁴ kan ook benaderd worden voor vragen over bestaande dataproducten.

Routekaart voor dataproducten

Dataprodukten die al in kaart zijn gebracht door Netbeheer Nederland, zijn beschreven in het rapport 'Roadmap Dataproducten'¹⁵ dat in januari 2026 is verschenen. Ze onderscheiden in dit rapport vier categorieën van dataproducten;

- 1 **beter benutten grootverbruik** – data over efficiënter gebruik van het net voor grote gebruikers;
- 2 **beter benutten kleinverbruik** – data over efficiënter gebruik van het net voor kleine gebruikers;
- 3 **meer inzicht** – data over onder andere netcongestie;
- 4 **wettelijke eis** – data die beschikbaar moet komen omdat wetgeving dit eist.

Per dataproduct beschrijven ze de context, de inhoud van het product, en geven ze een prioriteitsvolgorde waarin deze dataproducten beschikbaar zullen komen. Ook gaan ze dieper in op de kanalen waarop deze data beschikbaar komt, zoals de consumenten-app 'buurtnet'¹⁶ en de 'capaciteitskaart elektriciteit'¹⁷ Dit rapport biedt een startpunt voor het ontsluiten van data van netbeheerders. Voor een toepassing als een Digitale schaduw in de context van het programma ORTESE, biedt het rapport handvatten om in gesprek te gaan met de netbeheerders over het afnemen van één of meerdere dataproducten.

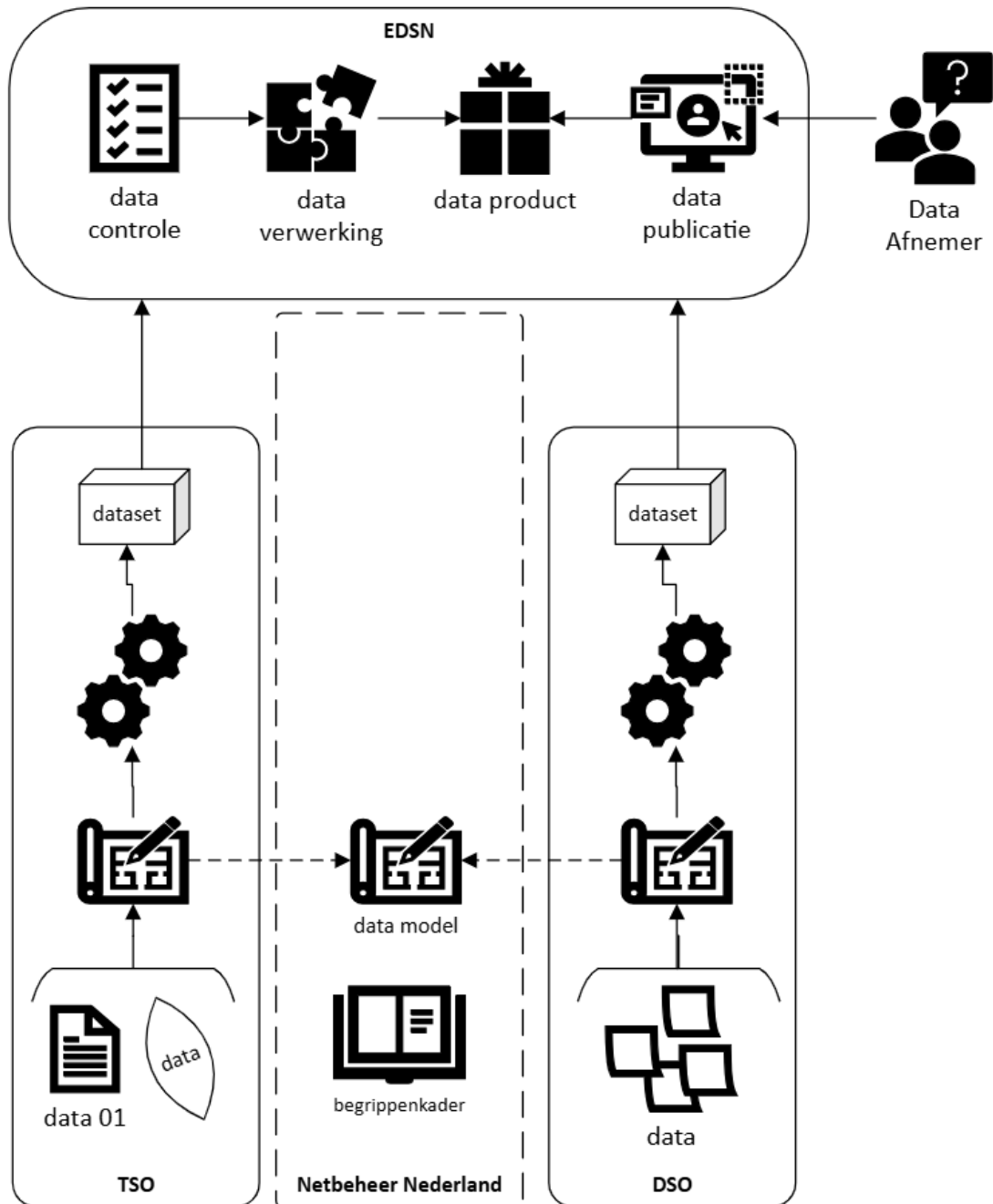
5.5 EDSN: IT-service provider voor Netbeheer Nederland

Om deze dataproducten te ontwikkelen werkt Netbeheer Nederland samen met een vaste IT-service partner: Energie Data Services Nederland (EDSN). EDSN richt zich op het uitwisselen van de energiedata van netbeheerders. Ook de energieregisters van de netbeheerders worden door EDSN ontwikkeld en beheerd. In alle ontwikkeltrajecten volgt EDSN de sturing van Netbeheer Nederland.

¹ <https://data.partnersinenergie.nl/producten>.

De afstemming van dataproducten tussen netbeheerders en EDSN is schematisch weergegeven in de afbeelding hieronder. De individuele netbeheerder stuurt de gevraagde data op naar EDSN. Daarbij richt iedere netbeheerder de data in volgens de vooraf afgestemde datamodellen en begrippen. EDSN controleert de kwaliteit en conformiteit van deze data bij ontvangst. Vervolgens brengt EDSN de data van de verschillende netbeheerders samen in één overkoepelend dataproduct dat data bevat voor heel Nederland.

Afbeelding 5.2 Schematisch overzicht van Dataproduct architectuur Netbeheer Nederland

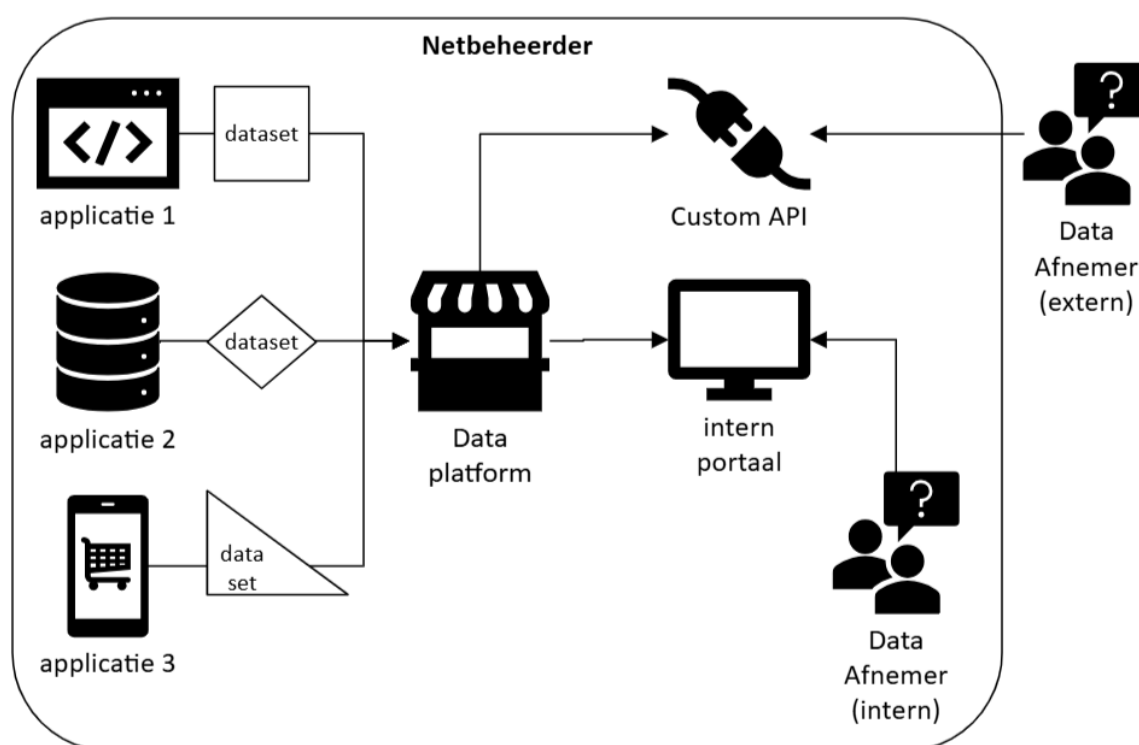


5.6 De Netbeheerders

Naast het platform van Netbeheer Nederland voorzien de landelijke en regionale netbeheerders in de eigen databehoeftes. Aangezien de netbeheerders zelfstandige bedrijven zijn, wordt deze databehoeftes naar eigen inzicht ingericht. De netbeheerders bouwen daarvoor een eigen data platform voor het opslaan, beheren en delen van data doorheen de organisatie. De architectuur van deze platforms is grotendeels gericht op de interne belanghebbenden die inzichten over het bedrijf analyseren en data-gedreven besluiten nemen. Denk hierbij aan data ontwikkelaars, data analisten en managementteams. Hierdoor kunnen de architectuur, de onderliggende digitale infrastructuur, de applicaties en de modellering van datasets per netbeheerder verschillen.

Tegelijkertijd bieden de netbeheerders zelf ook data aan over de eigen verzorgingsgebieden. Deze 'open data' wordt publiek en gratis beschikbaar gesteld via de websites van de netbeheerders.

Afbeelding 5.3 Schematische architectuur van dataplatform per netbeheerder



5.7 Het Normo

De nieuwe Energiewet die per 1 januari 2026 ingevoerd is, legt vast dat er een gegevensuitwisselingsentiteit (GUE) moet zijn voor het Nederlandse energiesysteem. Het Normo is de aangewezen partij om de rol van GUE te vervullen. Het Normo dient volgens deze wet op te treden als neutrale autoriteit voor het beheren van afspraken over het delen van energiedata. Daarnaast voorziet het Normo aan de hand van de Energiewet duidelijke kaders en centrale coördinatie. Daarmee faciliteert het de uitwisseling van energiedata tussen verschillende partijen. Meer hierover lees je in de toelichting van Het Normo op het afsprakenstelsel.¹

Naast het afsprakenstelsel, biedt Het Normo twee middelen aan om het delen van energiedata te faciliteren: een ontwikkelaarsportaal en een kennisplatform.

¹ [20251203-Toelichting-Het Normo Afsprakenstelsel.pdf](#).

Het EDX-ontwikkelaarsportaal

Het 'energy data exchange' (EDX) portaal¹⁸ van het Normo beschrijft de technische documentatie voor ontwikkelaars die data naar het gelijknamige EDX-platform van Het Normo willen sturen. Het portaal beschrijft hoe serviceproviders toegang kunnen krijgen tot het platform door middel van een identificatie- en authenticatieproces. Daarnaast beschrijft het portaal een aantal dataproducten die beschikbaar zijn voor data afnemers. Deze dataproducten omhelzen op het moment van schrijven (maart 2026) met name historische data over grootverbruik aansluitingen voor gas en elektriciteit.

De Energiedatawijzer

Naast het ontwikkelaarsportaal biedt het Normo in samenwerking met het Marktfaciliteringsforum (MFF) een kennisplatform voor informatie over de energiesector. Dit kennisplatform, de 'Energiedatawijzer', is gericht op professionals in de energiesector. Het platform levert twee diensten. Allereerst bevat het een overzicht van relevantie documentatie, (sector)afspraken en wetgeving met betrekking tot de energiesector (energiedatawijzer.nl/documenten/). Daarnaast bevat de Energiedatawijzer een uitgebreide begrippenlijst (energiedatawijzer.nl/begrippenlijst/).

5.8 Beschikbaarheid van dataproducten

Netbeheer Nederland, Het Normo en de afzonderlijke netbeheerders bieden uiteenlopende oplossingen voor het leveren en afnemen van data, en het structureren van begrippen. Daarmee hebben deze partijen allemaal een deel van de dataproducten in beheer. Bovendien werken ze aan het ontsluiten van nieuwe producten. Het is belangrijk om vast te stellen dat veel van de initiatieven op dataproducten eind 2025 en begin 2026 van de grond zijn gekomen. Daardoor zijn veel dataproducten nog niet beschikbaar op het moment van schrijven van deze datastrategie (Voorjaar 2026). Wel is het duidelijk dat er door de verschillende aanbieders gewerkt wordt om deze dataproducten zo snel mogelijk en met de juiste prioriteit op te leveren.

Energiedata loketten

Wanneer de benodigde energiedata nog niet beschikbaar is, is het belangrijk om te weten waar je terecht kan met vragen en dataverzoeken. Hiervoor zijn door verschillende partijen in de energiesector datalokketten ingericht.

Netbeheer Nederland – Partners in Energie

Partners in Energie is het dataloket van de gezamenlijke netbeheerders. Je kan open data opvragen, waarna je wordt doorverwezen naar de netbeheerders en je kan een dataverzoek indienen.¹ Daarnaast vind je op de site van Partners in Energie meer informatie over het aanvraagproces bij de individuele netbeheerders.

Netbeheerders

De netbeheerders bieden open data aan op hun eigen websites. De tabel geeft een overzicht van de netbeheerders en de loketten per netbeheerder.

Tabel 5.2 Overzicht van de dataloketten per netbeheerder

Netbeheerder	Link naar data loket
Coteq	Open data - Coteq Netbeheer
Enexis	Open Data Enexis Netbeheer
Liander	Open data Liander
Rendo	Open data - N.V. RENDO aanvaardt geen aansprakelijkheid

¹ [Dataverzoeken en open data | Partners in Energie](#).

Netbeheerder	Link naar data loket
Stedin	Open data Stedin
Westland	Open data :: Westland Infra
GasUnie	Dataverzoek > Gasunie
TenneT	Current network data

Energie.data

Energie.data is een initiatief van het MFF, TopSector Energie, Vivet, het Ministerie voor Klimaat en Groene Groei en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Partijen kunnen contact opnemen met Energie.data voor meer informatie over beschikbare energiedata of om een dataverzoek in te dienen. Je vindt het loket hier: [Mijn Databehoeftte – energie.data](#).

5.9 Aanvullende dataplatformen

Aansluitend op de primaire databronnen uit de energiesector, zijn er verschillende bronnen om aanvullende data te ontsluiten voor de Digitale schaduw. Deze data lopen uiteen van adresgegevens tot details over specifieke energiebehoefte van utiliteitsgebouwen. We lichten er hieronder een aantal uit.

Kadaster - adresgegevens

Het kadaster biedt de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Deze bron geeft een overzicht van de officiële data van alle adressen en gebouwen in Nederland. Denk hierbij aan bouwjaar, oppervlakte, gebruiksdoel en locatie.¹ Hiermee kan inzicht verkregen worden in het type gebouwen dat in een regio aanwezig is.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) - grip op energiedata

De RVO biedt een datadienst aan met data over de energiebehoefte van utiliteitsgebouwen, het 'Datastelsel Verduurzaming Utiliteit (DVU).² Deze data zijn gericht op de verduurzamingsopgave van de gebouwen. Met deze dataset worden data verzameld over onder andere de isolatiewaarde en de energiebehoefte van een gebouw.

Het overzicht van de belanghebbenden, gebiedsgrenzen en de lijst met databronnen is nadrukkelijk niet limitatief. Voor een uitgebreid overzicht van databronnen en –initiatieven in de fysieke leefomgeving, verwijzen we naar het rapport 'Inventarisatie Data Ecosystemen ten behoeve van VRO' van Geonovum uit 2025³. Dit rapport licht 15 verschillende data-initiatieven toe die data delen over energie, infrastructuur en waterstaat. Met de lijsten in dit hoofdstuk worden er wel voldoende handvatten geboden om een selectie te maken van de data die nodig is voor toepassing in een Digitale schaduw of vergelijkbaar model. In het volgende hoofdstuk passen we deze informatie dan ook toe op de energiesituatie in de regio Emmen, aan de hand van het ORTESE-programma.

¹ [BAG Viewer](#).

² [Datastelsel Verduurzaming Utiliteit](#).

³ [Inventarisatie Data Ecosystemen t.b.v. VRO](#).

6

IMPLEMENTATIE VOOR ORTESE

In dit hoofdstuk implementeren we de datastrategie die in de voorgaande hoofdstukken uiteen is gezet voor ORTESE. We maken een hoog-over ontwerp van de samenwerking op het vlak van governance (juridische en organisatorische verantwoordelijkheid), datavragen en techniek. Dit ontwerp dient als input voor het implementatieproject van ORTESE: PRIME. We onderbouwen hierbij de keuzes die we hebben gemaakt. Het ontwerp en de onderbouwing samen dienen als voorbeeld voor de lezer hoe de datastrategie in de praktijk kan worden toegepast.

Voor het uiteenzetten van de gekozen implementatie passen we een andere volgorde toe dan die we in de datastrategie aanhouden. We houden de volgorde aan zoals we die ook in ORTESE hebben doorlopen.

Onze aanpak voor dit hoofdstuk is als volgt:

- we starten met het benoemen van de uitgangspunten van ORTESE:
 - de aanleiding en het bedrijfsmodel van ORTESE;
 - de onderzoeksvragen die ORTESE moet beantwoorden;
 - de datavragen die voortkomen uit de onderzoeksvragen en die als uitgangspunt dienen voor de architectuur van de samenwerking binnen ORTESE;
- daarna beschrijven we het governancemodel van ORTESE:
 - de rollen van de verschillende deelnemers;
 - hoe verantwoordelijkheden verdeeld zijn. Hierbij kijken we naar juridische, organisatorische, semantische en technische verantwoordelijkheden;
 - welke soorten overeenkomsten er nodig zijn;
- we sluiten af met het technisch architectuurontwerp, waarbij we met name kijken naar hoe technische verantwoordelijkheden worden ingevuld.

Merk op dat we de implementatie van semantische afspraken niet in dit hoofdstuk beschrijven; deze zijn al beschreven in hoofdstuk 3.

6.1 Uitgangspunten

In deze paragraaf beschrijven we de uitgangspunten van ORTESE.

6.1.1 Aanleiding en bedrijfsmodel

In deze paragraaf beschrijven de aanleiding van ORTESE; het waarom, wie en wat:

- waarom: de aanleiding van ORTESE;
- wie: de partners waar ORTESE uit bestaat;
- wat: de Use Cases waar ORTESE aan wil werken.

De antwoorden op deze vragen zijn al in paragraaf 1.1 uiteengezet en worden hier slechts kort herhaald. Ze vormen samen een eerste aanzet voor het bedrijfsmodel.

Aanleiding

In de regio Emmen stagneert de energietransitie door aanhoudende netcongestie. De gemeente Emmen wil een toekomstbestendig energiesysteem ontwikkelen en realiseren. Hiervoor heeft ze het programma ORTESE opgezet. Vanwege de complexiteit van het energiesysteem is onduidelijk wat de beste keuzes zijn wat betreft het ontwerp van het energiesysteem. Daarom wordt er binnen ORTESE een Digitale Schaduw ontwikkeld.

Partners

ORTESE is een publiek-private samenwerking met deelname van o.a. gemeente Emmen, provincie Drenthe, Enexis, TNO, Hanzehogeschool Groningen, Rijksuniversiteit Groningen, NHL Stenden, Gradyent, NEDbalans, Ondernemend Emmen, Spes Nostra en GETEC. Het project PRIME is een afgebakend onderzoeksproject binnen het ORTESE-programma.

Use Cases

Binnen ORTESE is in een vorige fase een doelarchitectuur opgesteld met daarin een aantal initiële Use Cases om op te pakken:

- A Ontlasten van het elektriciteitsnet door inzet van bestaande flexibiliteit bij bedrijven en glastuinbouw;
- B Ontwerp- en scenariostudies voor een greenfield water-warmtenet in de gebouwde omgeving;
- C Stoom-warmtenet gekoppeld aan elektriciteitsproductie (GETEC) voor lokale warmtevoorziening;
- D Elektrolyse in een tuinbouwgebied (bijv. Erica) en interacties met warmte- en elektriciteitsvraag.

Achter elke Use Case hangen onderzoeksrichtingen. In onze implementatie werken we een deel van de onderzoeksrichtingen die bij Use Case A horen uit tot concrete onderzoeksvragen met bijbehorende datavragen. Dit doen we in de volgende paragraaf. De overige onderzoeksrichtingen voor Use Case A en voor de andere Use Cases worden verder in het PRIME-project uitgewerkt.

6.1.2 De onderzoeksvragen

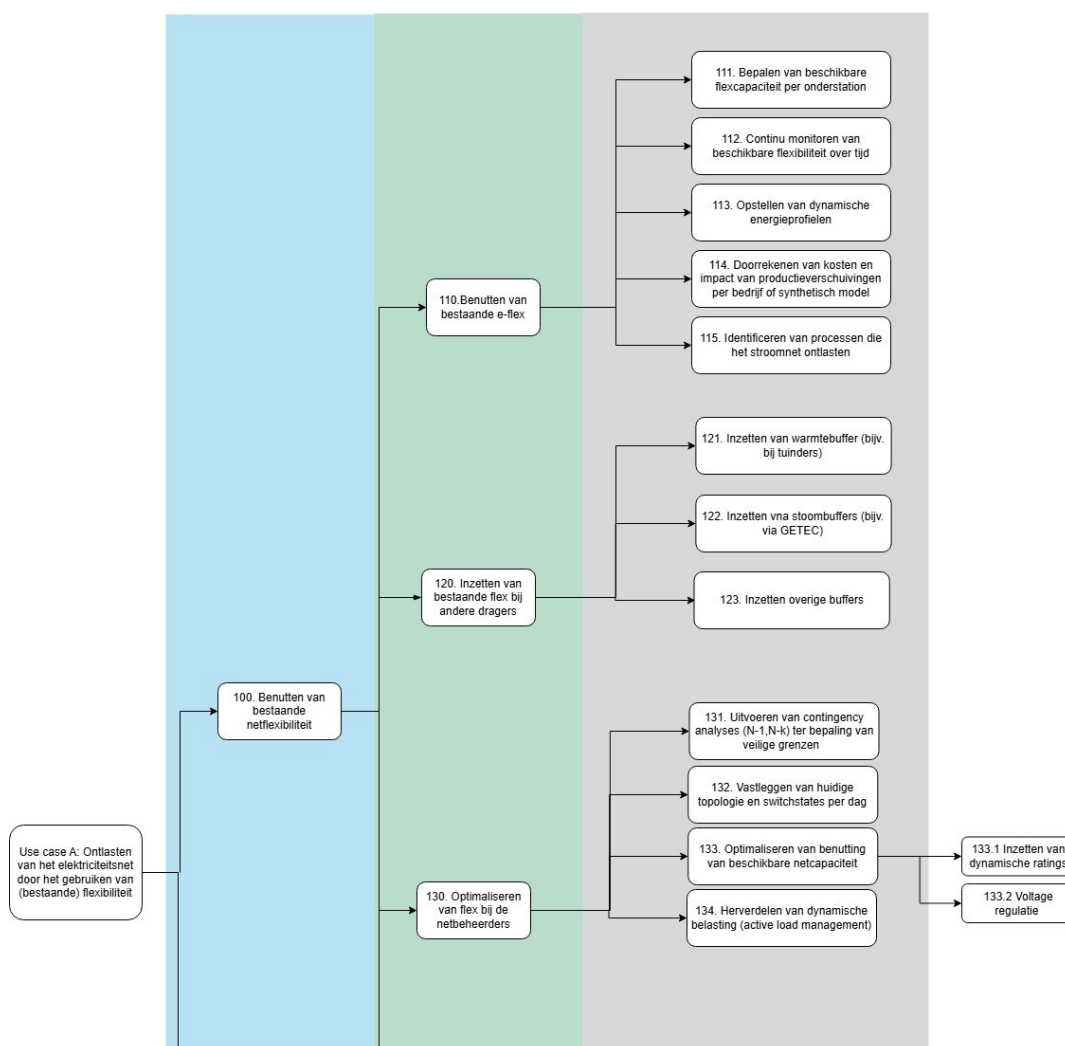
In deze paragraaf stellen we de onderzoeksvragen op die horen bij Use Case A. Dit zijn concrete onderzoeksvragen die de Digitale schaduw moet beantwoorden. Hiervoor gebruiken we de methode die is beschreven in paragraaf 3.4, waarbij we met behulp van een hypotheseboom Use Cases op een gestructureerde en systematische manier opdelen in onderzoeksvragen die steeds concreter worden. Dit doen we totdat de onderzoeksvragen concreet genoeg zijn om te kunnen implementeren in een Digitale schaduw. We doen dit hier voor een deel van de onderzoeksvragen van Use Case A.

Het toepassen van deze methode resulteert in een boomstructuur zoals weergegeven in afbeelding 6.1 (de volledige boom is te vinden in bijlage IV). In deze sectie presenteren we een klein deel van de boom, dat vervolgens verder wordt ontleed om de toepassing van de methode extra te illustreren.

Door in te zoomen op boomelement 120, *‘inzetten van bestaande flexibiliteit bij andere energiedragers’* (zie afbeelding 6.2), kan dit element verder worden uitgewerkt in sub-boomelementen die voldoende specifiek zijn voor impactanalyse en prioritering. Deze uitwerking volgt het MECE-principe (Mutually Exclusive, Collectively Exhaustive), waardoor de boomelementen voldoen aan de volgende criteria:

- geen elementen die hetzelfde beschrijven;
- er is een volledige dekking van alle relevante onderzoeksrichtingen;
- het heeft een heldere hiërarchie, van brede thema's tot gedetailleerde onderzoeksrichtingen;
- elk element is scherp geformuleerd.

Afbeelding 6.1 Een deel van de hypothese boom van Use Case A van het ORTESE-traject. De volledige boom is weergegeven in Appendix IV



Afbeelding 6.2 Boomstructuur die de verdere uitwerking geeft van een element uit de hypotheseboom van Use Case A



Nadat de hypotheseboom is opgebouwd en de boomelementen zijn uitgewerkt volgens het MECE-principe, kunnen op basis hiervan specifieke onderzoeksvragen worden geformuleerd. Door in te zoomen op een concreet boomelement, bijvoorbeeld 121.1.1: *het inzetten van een warmtebuffer bij de glastuinbouw om lokale netcongestie te verminderen*, wordt duidelijk hoe het brede vraagstuk wordt vertaald naar een duidelijk en afgebakende onderzoeksvraag (volgens de methode beschreven in paragraaf 3.5):

'In welke mate kan de warmtebuffer bij glastuinbouwbedrijven in Emmen, via flexibel laden en ontladen op uur basis, de belasting van lokale transformatorstations tijdens congestiemomenten reduceren, gegeven de warmtebehoefte, bufferlimieten en teeltvoorwaarden?'

De volgende stap is om concrete datavragen op te stellen voor de Digitale Schaduw. Dit doen we in de volgende paragraaf.

6.1.3 De datavragen

In deze paragraaf stellen we de datavragen op: de data die de Digitale Schaduw nodig heeft om zijn beoogde doelstelling te behalen. Deze datavragen zien we als technische eisen voor de data-architectuur ORTESE: de data-architectuur die we opstellen voor ORTESE moet deze data beschikbaar stellen voor de Digitale Schaduw. In de volgende paragrafen beschrijven we een ontwerp dat tegemoetkomt aan deze eisen.

We stellen op twee manieren datavragen op:

- 1 we stellen minimale datavragen op: dit zijn datavragen die altijd gelden als het energiesysteem wordt gemodelleerd;
- 2 we leiden datavragen af uit de onderzoeksvragen die in de vorige paragraaf zijn opgesteld.

Voor de datavragen die we afleiden uit de onderzoeksvragen hanteren we het principe van dataminimalisme: we vragen uitsluitend data uit die we daadwerkelijk nodig hebben én gaan gebruiken. Dit principe kent geen vaste of universele richtlijn; per project, hypothese en datavraag kan verschillen welk detailniveau nodig is en dus hoeveel data minimaal vereist is. Juist daarom is het belangrijk om het principe van dataminimalisme steeds expliciet en kritisch te toetsen.

Twee voorbeelden ter illustratie:

- voor infrastructuur is data tot op onderstation niveau in principe noodzakelijk. Een lager detailniveau (bijvoorbeeld aansluiting niveau) is alleen noodzakelijk wanneer de onderzoeksvraag dit expliciet vereist en dit detail ook daadwerkelijk bijdraagt aan de beantwoording ervan;
- tijdsprofielen (e.g. verbruik) zijn over het algemeen voldoende op geaggregeerd onderstation niveau, tenzij de onderzoeksvraag specifiek is. In dat geval moet expliciet worden afgewogen of het verbruiksprofiel van een individueel MKB-bedrijf voldoende gedetailleerd is, en of het meenemen van huishoudelijk verbruik een grote invloed heeft op het beantwoorden van de vraag. Alleen wanneer dit het geval is, is verdere detaillering gerechtvaardigd.

Het formuleren van een datavraag is dus niet zomaar het formuleren van lijstjes met data, maar het is een afweging en voor elke datavraag en onderzoeksvraag moet er kritisch worden afgewogen welk detail niveau noodzakelijk is om de onderzoek goed te beantwoorden, zonder onnodige dataverzameling.

De minimale datavragen

In deze paragraaf stellen we de minimale datavragen op voor Use Case A. Dit is een lijst van datasets die altijd nodig zijn bij het modelleren van een energiesysteem, in dit geval het elektriciteitsnetwerk.

Tabel 6.1 geeft een overzicht van de minimale dataset, waarbij per categorie wordt aangegeven welke specifieke data nodig is, waarom deze data relevant is voor de Digitale Schaduw en of het gaat om statische of dynamische gegevens. Tabel 6.1 bevat bijvoorbeeld GIS-data voor de geografische locatie van assets en leidingen, tijdreeksen van sensorwaarden voor spanningen en stromen, karakteristieken van kabels en transformatoren, historische schakel- en tapstanden, informatie over storingen en operationele systeemlimieten. Deze informatie vormt samen de basis voor het modelleren, kalibreren en valideren van de Digitale Schaduw, en zorgt ervoor dat alle fundamentele berekeningen, zoals load flow analyses en spanningsschattingen, binnen de juiste technische en operationele grenzen plaatsvinden.

Tabel 6.1 De minimale dataset voor het elektriciteit netwerk

Categorie	Welke data is er nodig?	Waarom hebben we deze data nodig?	Statisch/Dynamisch
Ruimtelijke/geografische data	Historische export uit GIS van alle assets en infrastructuur in Emmen	Correct weergeven van de geografische locatie van assets en infrastructuur van het net. Valideren van leidinggegevens, zoals lengtes. Afleiden/valideren van asset-infrastructuur	Statisch
Topologie data	Model dat de connectie tussen de verschillende assets beschrijft	Connectie model is belangrijk voor de power flow calculaties	Statisch
Sensorwaarden (energieaanbod & -vraag)	Tijdreeksexport van sensorwaarden: spanningen, stroom (actief & reactief), etc.	Wordt gebruikt voor fundamentele loadflow berekeningen en het kalibreren van schattingen van de Digitale Schaduw	Dynamisch
Asset-karakteristieken	Impedantie van kabels/transformatoren; lengtes van leidingen; kabeltypes; transformatortypes; etc	Wordt gebruikt voor fundamentele loadflow berekeningen	Statisch
Switch states	Historische export (indien gemeten) of beschrijving van seizoensgebonden switch states	Wordt gebruikt voor fundamentele loadflow berekeningen	Dynamisch
Transformator tap standen	Historische export (indien gemeten) of beschrijving van gebruikte tapposities of tapschema's	Wordt gebruikt voor spanningschatting en/of Use Cases voor spanningsregeling	Dynamisch
Storingen	Log van historische storingen (gepland of ongepland)	Wordt gebruikt voor fundamentele loadflow berekeningen	Dynamisch
Operationele systeemlimieten	Spanningslimieten; thermische limieten (stroomratings van apparatuur); etc	Wanneer de DS er is: Van cruciaal belang voor Use Cases (optimalisatie moet altijd binnen grenzen blijven). Wanneer de DS wordt gemaakt: Waardevol voor het valideren van andere data & Digitale Schaduws chattingen (bijvoorbeeld wanneer geschatte stroom hoger is dan de apparatuur rating)	Statisch

De onderzoeksvraag-specifieke datavragen

In deze paragraaf stellen we de datavragen op die voortkomen uit de onderzoeksvragen van Use Case A (in bijlage V wordt een uitgebreide aanzet van een ORTESE specifieke dataset gegeven). In het specifiek gaan we nu in op de in de vorige paragraaf opgestelde vraag:

‘In welke mate kan de warmtebuffer bij glastuinbouwbedrijven in Emmen, via flexibel laden en ontladen op uur basis, de belasting van lokale transformatorstations tijdens congestiemomenten reduceren, gegeven de warmtebehoefte, bufferlimieten en teeltvoorwaarden?’

De formulering van de onderzoeksvraag maakt het mogelijk om een concrete set van benodigde datapunten te identificeren. Deze datapunten kunnen systematisch worden benaderd met het driedelige principe van assets, actoren en sturingssignalen, zoals weergegeven in tabel 6.2 en nader toegelicht in paragraaf 3.6.

Tabel 6.2 De sturingssignalen, assets en actoren relevant voor de onderzoeksvraag

Assets	Sturingssignalen	Actoren
Warmtebuffer	Congestie	Glastuinbouwbedrijf
WKK	Elektriciteitsprijzen (DA/ID)	Netbeheerder
Kas warmtenetwerk	Weerdata	Aggregator/energieleveranciers
Transformatorstations	Tariefprikkel/flex-contracten	
E-boiler	Beleidsprikkel/tarieven	

Op basis van tabel 6.2 kunnen de relevante datapunten voor alle assets, sturingssignalen en actoren worden uitgewerkt. Om de methode te illustreren, wordt hieronder echter een concreet voorbeeld gegeven voor één asset (warmtebuffer), één actor (glastuinbouwbedrijf) en één sturingssignaal (netcongestie). De andere assets, sturingssignalen en actoren zullen voor dit voorbeeld niet worden meegenomen. Hierbij wordt rekening gehouden met dataminimalisme, zodat alleen de noodzakelijke data worden verzameld.

1. Asset: Warmtebuffer

- Locatie in het netwerk;
- State of Charge (SoC);
- Maximale opslagcapaciteit (MWh);
- Minimale opslag (technisch/teelt ondergrens) (MWh);
- Efficiëntie (COP of kWh thermisch/kWh elektrisch);
- Maximale elektrische vermogen (MW);
- Ramp up/Ramp down;
- Laad- en ontlad tijd;
- Modulariteit (is het aan/uit of regelbaar).

2. Sturingssignaal: Congestie¹

- Regionale netbeheerder (DSO):
 - . Voedingsgebied_id
 - . Aanwezige transportcapaciteit invoeding/afname (MW)
 - . Benodigde transportcapaciteit invoeding/afname (MW)
 - . Wachtrij in vermogen invoeding/afname (MW)
- TenneT (TSO):

¹ [Capaciteitskaart elektriciteitsnet | Algemene Info](#)

- . Tennet_id
- . Aanwezige transportcapaciteit invoeding/afname (MW)
- . Benodigde transportcapaciteit invoeding/afname (MW)
- . Wachtrij in vermogen invoeding/afname (MW)
- . GOPACS/CSP (wanneer aangesloten bij)¹²
- . Start/eind tijd van
- . Max. resterend vermogen
- . Verplichting type (vrijwillig/verplicht)
- . Gebied verkoop/koop
- . Begin/eind tijdstip van biedingen
- . Flex richting (opwaarts/neerwaarts)

3. Actor: Glastuinbouwbedrijf:

- Warmtevraag van het glastuinbouwbedrijf die via de warmtebuffer wordt bediend (MWh_th);
- De minimale warmtelevering per uur (MWh_th);
- Bandbreedte warmtevraag (min/max) voor teelt (MWh_th);
- Huidige regelstrategie buffer.

Om de benodigde data voor het model systematisch te documenteren, worden de geïdentificeerde datapunten uitgewerkt tot gestandaardiseerde data-elementen volgens de methode beschreven in paragraaf 3.7. Ter illustratie is in tabel 3.3 het datapunt 'Warmtevraag van het glastuinbouwbedrijf die via de warmtebuffer wordt bediend (MWh_th per uur)' volledig uitgewerkt tot data-element, inclusief basisidentificatie, eigenaarschap, aggregatie, tijdscomponenten, oorsprong en kwaliteitsaspecten. Door deze werkwijze consequent toe te passen op alle relevante datapunten ontstaat een consistente, projectgeschikte datastructuur, waarbij de verzameling van alle data-elementen samen de complete datavraag voor de analyse vormt.

Tabel 6.3 Data element: Warmtevraag van het glastuinbouwbedrijf die via de warmtebuffer wordt bediend (MWh_th per uur)

Categorie	Onderdelen	Invulling voor data-element
1. Basisidentificatie	Datadomein – Hoofdcategorie	Verbruik/assets/flexibiliteit
	Data-element	Warmtevraag van het glastuinbouwbedrijf die (deels) via de warmtebuffer wordt bediend (MWh_th)
	Beschrijving/rol in Use Case	Bepaalt hoeveel warmte het bedrijf per uur nodig heeft en welk deel daarvan via de warmtebuffer kan worden geleverd om elektrische flexibiliteit in te zetten voor congestiereductie
	Tijdstip van verkrijgen	Historische data
2. Data-eigenaarschap & herkomst	Primaire data-eigenaar/stakeholder	Glastuinbouwbedrijf/kasbeheerder
	Primaire databron	Intern kas-/buffermanagementsysteem (SCADA of warmtebeheerplatform)
	Alternatieve/fallback databronnen	Gemiddelde normprofielen van vergelijkbare glastuinbouwbedrijven of modelmatige simulatie (weerdata + kasparameters)
3. Aggregatie & haalbaarheid	Essentieel aggregatieniveau	Per bedrijf (aggregatie van alle kassen)
	Realistisch aggregatieniveau	Per bedrijf (aggregatie van alle kassen)

¹ [GOPACS – Platform voor congestiemanagement.](#)

² [Marktberichten | GOPACS.](#)

Categorie	Onderdelen	Invulling voor data-element
	Beperkingen/opmerkingen m.b.t. detailniveau	Privacy en bedrijfsgevoeligheid; historische detaildata kan beperkt beschikbaar zijn, vooral bij commerciële exploitanten
4. Tijdscomponenten	Statisch of dynamisch	Dynamisch – uurlijkse tijdreeks
	Indien dynamisch: updatefrequentie	Elke uur
	Tijdshorizon	Heden en verleden
	Benodigde historische periode	Minimaal 1 jaar om seizoen variatie te vangen
5. Oorsprong van de data	Gemeten of synthetisch	Voorkeur: gemeten; fallback: synthetisch/normprofiel
	Wijze van genereren (indien synthetisch)	Normprofiel op basis van weerdata (buitentemperatuur, instraling) en kasparameters; kan geëxtrapoleerd worden naar uurlijkse warmtevraag
6. Governance & kwaliteit (optioneel)	Datakwaliteit/betrouwbaarheidsniveau	Hoog als gemeten; middelmatig bij synthetisch profiel
	Benodigde aannames	Bij synthetisch profiel: gemiddelde kasgrootte, gewas-type, buffer-efficiëntie en weerscenario's

6.2 Governance

In het vorige hoofdstuk zijn de uitgangspunten voor de samenwerking binnen ORTESE vastgesteld:

- het doel van de samenwerking;
- de deelnemers;
- de Use Cases die de Digitale Schaduw moet kunnen vervullen en de afgeleide onderzoeksvragen;
- de datasets die moeten worden ingewonnen om de Digitale Schaduw te laten functioneren.

In deze paragraaf beschrijven we het governancemodel van ORTESE. We beschrijven de rollen van de verschillende deelnemers, hoe verantwoordelijkheden verdeeld zijn, en welke overeenkomsten er nodig zijn. We beschrijven ook hoe technische verantwoordelijkheden verdeeld zijn maar geven hier nog geen invulling aan; die volgt in de volgende paragraaf. We beginnen met het typeren van het schaalniveau waarop ORTESE opereert.

6.2.1 Schaalniveau ORTESE

In deze paragraaf typeren we het schaalniveau waarop ORTESE opereert. Het schaalniveau bepaalt de vereiste duurzaamheid bij het inrichten van de samenwerking: de *governance*-rollen die we nodig achten, hoe we verantwoordelijkheden beleggen en (in de volgende paragraaf) hoe technische verantwoordelijkheden worden ingevuld.

In paragraaf 2.6 laten we zien hoe je een datadeelinitiatief typeert en op welke schaal dit kan plaatsvinden. tabel 6.4 toont het resultaat van deze typering voor ORTESE. Aan de hand van deze typering schalen we ORTESE in als Data Space/afsprakenstelsel, met als voornaamste argumenten:

- de duur van de samenwerking (> 10 jaar);
- de landelijke herhaalbaarheid van de opzet;
- de brede, functionele scope die maakt dat het loont om algemene afspraken te maken die voor verschillende Use Cases kunnen worden ingezet.

Een belangrijk kenmerk van ORTESE is de verscheidenheid in deelnemers, de verwachte onderlinge verschillen in digitale volwassenheid, het verschil in commerciële belang voor individuele deelnemers, en de beperkte financiële ruimte voor deelnemers om zelf te investeren in ORTESE¹. Dit is een belangrijk aandachtspunt bij het inrichten van de samenwerking. De verscheidenheid is niet per se een argument voor of tegen een afsprakenstelsel; dit verschilt per initiatief. Vanwege de landelijke herhaalbaarheid die onze oplossing echter heeft, zien we hier een kans om een standaard governance-model op zetten dat landelijk kan worden toegepast.

Tabel 6.4 De eigenschappen van ORTESE als datadeelinitiatief

Eigenschap	Typering	Toelichting
Schaalbaarheid	Regionaal	ORTESE is gericht op energieproducenten, energieconsumenten en energienetbeheerders in Emmen en omgeving.
Herhaalbaarheid	Landelijk	De oplossing die voor ORTESE wordt neergezet, qua organisatie als techniek, moet herhaalbaar zijn voor regio's in het hele land.
Deelnemers	- Enkele tientallen - Grote verscheidenheid in soort deelnemers - Relatief statische set	Naast de consortiumpartners zijn alle groot- en kleinverbruikers in de regio potentiële deelnemers van de samenwerking. In de praktijk verwachten we maximaal enkele tientallen deelnemers die sterk zullen verschillen qua rol in het energiesysteem, organisatorisch grootte (van Enexis tot MKB-bedrijven), het belang dat ze hebben, en hun digitale volwassenheid. Vanwege de beperkte geografische scope en het belang van de samenwerking zal de set van deelnemers relatief statisch zijn.
Gedeeld belang	Direct	Er ligt een gezamenlijk belang om de lokale samenleving en economie te stimuleren door netcongestie en andere energie-obstakels weg te nemen met nieuwe inzichten in het energiesysteem.
Individuele belangen	- Direct voor overheden en netbeheerders - Indirect voor overige deelnemers	De gemeente Emmen, de provincie Drenthe en de netbeheerders hebben vanuit hun maatschappelijke rol een direct belang bij het realiseren van een toekomstbestendig energiesysteem. De overige deelnemers hebben hier weliswaar ook een belang bij maar zullen dit minder snel voelen. Vanwege de lange doorlooptijd bij het realiseren van dit toekomstbestendige energiesysteem hebben ze beperkt direct commercieel belang om mee te doen aan ORTESE.
Duur	Lang (> 10 jaar)	<i>Het realiseren van een toekomstbestendig energiesysteem is een project dat een lange doorlooptijd kent. De realisatie zal in fases plaatsvinden en er zal voor, tijdens en na elke fase gemonitord moeten worden of het beoogde energiesysteem bereikt is.</i>
Functionele scope	Breed	Hoewel de functionele scope van de beoogde Digitale Schaduw(s) zich beperkt tot het energiesysteem, levert dit nog steeds een brede scope op. Dit komt omdat (i) Emmen een grote verscheidenheid aan deelnemers in het energiesysteem kent en (ii) de interactiepatronen binnen het energiesysteem erg complex kunnen worden. We verwachten daarom dat gedurende de looptijd van ORTESE een brede waaier van complexe functionaliteiten ontwikkeld zal worden.
Databehoefte	- Middelgroot - Hoge mate van detail	ORTESE heeft als doel om een Digitale Schaduw te bouwen met genoeg details om investeringsbeslissingen te nemen. Hiervoor zijn energiedata nodig met

¹ Dit is een heel andere populatie dan bijvoorbeeld een initiatief als het Smart Connected Supplier Network (SCSN) waar deelnemers doorgaans een hogere digitale volwassenheid hebben en een direct commercieel belang om mee te doen.

Eigenschap	Typing	Toelichting
	- Niet-realtime	een hoge mate van detail, bijvoorbeeld flexprofielen van assets van grootverbruikers. Data hoeven echter niet in realtime te worden ingewonnen en vanwege de beperkte geografische scope blijft de hoeveelheid databronnen beperkt tot enkele tientallen.

6.2.2 Inrichting

In de vorige paragraaf hebben we ORTESE ingeschaald als een afsprakenstel. In deze paragraaf geven we een hoog-over inrichting van het governance-model.

De ORTESE-partners werken volgens gezamenlijke afspraken, een gedeeld governance model en uniforme kwaliteitsstandaarden. Daarnaast kunnen ook andere (niet-ORTESE) organisaties data aanbieden of afnemen onder algemene voorwaarden.

De Hanze Hogeschool, TNO en Gradyent verwerken de aangeleverde data tot een Digitale Schaduw. Gemeenten, provincies en regionale bedrijven gebruiken deze informatie vervolgens in beleid, uitvoering en monitoring. Het onderste deel van het schema zoomt in op de feitelijke datastroom en laat zien hoe ruwe data wordt omgezet in betrouwbare, bruikbare inzichten.

De belangrijkste aandachtspunten zijn de drie (ont)koppelpunten:

Data aanbieden

Partijen die geen onderdeel uitmaken van ORTESE, maar waarvan wel data nodig is voor de Digitale Schaduw, kunnen aanvullende voorwaarden stellen aan het gebruik van deze data. Daarom is er altijd een extra overeenkomst nodig tussen ORTESE-partners en deze derde partij.

Data verwerken

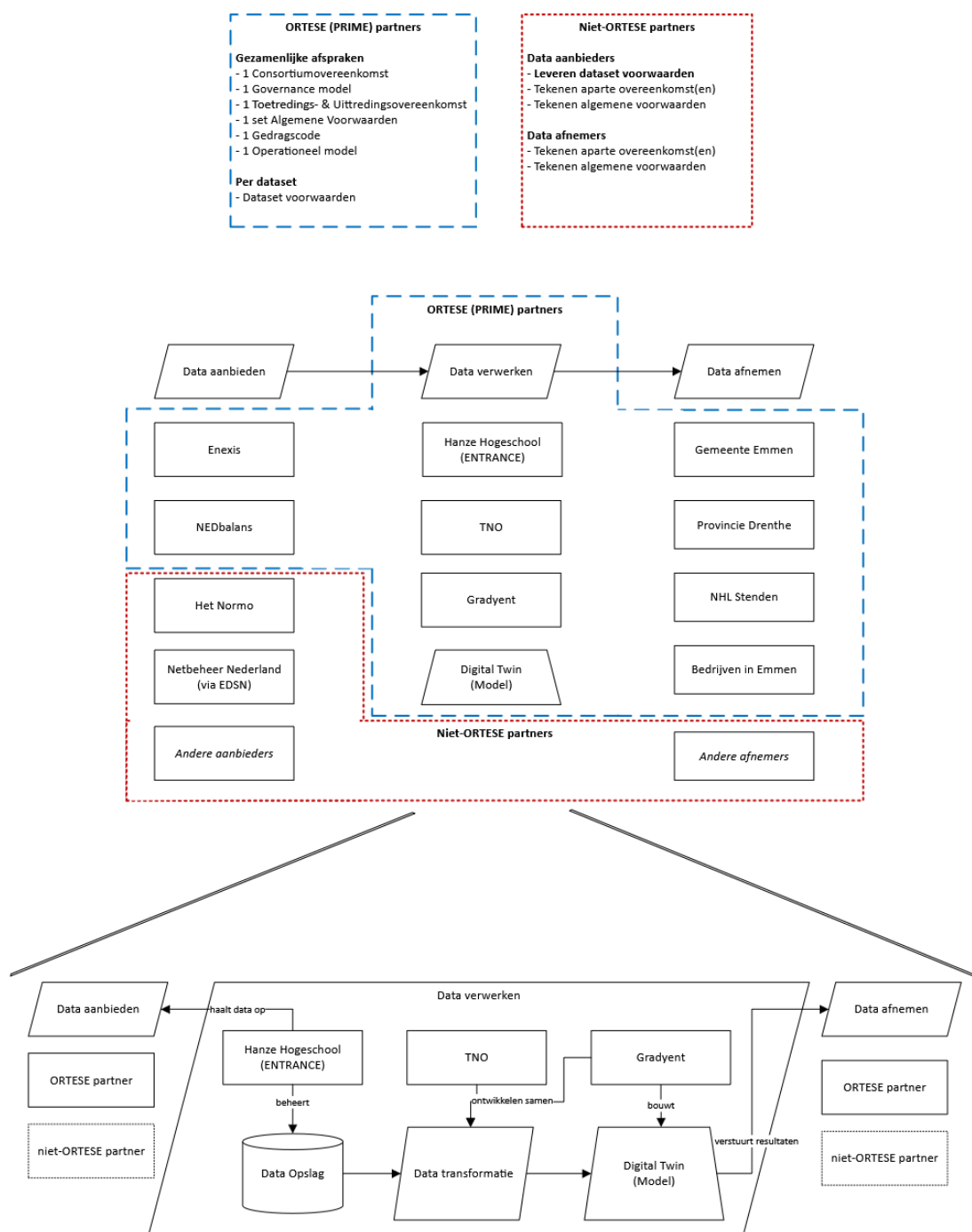
De Hanze Hogeschool (ENTRANCE) heeft een belangrijke rol in het ophalen, beheren en afschermen van data voordat het de Digitale Schaduw bereikt.

Data afnemen

Aan partijen die geen onderdeel uitmaken van ORTESE, maar die wel data willen afnemen of toegang willen tot de Digitale Schaduw, kunnen aan aanvullende voorwaarden moeten voldoen voor gebruik van deze data. Daarom is er altijd een extra overeenkomst nodig tussen ORTESE-partners en deze derde partij.

Zo profiteren alle ORTESE-partners van een eenduidig, gezamenlijk afsprakenstelsel, terwijl andere partijen nog steeds mee kunnen doen. Dit ondersteunt besluitvorming, regionale samenwerking en de ontwikkeling van een toekomstbestendig datastelsel.

Afbeelding 6.2 Het hoog-ver governancemodel



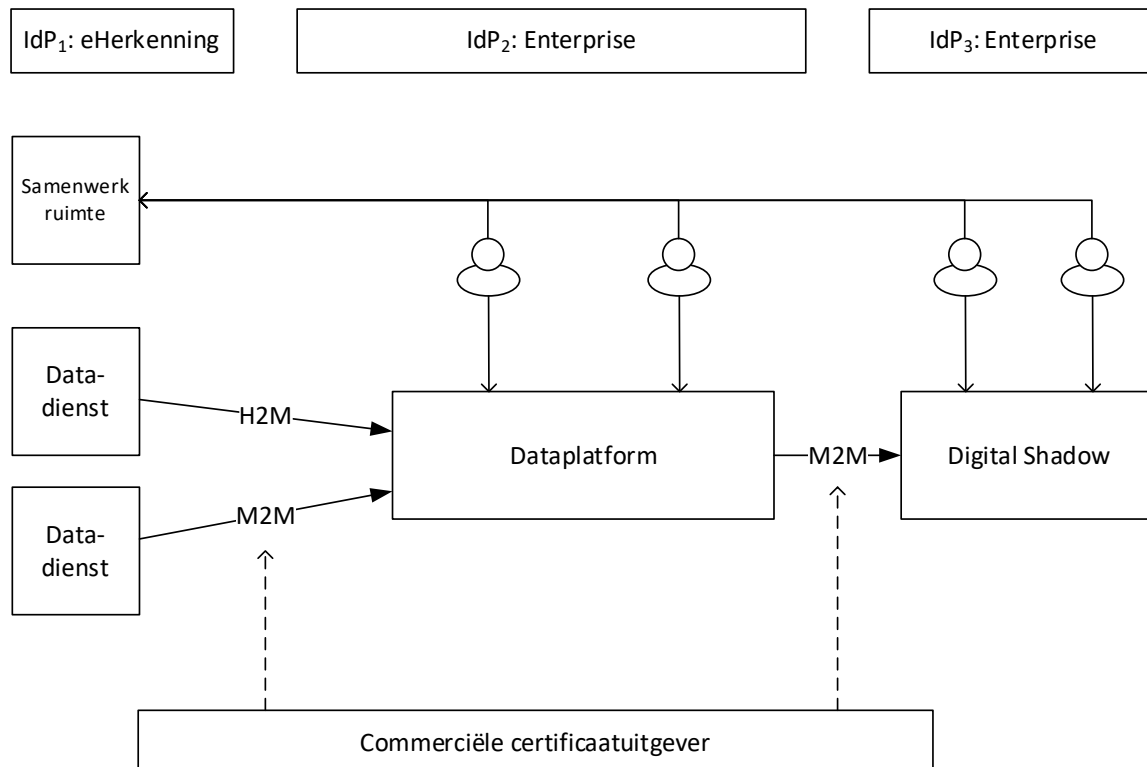
6.3 Techniek

In deze paragraaf beschrijven we het hoog-over technisch ontwerp van de data-architectuur van ORTESE. Deze wordt gevisualiseerd in Afbeelding 6.3. Hierin zien we meerdere datadienstaanbieders, een dataplatform, de Digitale Schaduw en een samenwerkruimte. Het dataplatform treedt op als centraal punt waar datadiensten worden afgenomen. Ontvangen data worden in het dataplatform gecontroleerd of het voldoet aan de afspraken op het gebied van inhoud en metadata. Daarna wordt, indien nodig, vertaald naar ESDL. Vanaf dat punt kan data verder worden verwerkt volgens ESDL-transformatieregels.

Het dataplatform biedt data aan de Digitale Schaduw in ESDL-formaat. Medewerkers van meerdere organisaties hebben toegang tot het dataplatform en tot de Digitale Schaduw. De samenwerkruimte tot slot is een online omgeving waar alle ORTESE-deelnemers toegang tot hebben. Het dient als plek waar afspraken worden beheerd maar waar ook in bredere zin informatie te vinden is over ORTESE.

Ontvangen datasets worden als dataproducten verwerkt. Per dataproduct wordt een verificatiescript geschreven dat de inhoud en metadata verifieert. Per dataproduct worden de informatiebeveiligingseisen bepaald, de contracteisen, en de regels voor toegangsbeheer. Toegang tot, verwerking van en verwijdering van data wordt gelogd ten behoeve van datasoevereiniteit van datadienstaانبieders.

Afbeelding 6.3 Hoog-over technisch ontwerp van ORTESE



Om datasoevereiniteit te waarborgen houden we het volgende aan:

- data mogen alleen worden beheerd onder Europese wetgeving;
- softwareleveranciers moeten zich houden aan open standaarden om vendor lock-in te voorkomen;
- bij voorkeur maken we gebruik van open source, om de vrijheid in softwareleveranciers verder te vergroten;
- datadienstaانبieders krijgen door middel van rapporten inzicht in welke data het dataplatform van ze heeft en wat er met hun data is gebeurd;
- datadienstaانبieders kunnen bij het opzeggen van een datadienstovereenkomst hun data laten verwijderen.

Op het vlak van identificatie en authenticatie van mensen houden we het volgende aan:

- als identify provider over organisaties heen gebruiken we eHerkenning met beveiligingsniveau EH3. Dit gebruiken we voor:
 - mens-machine-interacties tussen datadienstaانبieders en het dataplatform;
 - toegang tot de samenwerkruimte;

- als identity provider voor het dataplatform en voor de Digitale Schaduw gebruiken we een enterpriseoplossing die wordt beheerd door de beheerder van het systeem. Medewerkers van andere organisaties krijgen toegang door een account te krijgen in die enterpriseomgeving of door de enterpriseomgeving van hun eigen organisatie te koppelen aan die van het systeem.

Voor authenticatie tussen machines maken we gebruik van OAuth met certificaten uitgegeven door een commerciële certificaatuitgever. Omdat een dergelijke certificaatuitgever alleen een garantie geeft over het domein, nemen we het domein op in de overeenkomst over het afnemen van de dienst.

In de communicatiemodellen die we gebruiken bij datadienstaanbieders passen we het meest volwassen model toe dat de datadienstaanbieder aan wil gaan en wat qua business case uit kan. Voor de communicatie tussen dataplatform en Digitale Schaduw gebruiken we het communicatiemodel geautomatiseerd ophalen.

6.4 Data

Het overzicht van bestaande, landelijke dataplatformen geeft een startpunt voor het verzamelen van data. Daarnaast bieden de datavraag en specificaties uit hoofdstuk 3 een gerichte aanpak voor het vastleggen van de databehoeft voor ORTESE. Bij het toepassen van deze strategie, zoals in het ORTESE-programma, zijn er twee verdiepende datavragen om te beantwoorden.

- 1 welke data is er al beschikbaar?
- 2 wat kunnen we doen als data nog niet beschikbaar is?

Aangezien het project ORTESE zich toelegt op de context van de Gemeente Emmen, wordt bij het bespreken van data van de netbeheerder gebruik gemaakt van de informatie van Enexis. Andere netbeheerders, zoals Stedin¹ en Liander² bieden vergelijkbare diensten aan via hun website.

Dataproducten

Zoals eerder beschreven zijn er verschillende aanbieders van energiedata. De tabel hieronder geeft een overzicht van de mogelijke dataproducten voor het ORTESE-programma. De relevantie en schaal kunnen per situatie verschillen. We raden daarom aan om voor nieuwe projecten deze datastrategie in te zetten om een vergelijkbaar overzicht te maken voor de eigen behoefte van dat moment.

Tabel 6.5 Lijst van dataproducten in elektriciteits- en gasnet (bron: [Roadmap data delen voor de energietransitie](#))

Dataproduct	Dataproduct beschrijving	Aanbieder	Status
Verbruiksdata kleinverbruikaansluitingen	Energieverbruik van kleinverbruikaansluitingen per postcodegebied (geanonimiseerd)	Enexis ³	Openbaar Beschikbaar
Opwekdata kleinverbruikaansluitingen	Opwekgegevens van kleinverbruikaansluitingen in een verzorgingsgebied	Enexis ⁴	Openbaar Beschikbaar
Opwekdata grootverbruikaansluitingen	Opwekgegevens van wind en zon per buurt van grootverbruikersaansluitingen	Enexis	Openbaar Beschikbaar
Assetdata	Geografische informatie over de fysieke onderdelen van het elektriciteits- en	Enexis	Openbaar Beschikbaar

¹ [Open data | Stedin](#).

² [Open data | Liander](#).

³ [Open Data | Enexis Netbeheer](#).

⁴ Deze data zijn ook te vinden in de catalogus van Partners in Energie. Die laatste bevat echter alleen data uit eerdere jaren, geen recente data. Daarom wordt hier alleen gerefereerd aan de data van Enexis. [Energie Dataportaal | Dataproduct: Opwek Grootverbruikaansluitingen](#).

Dataproduct	Dataproduct beschrijving	Aanbieder	Status
	gasnetwerk, zoals de ligging van kabels, leidingen en stations.		
Dataset liggingsgegevens elektriciteitsnetten	Liggingsgegevens van alle elektriciteitstransportkabels én de belangrijkste stations (zoals transformatorstations) in eigendom van de netbeheerder	Enexis	Openbaar Beschikbaar
Enexis navigatiedata POI	Geografische locaties (longitude, latitude) van de middenspanningsstations, de laagspanningsverdeelkasten, de gasstations en gasafsluiters	Enexis	Openbaar Beschikbaar
Profiel station congestiemanagement	Voorbeeldprofiel dat laat zien hoe vaak netcongestie kan optreden en hoeveel vermogen er moet worden terug- of afgeregeld	Enexis	Openbaar Beschikbaar
Benodigde flexcapaciteit per gebied MS	De flexcapaciteit die nodig is per gebied met inzicht in piekmomenten en de benodigde capaciteit aan flexibiliteit op het elektriciteitsnet	Netbeheer Nederland ¹	Verwacht in 2026 (openbaar)
Individuele historische energiedata	Inzicht in verbruik en teruglevering van elektriciteit (per kwartier) en gas (per uur) van de afgelopen 2 jaar	Netbeheer Nederland	Verwacht na 2026 (afgeschermd)
Productie- en opslaginstallatie-data	Inzicht in netbelasting van duurzame opwekking, opslag en gebruik van energie door woningen en bedrijven met eigen zonnepanelen, thuisbatterijen, laadpalen en warmtepompen	Netbeheer Nederland	Verwacht na 2026 (afgeschermd)
Flexvraag per gebied	Actueel inzicht in behoefte naar flexcapaciteit op de capaciteitskaart. Data moet komen van het GOPACS-platform	Netbeheer Nederland	Verwacht na 2026 (afgeschermd)
Beschikbare capaciteit groen gas	Huidige en toekomstige capaciteit van groen gas op het regionale en het landelijke net	Netbeheer Nederland	Verwacht in 2026 (openbaar)
Historische Intervallolumes Gas Grote aansluiting huidig jaar tot dag	Interval volumes voor gas (per uur) voor gevraagde aansluitingen. Kan aangevraagd worden voor 1 of meerdere aansluitingen onder vermelding van EAN-codes van deze aansluitingen	Het Normo ²	Beschikbaar na toestemming ³

¹ [Roadmap data delen voor de energietransitie | Netbeheer Nederland.](#)

² [Historische Intervallolumes Gas Grote aansluiting huidig jaar tot dag | EDX Developer Documentation](#)

³ Het Normo beheert een afsprakenstelsel en toegang op de data. Lees hier meer over de voorwaarden: [EDX Platform Introduction | EDX Developer Documentation](#)

Bijlagen

BIJLAGE: BEGRIPPENKADER EN AFKORTINGEN

Tabel I.1 Begrippenkader

Begrip	Definitie
Data Space	een Data Space is het geheel van verbindingen, afspraken en digitale dienstverlening waarin data veilig en vertrouwd gedeeld wordt tussen partijen met een gemeenschappelijk doel ¹
Data transactie	een gestructureerde interactie tussen deelnemers aan de Data Space om een dataproduct te leveren en te verkrijgen of gebruiken. Een end-to-end-gegevenstransactie bestaat uit verschillende fasen, zoals contractonderhandelingen, uitvoering, gebruik, en vernietiging ²
Digitale Schaduw	een vorm van Digital Twin waarbij data wel direct naar het model stroomt, maar zonder directe terugkoppeling naar het operationele systeem waaruit de data komt. Een Digitale Schaduw van het energiesysteem maken we zodat we het kunnen nabootsen, onderdelen kunnen analyseren, gedrag kunnen monitoren of voorspellen, of om verschillende scenario's te simuleren, zonder dat we in de echte wereld dure of complexe aanpassingen moeten doen
Digital Twin	een Digital Twin is bedoeld voor operationele aansturing. Hierbij wordt data van verschillende bronnen en sensoren in het object, proces of de omgeving direct ('realtime') naar het model gestuurd, zodat het model altijd gelijkloopt met de echte wereld. Andersom loopt data van de Digital Twin ook direct weer terug naar het daadwerkelijke object voor aan- of bijsturing. Deze vorm van Digital Twin wordt daarmee een onderdeel van de operationele processen van een organisatie
energiesysteem	het energiesysteem is het geheel van bedrijfsmodellen, technieken, infrastructuur en afspraken waarmee we energie opwekken, opslaan, verbruiken en verdelen. Denk aan zonnepanelen, batterijen, laadpalen, warmtepompen, maar ook aan het elektriciteitsnet, regelsystemen en contractuele afspraken tussen partijen ³
energie hub	een energie hub is een systeem waarbij partijen die gezamenlijk aangesloten zijn op een onderdeel van hetzelfde net hun energie-opwek, -opslag en -verbruik op elkaar afstemmen om zo efficiënter met de beschikbare capaciteit om te gaan. De aangeslotenen maken hier vooraf afspraken over. ⁴ Vervolgens stemmen ze hun bedrijfsprocessen, en daarmee de energiegebruik en -opwek af op de gemaakte afspraken
energieverbruiksprofiel	een energieprofiel is een gedetailleerd overzicht van elektriciteits- en gasverbruik. Hierin zie je hoe en op welke tijdstippen een bedrijf of andere aangeslotene energie verbruikt of teruglevert. Als je een energieprofiel analyseert, kun je patronen en pieken in je energieverbruik ontdekken ⁵
energiehuishouding / 'achter de meter'	de term 'achter de meter' verwijst naar alles wat zich bevindt na de elektriciteitsmeter van een aansluiting. Dit gaat dus over het deel van de installatie dat in eigendom en beheer is van de gebruiker, niet van de netbeheerder. Alles tot aan de meter (denk aan kabels, transformatoren en de aansluiting) is van de netbeheerder. Alles achter de meter (zoals interne bekabeling, installaties en apparaten) is van de gebruiker of gebouweigenaar ⁶

¹ Vertaald van: 1 Key Concept Definitions - Blueprint - Data Spaces Support Centre.

² Vertaald van: [1 Key Concept Definitions - Blueprint - Data Spaces Support Centre](#).

³ [Kennisplatform Energiehubs - Begrip: Energiesysteem](#).

⁴ [Energiehub](#).

⁵ [Kennisplatform Energiehubs - Begrip: Energieprofiel](#).

⁶ [Kennisplatform Energiehubs - Begrip: Achter de meter](#).

Begrip	Definitie	
Afkorting	Begrip	Definitie
API	Application Programming Interface	Een API is een verzameling definities op basis waarvan een computerprogramma kan communiceren met een ander programma of onderdeel. API's zijn vaak de scheiding tussen verschillende schaalniveaus van abstractie. Hierdoor hoeft bijvoorbeeld een tekenprogramma niet te weten hoe het de printer moet aansturen, maar roept het daarvoor een gespecialiseerd stuk software aan, via een print-API.
ATR	Alternatieve transportrechten	Een nieuwe contractvorm die als doel heeft om de restcapaciteit in het net te benutten. Klanten met een ATR kunnen alleen gebruik maken van het net op de momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is, of op de momenten waarvoor afspraken zijn gemaakt ¹
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek	Het Nederlandse instituut voor het maken van statistieken en bijhouden van data over maatschappelijke onderwerpen.
DSO	Distribution System Operator	Naast TenneT zijn er zeven regionale netbeheerders (o.a. Enexis, Stedin). Deze partijen beheren het middenspanningsnet (grote bedrijven, wijken) en laagspanningsnet (huishoudens, kleine bedrijven). Elke regionale netbeheerder heeft een eigen werkgebied binnen Nederland.
DSSC	Data Spaces Support Center	Europees expertise platform voor de implementatie van uniforme Europese Data Spaces voor het collectief organiseren van data uitwisseling. Lees hier meer over het DSSC: Data Spaces Support Centre
DT	Digital Twin	Zie: begrippenlijst
EDSN	Energie Data Services Nederland	Samenwerkingsplatform van netbeheerders waarmee data, informatie en kennis wordt uitgewisseld in het energiesysteem.
EPEX	European Power Exchange	EPEX SPOT (European Power Exchange) is een Europese elektriciteitsbeurs die fungeert als de centrale marktplaats voor de handel in elektriciteit op korte termijn (day-ahead)
ESDL	Energy System Description Language	Een taal om energiesysteem en energietransitie gerelateerde informatie op een uniforme en gestructureerde manier te kunnen beschrijven. ESDL versimpelt het koppelen van energiemodellen en maakt het mogelijk om allerlei energiedata in een uniforme taal te ontsluiten, zodat het makkelijk bruikbaar wordt in modelstudies, zoals een Digitale Schaduw. ² De gemeenschappelijke taal van ESDL wordt beschikbaar gesteld via de Energy Data Repository (EDR). Hier vindt u de EDR: ESDL Energy Data Repository
GOPACS	Grid Operators Platform for Ancillary Services	GOPACS is het gezamenlijke platform van de netbeheerders waarmee flexibel vermogen slim en transparant wordt ingezet om netcongestie te voorkomen.
MFF	Marktfaciliteringsforum	De vereniging waarin marktpartijen binnen de energiesector gezamenlijk marktafspraken ontwikkelen voor systeemprocessen en datadeelprocessen. ³
TSO	Transmission System Operator	TenneT is de Transmission System Operator (TSO) van Nederland. TenneT is verantwoordelijk voor het beheer van de kabels en energiestations op hoogspanning (110–380 kilovolt). Daarmee ligt de focus op leveringszekerheid, balanshandhaving en internationale koppelingen.

¹ [Netbeheerders willen alternatieve contractvormen voor gebruik van het elektriciteitsnet mogelijk maken | Netbeheer Nederland.](#)

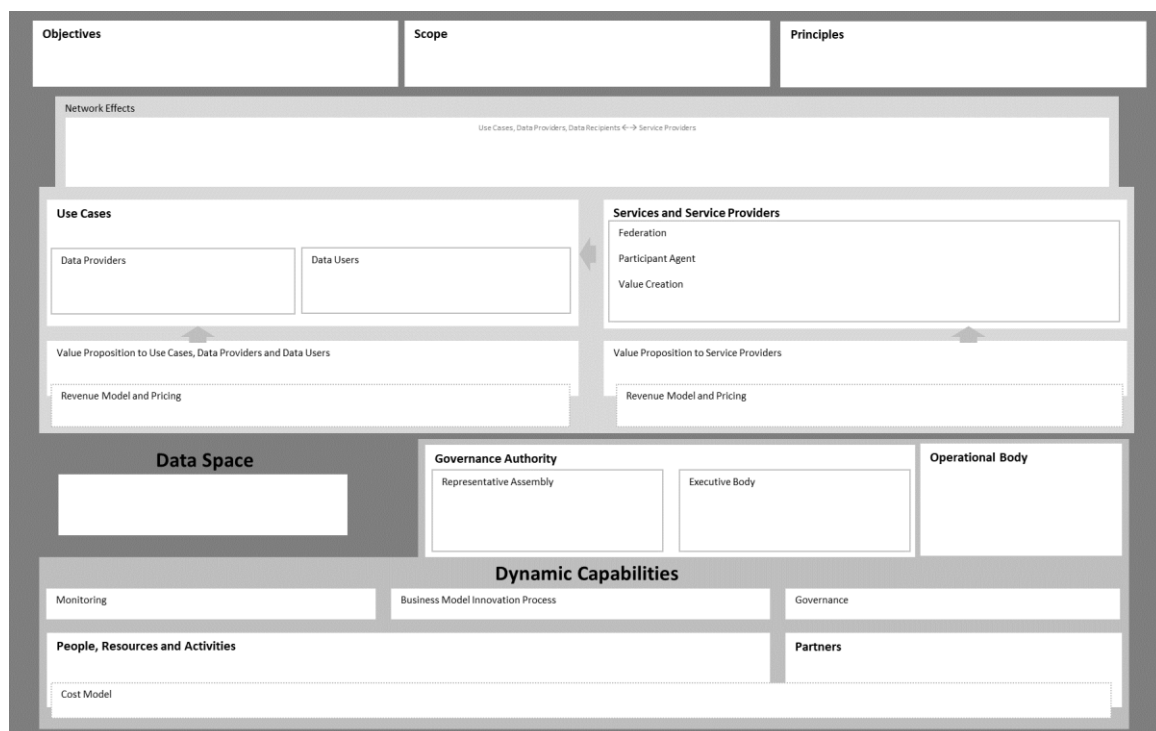
² [Geïnteresseerden – ESDL-website.](#)

³ [Home - MFFBAS.](#)

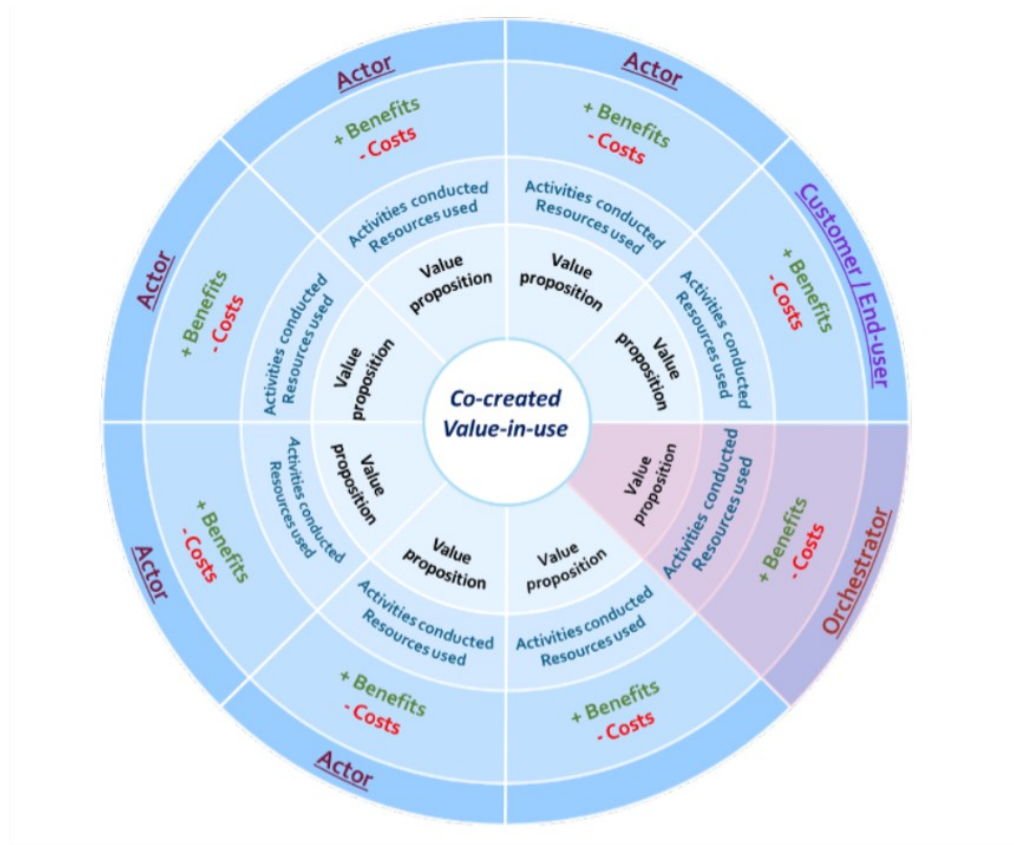


BIJLAGE: METHODEN OM HET BEDRIJFSMODEL VAN DE DATA-UITWISSELING OP TE ZETTEN

Afbeelding II.1 Business Model Canvas voor Data Spaces¹



¹ [Business Model - Blueprint v1.5 - Data Spaces Support Centre.](#)



Toelichting op de Business Model Radar

Dit overzicht kan zowel gezamenlijk als apart door de deelnemende partijen worden ingevuld. Actors kunnen zowel rollen als specifieke organisaties zijn:

- 1 begin in het midden bij **co-created value**. Start bij de gezamenlijke waarde die de deelnemers willen creëren. Dit is de kern van de samenwerking en bepaalt waarvoor de samenwerking bestaat;
- 2 ga daarna naar actor **value provided**. Beschrijf per actor welk voordeel of welke bijdrage die partij levert aan het ecosysteem. Dit maakt duidelijk waarom een actor onderdeel is van de data space;
- 3 vul vervolgens de actor **activities** in. Noteer welke activiteiten een actor uitvoert om die waarde te leveren, zoals data aanbieden, diensten ontwikkelen, governance uitvoeren of infrastructuur beheren;
- 4 sluit af met **costs & benefits** per actor. Leg vast welke kosten een actor maakt en welke baten daar tegenover staan. Dit maakt het bedrijfsmodel concreet en bespreekbaar, en helpt om een eerlijk en duurzaam verdienmodel te ontwerpen.

¹<https://dssc.eu/space/SK/759234564/Starter+Kit+for+Data+Space+Designers+%7C+Version+1.5+%7C+September+2024?attachment=https://dssc.eu/download/attachments/759234564/Starter%2520Kit%2520for%2520Data%2520Space%2520Designers%2520Version%25201.5.pdf&type=application/pdf&filename=Starter+Kit+for+Data+Space+Designers+Version+1.5.pdf> - naar een origineel van Grefen, P. W. P. J. (2015) Service-dominant business engineering with Base/X: business modeling handbook. De businessmodel radar is door het DSSC toegepast op Data Spaces en afgeleid van het origineel van Grefen, P. W. P. J. (2015). Service-dominant business engineering with Base/X: business modeling handbook. Amazon. – This book provides clear instructions and examples for developing (Service-Dominant) collaborative business models.

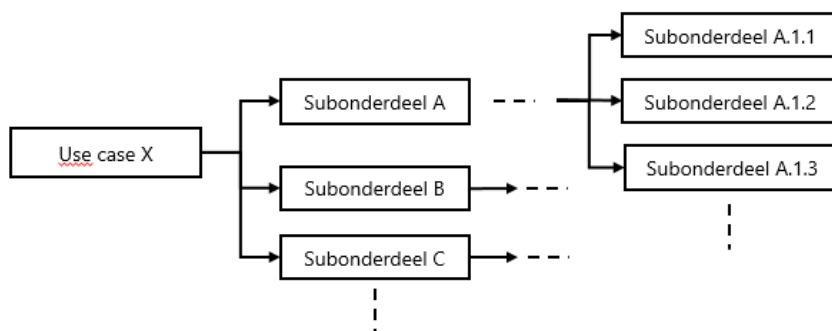


BIJLAGE: HET METHODISCH OPSTELLEN VAN EEN BOOMSTRUCTUUR EN AANSCHERPEN VAN ONDERZOEKSVRAGEN

III.1 Hoe bouw je een boomstructuur op

Een boomstructuur zoals in afbeelding III.1 wordt meestal gemaakt met verschillende betrokken partijen tijdens een gezamenlijke sessie of workshop. Dit zorgt ervoor dat je snel tot een gedeelde structuur kan komen en direct kan zien hoe deelnemers reageren, wat hun perspectief is en hoe zij de anderen perspectieven aanvullen of juist bediscussiëren.

Afbeelding III.1 Voorbeeld van een standaard boomstructuur



Het doel is om een boom te maken waarin de elementen niet overlappen, maar toch samen het gehele vraagstuk omvatten, volgens het MECE-principe. Om dit gestructureerd te doen is het belangrijk om tijdens het plaatsen en herschikken van de boomelementen steeds dezelfde vragen te blijven stellen:

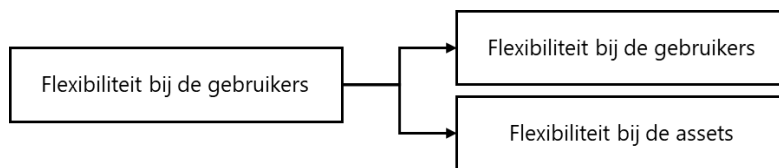
- mist er iets dat nergens past?
- staat dit element op de juiste plek/niveau?
- overlapt dit onderdeel niet met een ander element?
- als ik dit element hier plaats, zorgt dit dan voor complete dekking?

Een goede aanpak is om te beginnen met de kern van het vraagstuk, geformuleerd in één zin, bovenaan de boom (de Use Case) te plaatsen. Daarna wordt deze Use Case opgedeeld in hoofdlijnen die het hele vraagstuk overkoepelen. Met elke verdieping blijft hetzelfde uitgangspunt gelden: geen overlap, geen gaten en geen dubbele betekenissen. Wanneer er tijdens een verdieping veel discussie ontstaat over waar een element toegevoegd moet worden is dat een signaal dat de boom op dat niveau nog niet MECE is.

Stel dat de Use Case *het benutten van flexibiliteit in het elektriciteit netwerk* is en wordt opgesplitst zoals aangegeven in afbeelding III.2. Dan blijkt als je vasthoudt aan de bovenstaande vragen dat dit niet MECE is. Een gebruiker kan immers zelf een asset hebben, zoals een warmtepomp of zonnepaneel. De categorieën overlappen dus met elkaar. Dit leidt er waarschijnlijk toe dat er discussie ontstaat over de verdere vertakking van de boom.

Bijvoorbeeld: past een EV dan onder flexibiliteit bij de gebruikers of onder een asset. Wanneer dit soort discussies aanwezig zijn is het belangrijk om opnieuw te gaan kijken naar de gemaakte boomstructuur.

Afbeelding III.2 Voorbeeld van een niet MECE opgedeelde boomstructuur



III.2 Valkuilen bij het maken van de boomstructuur

Naast de inhoudelijke complexiteit van de boom en het naleven van MECE, zullen er tijdens de werksessies praktische zaken zijn waartegen aan wordt gelopen. Deze zullen hieronder uitgebreid worden besproken. Wanneer deze valkuilen worden vermeden en de vragen consequent worden gebruikt, ontstaat er vanzelf een gestructureerde en complete boomstructuur. Deze boom kan dan gebruikt worden om concrete en gespecificeerde onderzoeksvragen te formuleren.

Verschillende interpretaties van het centrale vraagstuk

In de eerste sessies blijkt vaak dat stakeholders het vraagstuk anders definiëren of andere accenten leggen. Als deze verschillen niet expliciet worden gemaakt, loop je het risico dat de boom vanaf het begin scheefgroeit. De eerste iteratie is daarom vooral bedoeld om die verschillen zichtbaar te maken, niet om meteen tot een perfect geformuleerde eerste boomstructuur te komen.

Met te veel stakeholders tegelijk werken

Een grote en diverse groep is belangrijk voor het draagvlak van de boomstructuur. Maar discussies kunnen langer worden, besluitvorming lastiger en het creëren van diepgang kan verloren gaan. Het werken in kleinere groepen, vooral tijdens de eerste iteraties, zorgt voor meer focus en actieve deelname. Resultaten kunnen vervolgens plenair worden samengebracht, zodat de verschillende perspectieven weer worden samengebracht en er een consistente boom ontstaat.

Te vroeg in detail treden

Een veelvoorkomende valkuil is dat deelnemers meteen naar detailniveau willen. Dit kan de discussie blokkeren en voorkomt dat het grotere plaatje eerst helder wordt. Het goed definiëren van de bovenste schaalniveaus is net zo belangrijk om niet uiteindelijk verdwaald te raken in de details. Zonder een duidelijke hoofdlijn kan de structuur onnodig complex worden en verlies je het overzicht.

Onvoldoende diversiteit in de stakeholders

Een boomstructuur werkt alleen als alle relevante perspectieven aanwezig zijn. Als de groep te homogeen is (bijvoorbeeld alleen stakeholders van het elektriciteitsnet en niemand van de andere energiedragers), ontstaan er blinde vlekken. Dit resulteert in een scheve boom die later meer iteraties nodig heeft om aangevuld te worden.

Over-engineering: te veel detail of te complexe structuur

Over-engineering gebeurt wanneer er te veel details worden toegevoegd waardoor het overzicht in de boom verloren gaat. Het maar blijven toevoegen van elementen betekent niet altijd dat de boom daar beter op wordt. Soms is het handig om van een afstand te blijven kijken en het MECE-principe.

Te weinig iteratie of validatie

Een boomstructuur staat nooit in één sessie. Als er te weinig terugkoppeling en iteratie plaatsvindt, blijft de structuur vlak of eenzijdig. Door de boom tussen sessies door te concretiseren en in elke workshop te reflecteren, groeit hij uit tot een gedeeld en bruikbaar referentiepunt.

Gebrek aan eigenaarschap van de boom

Als niemand verantwoordelijkheid neemt voor het verder meenemen van de boom in het traject, verdwijnt hij al snel naar de achtergrond na de workshop. Met duidelijk eigenaarschap blijft de structuur in gebruik, wordt hij aangescherpt wanneer dat nodig is en blijft hij een betrouwbaar referentiepunt blijft binnen het traject.

III.3 Hoe stel je de onderzoeksvraag scherp

Onderstaande vragen helpen om je vraagstuk stap voor stap te verhelderen, zodat je uitkomt op een concrete, complete en afgebakende onderzoeksvraag.

Welke variabelen en systeemonderdelen staan centraal?

Door vast te leggen wat je precies onderzoekt, voorkom je dat een vraag te breed, ongericht en vaag blijft. Dit kan problemen geven wanneer je daarna een datavraag wilt formuleren vanuit je onderzoeksvraag. Met een duidelijk object of objecten wordt het duidelijk welke elementen in het energienet wel of niet essentieel zijn.

Gaat het om een statische of dynamische analyse?

De keuze tussen statisch of dynamisch bepaalt het type onderzoeksvraag die je wilt beantwoorden. Een statische vraag richt zich op een situatie, een dynamische vraag op een ontwikkeling of effect. Door dit vooraf schep te stellen verduidelijk je de datavraag en bepaal je of je gedrag wil beschrijven, verklaren of volgen over de tijd. Verdere vragen die je kan stellen:

- beschrijft dit vraagstuk een momentopname of een proces dat zich ontwikkelt?
- gaat het om toestand, gedrag, interactie of verandering?

Op welk ruimtelijk detailniveau speelt de vraag?

Het juiste ruimtelijke detailniveau helpt om te bepalen welke onderdelen binnen en welke buiten scope vallen. Een te kleine scope mist misschien de samenhang, waarin een te grote scope het onderzoek onnodig complex maakt. Door het ruimtelijke detailniveau vast te leggen houd je de onderzoeksvraag realistisch, relevant en afgebakend. Verdere vragen die je kan stellen:

- speelt dit vraagstuk zich af op het niveau van een asset, een gebied, een wijk, een gemeente, etc. of het hele systeem?
- wat wordt bewust binnen scope gelaten en wat valt erbuiten?
- welk detail is minimaal nodig binnen dit vraagstuk?

Over welke periode en met welke tijdsresolutie analyseren we dit?

De tijdshorizon bepaald of we kijken naar de huidige situatie in het netwerk, e.g. knelpunten en huidige congestie of naar een toekomstscenario, bijvoorbeeld onder beleidswijzigingen of netuitbreiding. Daarnaast is het belangrijk om de tijdsresolutie goed te kiezen, want sommige effecten zijn zichtbaar op kwartierniveau, andere op dag-/seizoen niveau. Door de tijdshorizon en resolutie goed scherp te stellen, voorkomen we dat trends ontbreken of dat de analyse te breed of te complex wordt. Verdere vragen die je kan stellen:

- richt dit vraagstuk zich op het verleden, heden of toekomst?
- is de vraag over korte gebeurtenissen of langdurige ontwikkelingen?
- welke tijdsperiode is minimaal nodig om dit vraagstuk te beantwoorden?

Hoe gedetailleerd moeten de resultaten zijn (aggregatie)?

Het aggregatieniveau bepaalt of resultaten worden samengevoegd tot een overzicht (bijvoorbeeld totale energiestromen per wijk, jaartotalen of gemiddelde druk per cluster) of juist uitgesplitst worden voor meer detail (bijvoorbeeld energieverbruik per aansluiting, uurwaarden van temperatuur, of vermogen per individueel onderstation). Een hoge aggregatie geeft een helder totaalbeeld, terwijl lage aggregatie meer inzicht geeft in variatie, afwijkingen of specifieke oorzaken. Door dit bewust vast te leggen, wordt duidelijk welk detailniveau nodig is om de onderzoeksvraag goed te beantwoorden.

Verdere vragen die je kan stellen:

- heb ik behoefte aan een totaaloverzicht of wil ik details?
- wil ik gemiddeldes zien of wil ik juist variaties en pieken bekijken?
- wordt het antwoord duidelijker als ik minder detail gebruik of als ik meer detail toevoeg?
- hoeveel details is nodig voor mijn doelgroep (engineers, beleidsmakers, operators)?
- op welk niveau kun je nog betrouwbare conclusies trekken en zijn de resultaten interpreteerbaar?

Wanneer deze vijf keuzes zijn gemaakt, is de onderzoeksvraag scherp genoeg geformuleerd.

IV

BIJLAGE: HYPOTHESEBOOM VOORBEEDEN ORTESE USE CASES

Zoals eerder al gepresenteerd in hoofdstuk 1 is de kernvraag van ORTESE breed: ontwerp het toekomstige energiesysteem van Emmen, waarbij in het ontwerp een groot aantal verschillende mogelijke scenario's, optimalisatie richtingen, en afwegingen van diverse stakeholders dient te worden gemaakt.

Daarbij heeft de doelarchitectuur vier Use Cases gedefinieerd:

- A. Ontlasten van het elektriciteitsnet door inzet van bestaande flexibiliteit bij bedrijven en glastuinbouw.
- B. Ontwerp- en scenariostudies voor een greenfield water-warmtenet in de gebouwde omgeving.
- C. Stoom-warmtenet gekoppeld aan elektriciteitsproductie (GETEC) voor lokale warmtevoorziening.
- D. Elektrolyse in een tuinbouwgebied (bijvoorbeeld Erica) en interacties met warmte- en elektriciteitsvraag.

Echter, in het PRIME project is het mogelijk dat andere keuzes worden gemaakt dan de bovenstaande Use Cases.

In deze sectie worden de volledige hypothesebomen voor Use Case A, B en C weergegeven. De onderstaande boom dient als voorbeeld van hoe een hypotheseboom kan worden opgebouwd, maar het is niet de enige manier om dit vraagstuk te structureren.

Tabel IV.1 Use Case A: Ontlasten van het elektriciteitsnet door het gebruiken van (bestaande) flexibiliteit

Level	Code	Functieomschrijving
0	0	Eerste netwerkdefinitie (scope, temperatuur, randvoorwaarden)
1	100	Benutten van bestaande netflexibiliteit
2	110	Benutten van bestaande e-flex
3	111	Bepalen van beschikbare capaciteit per onderstation
3	112	Monitoren van beschikbare flexibiliteit over tijd
3	113	Opstellen van dynamische energieprofielen
4	113.1	MKB-bedrijven
4	113.2	Assets
3	114	Berekenen van kosten en impact van productieverhuizingen per bedrijf
3	115	Identificeren van processen die het stroomnet ontlasten
2	120	Inzetten van bestaande flex bij andere dragers
3	121	Inzetten van warmtebuffer (bijv. bij tuinders)
4	121.1	Capaciteit per dag/week
4	121.2	Ramp-up/ramp-down
4	121.3	Modulariteit van de uitstroom
4	121.4	Maximale congestiereductie
4	121.5	(Toekomst) scenario-analyse voor flex aanvraagontwikkeling
4	121.6	Flexibiliteitsprofielen opstellen
4	121.7	Inzetstrategie

4	121.8	Monitoren aanbod en flex vraag
3	122	Inzetten van stoombuffers (bijv. via GETEC)
3	123	Inzetten overige buffers
2	130	Optimaliseren van flex bij de netbeheerders
3	131	Identificeren van vrijheidsgraden en beperkingen bij topologieveranderingen
3	132	Vastleggen van huidige topologie en switch states per dag
3	133	Monitoren van spannings- en vermogensregeling in regelstations
3	134	Herverdelen van dynamische belasting
3	135	Benutten N-1 transportcapaciteit
2	140	Ontwikkelen van nieuw beleid
3	141	Identificeren van mogelijke beleidsveranderingen
4	141.1	Prijs gerelateerde maatregelen
4	141.2	Subsidies en financiële incentives
4	141.3	Gedragssturing
3	142	Genereren van energieprofielen van gebruikers op basis van nieuw beleid
4	142.1	Bepalen aantal deelnemers (zonvolgend laden)
4	142.2	Analyseren impact op net
3	143	Kwantificeren van dynamische interacties tussen gedrag en beleid
1	200	Realiseren van nieuw net binnen dezelfde energiedrager
2	210	Toevoegen van flexibiliteit
3	211	Toevoegen batterijen
4	211.1	Welke locatie op het net vlak is het meest geschikt en strategisch?
4	211.2	Welke type batterij en modus operandi?
4	211.3	Eventuele integratiemogelijkheden met andere energiedragers
4	211.4	Welke type inzet/modus operandi is het meest nuttig voor netcongestie
3	212	Inzetten van EV-laadinfrastructuur
3	213	Integreren van Power-to-X-systemen
4	213.1	Inzetten van electrolyser voor buffer voor waterstof
4	213.2	Gebruik van druk om energie op te slaan
4	213.3	Overige Power-to-C systemen
3	214	Integreren opwek & opslag
4	214.1	Cable pooling
2	220	Verzwaren van het net
3	221	Identificeren van knelpunten in netcapaciteit
3	222	Bepalen van prioriteiten voor capaciteitsuitbreiding
3	223	Toevoegen van capaciteit
4	223.1	Onderstation toevoegen
4	223.2	Uitbreiding capaciteit onderstation
4	223.3	Nieuwe verbindingen realiseren
3	224	Verbeteren van monitoring en besturing
4	224.1	Vernieuwing van huidige sensoren
4	224.2	Vernieuwing van huidige switches
1	300	Ontwikkelen van nieuw net met nieuwe energiedragers
2	310	Use Case B: greenfield water-warmtenet
2	320	Use Case C: greenfield stoom-warmtenet (GETEC)

2	330	Use Case D: electrolyser in tuinbouwgebied Erica (warmte naar kassen)
---	-----	---

Tabel IV.2 Use Case B: De impact op de overige energiedragers van een greenfield water-warmtenet om de omgeving te verwarmen

Level	Code	Boomelement
0	0	Eerste netwerkdefinitie (scope, temperatuur, randvoorwaarden)
1	100	Bepalen randvoorwaarden van het netwerk
2	110	Analyseren van warmtebehoefte
3	111	Voorspellen van warmtevraag per gebouwtype en wijk
4	111.1	Inventariseren van nieuwbouwprojecten en huidige gebouwen
4	111.2	Ophalen van gebruikers/gebouwprofielen
4	111.3	Opstellen seizoens- en dag profielen van de totale warmtevraag
3	112	Bepalen van piek- en gemiddelde belastingen
4	112.1	Simuleren van de maximale warmtevraag
4	112.2	Identificeren van kritieke piekperiodes
2	120	Selecteren en dimensioneren van bronsystemen
3	121	Identificeren van totale bronvermogen
3	122	Berekenen van het benodigde bronvermogen per bron
3	123	Analyseren van aansluitvoorwaarden voor het warmtenet (temp, druk, aansluitpunten)
3	124	Afstemmen variabele productie op warmtevraag
3	125	Dimensioneren van bronsystemen en netcapaciteit
2	130	Integreren van bestaande opslag en bufferoplossingen
3	131	Identificeren van totale opslagcapaciteit
3	132	Analyseren van technische randvoorwaarden voor opslagintegratie
3	133	Inventariseren van huidige laad/discharge strategieën
2	140	Bepalen verliezen en knelpunten in netwerk
1	200	Ontwerpen van een nieuw warmtenetwerk
2	210	Samenvoegen en vaststellen van ontwerpcriteria voor netwerkcomponenten
3	211	Bepalen van het temperatuur regime (hoog-, midden-, laagtemperatuur)
3	212	Definiëren van drukzones
3	213	Selecteren van materiaal
2	220	Doorrekenen en optimaliseren netwerkconfiguratie
2	230	Ontwerpen van een flexibel en modulair warmtenet
3	231	Segmenteren in modules
4	231.1	Welke modules moeten los van elkaar kunnen werken bij storingen
4	231.2	Scheiden van primair en secundaire netwerken
3	232	Ontwerpen van netwerkstructuur en leiding tracés
1	300	Opstellen van scenario's en business case
2	310	Uitvoeren van scenario-analyses voor toekomstontwikkelingen
3	311	Ontwikkelen van bedrijfsstrategie en inzetvolgordes
3	312	Optimaliseren van operationele parameters
2	320	Analyse doen op de financiële impact
3	321	Uitvoeren financiële analyses (CAPEX/OPEX, risicoanalyse, financiering)
3	322	Uitvoeren haalbaarheidsanalyses

3	323	Toetsen selectiecriteria (betaalbaarheid, CO2, beleidsdoelen)
1	400	Evalueren en vergelijken alternatieve oplossingen
2	410	Vergelijken met groen gas
2	420	Vergelijken met elektrificatie
2	430	Vergelijken met andere opties

Use Case C: de impact op de overige energiedragers van een greenfield stoom-warmtenet direct gekoppeld aan elektriciteitsproductie om de lokale omgeving rondom GETEC te verwarmen met stoom geproduceerd door GETEC

100. bepalen randvoorwaarden van het netwerk:

- 110. analyseren van warmtebehoefte:
 - 111. voorspellen van warmtevraag per partner (in elk geval hogeschool, ziekenhuis, bedrijven GETEC Noord);
 - 112. bepalen van dynamische warmteprofielen, inclusief piek- en gemiddelde belastingen;
- 120. selecteren en dimensioneren van bronsystemen:
 - 121. bepalen van alle mogelijke (en toekomstige) bronsystemen binnen GETEC;
 - 122. bepalen van dynamische capaciteit bronsystemen (inclusief up- en downramp);
- 130. identificeren buffercapaciteit voor stoomnetwerk:
 - 131. bepalen buffermogelijkheden;
 - 132. bepalen maximale buffercapaciteit;
 - 133. bepalen dynamisch bufferprofiel (up- en downramp);
- 140. bepalen mogelijk verliezen in netwerk:
 - 141. bepalen potentieel energie transportverlies als functie van (buiten)temperatuur, en druk.

200. ontwerpen & modelleren van stoomproductie en koppeling met elektriciteit:

- 210 vaststellen productie koppeling stoom Elektra:
 - 211. bepalen operationele modellen CHP's:
 - 1 211.1. statisch;
 - 2 211.2. dynamisch;
 - 212. bepalen operationele modellen ketels (statisch en dynamisch);
 - 213. bepalen efficiency warmtepomp (statisch en dynamisch);
- 220. bepalen merit order productie van stoom voor warmte:
 - 221. vaststellen gewenste prioritering voorwaarden.

300. vaststellen financiële impact van een nieuw warmtenetwerk:

- 310. uitvoeren scenario analyses op toekomstig netwerk:
 - 311. aggregeren warmtevraag en productievraag naar dynamisch profielen;
 - 312. vaststellen relevante edge-cases met bijbehorende profielen;
 - 313. implementeren merit-order logic voor bronnen;
- 320. vaststellen financiële impact:
 - 321. bepalen van financiële kosten/MWh geleverd warmte;
 - 322. identificeren totale CAPEX kosten.

400. evalueren en vergelijken alternatieve oplossingen:

- 410. vergelijken met groen gas;
- 420. vergelijken met elektrificatie;
- 430. vergelijk met andere opties.

Use Case D: elektrolyse in een tuinbouwgebied (bijvoorbeeld Erica) en interacties met warmte- en elektriciteitsvraag

Voor Use Case D is er geen boomstructuur gemaakt. Zoals aangegeven kunnen deze Use Cases verschillen voor de exacte uitwerking in PRIME. Vandaar de uitwerkingen van A-C illustratief genoeg zijn voor de gepresenteerde methodes.

Use case A: Ontlasten van het elektriciteitsnet door het gebruiken van (bestaande) flexibiliteit

100. Benutten van bestaande netflexibiliteit

200. Realiseren van nieuw net binnen dezelfde energiedrager

300. Ontwikkelen van nieuw net met nieuwe energiedragers

110. Benutten van bestaande e-flex

120. Inzetten van bestaande flex bij andere dragers

130. Optimaliseren van flex bij de netbeheerders

140. Ontwikkelen van nieuw beleid

210. Toevoegen van flexibiliteit

220. Verzwaren van het net

310. Use case B: De impact op de overige energiedragers van een greenfield water-warmtenet om de omgeving te verwarmen

320. Use case C: De impact op de overige energiedragers van een greenfield stoom-warmtenet direct gekoppeld aan elektriciteits-productie om de lokale omgeving rondom Getec te verwarmen met stoom geproduceerd door Getec

330. Use case D: De impact op de overige energie dragers (gas, elektra) van het aanleggen van een electrolyser in het tuinbouwgebied Erica voor productiewaterstof voor Getec, waarbij de warmte gebruikt wordt voor de kassen

- 111. Bepalen van beschikbare flexcapaciteit per onderstation
- 112. Continu monitoren van beschikbare flexibiliteit over tijd
- 113. Opstellen van dynamische energieprofielen
- 114. Doorrekenen van kosten en impact van productieverschuivingen per bedrijf of synthetisch model
- 115. Identificeren van processen die het stroomnet ontlasten

- 121. Inzetten van warmtebuffer (bijv. bij tuinders)
- 122. Inzetten vna stoombuffers (bijv. via GETEC)
- 123. Inzetten overige buffers

- 131. Uitvoeren van contingency analyses (N-1,N-k) ter bepaling van veilige grenzen
- 132. Vastleggen van huidige topologie en switchstates per dag
- 133. Optimaliseren van benutting van beschikbare netcapaciteit
- 134. Herverdelen van dynamische belasting (active load management)

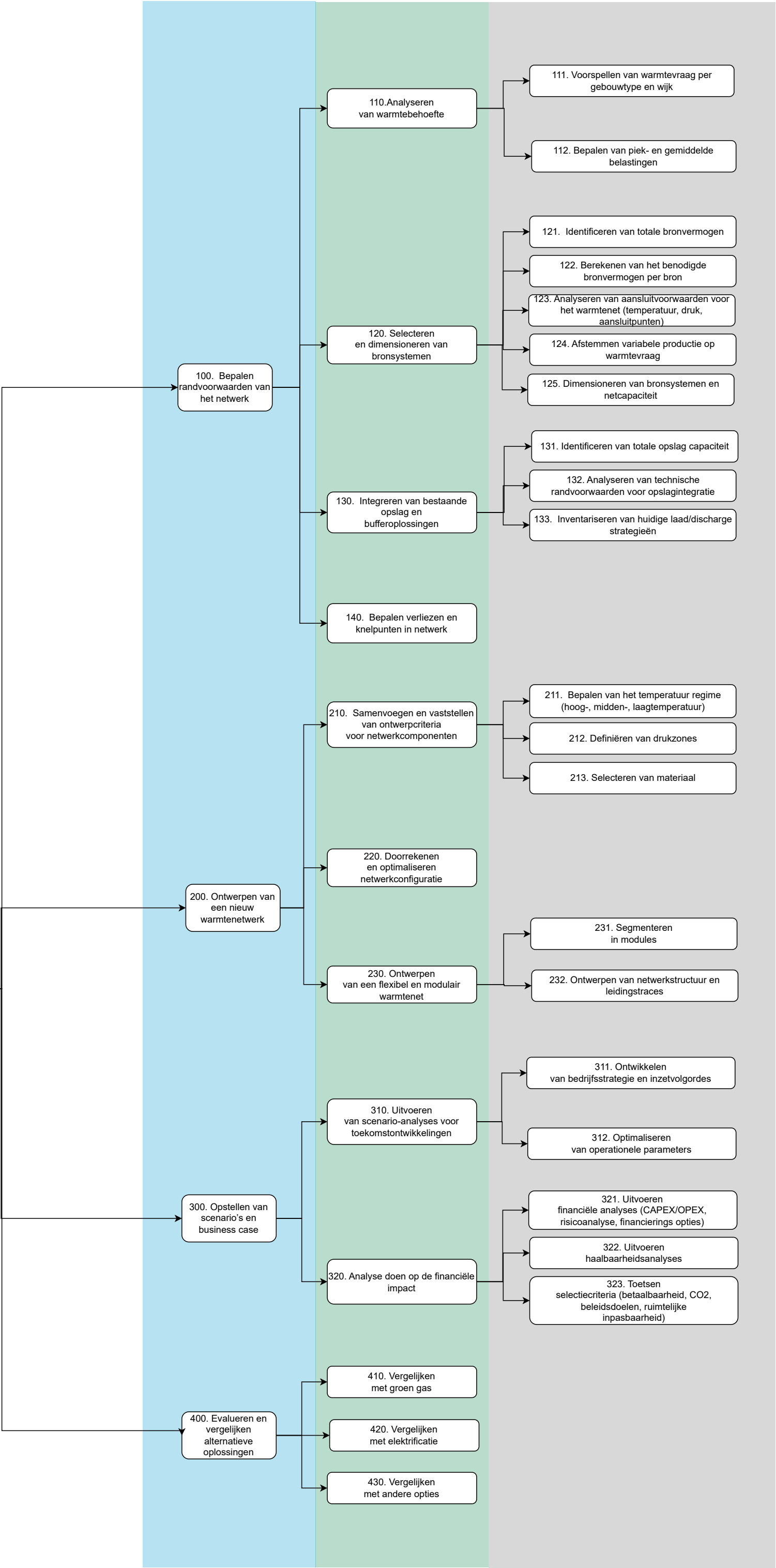
- 141. Identificeren van mogelijke beleidsveranderingen
- 142. Genereren van energieprofielen van gebruikers op basis van nieuw beleid
- 143. Kwantificeren van dynamische interacties tussen gedrag en beleid

- 211. Toevoegen batterijen
- 212. Inzetten van EV-laadinfrastructuur
- 213. Integreren van Power-to-X-systemen
- 214. Integreren van opwek en opslag

- 221. Identificeren van knelpunten in netcapaciteit
- 222. Bepalen van prioriteiten voor capaciteitsuitbreiding
- 223. Toevoegen van capaciteit
- 224. Verbeteren van monitoring en besturing

- 133.1 Inzetten van dynamische ratings
- 133.2 Voltage regulatie

Use case B: De impact op de overige energiedragers van een greenfield water-warmtenet om de omgeving te verwarmen





BIJLAGE: TOELICHTING ESDL EN AANZET MINIMALE DATASET

Een gemeenschappelijke taal voor het energiesysteem is een vereiste:

- voor mensen om elkaar te begrijpen;
- voor machines om data met elkaar uit te wisselen en correct te interpreteren.

Mensen kunnen niet samen tot onderzoeksvragen komen zonder overeenstemming over gezamenlijke terminologie en een gezamenlijk beeld van het energiesysteem. En voor machines is een gedeelde of op elkaar afgestemde typologie en begrippenkader noodzakelijk om data juist te interpreteren.

In dit hoofdstuk beschrijven we een semantisch model voor het energiesysteem. Dit semantische model is de gemeenschappelijke taal die door de hele strategie heen als basis wordt gebruikt wanneer we over het energiesysteem hebben in het algemeen en over energiedata in het bijzonder. Met dit model geven we aan:

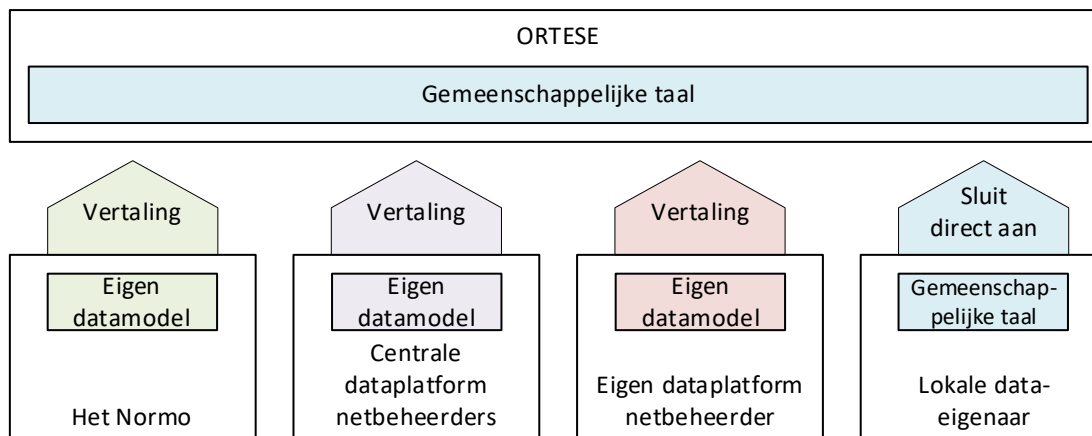
- hoe het energiesysteem te beschrijven;
- hoe energiedata te beschrijven;
- hoe kwaliteitsvereisten van energiedata te beschrijven.

We geven eerst aan wat de vereisten zijn die we aan het model stellen, door aan te geven hoe we het model willen gebruiken in onze datastrategie. Daarna geven we aan welke modellen en talen er al zijn, hoe deze tegemoetkomen aan de vereisten, en wat de voor- en nadelen zijn van deze modellen. Daarbij kijken we ook naar bestaande en in ontwikkeling zijnde energiedataplatformen (en de modellen die zij gebruiken), zoals Het Normo, de dataplatformen van enkele grote netbeheerders, en het centrale dataplatform van ESDN (Energie Data Services Nederland).

Daarna beschrijven wij ons semantisch model. Wij gebruiken ESDL (Energy System Description Language) als de basis van ons model en breiden dit waar nodig uit.

Onze datastrategie schrijft voor om voor elk nieuw datadeelinitiatief bij voorkeur gebruik te maken van het door ons hier beschreven semantisch model. In de praktijk zal veel data echter uit systemen komen die een ander onderliggend model gebruiken. Om in zo'n geval de data juist te interpreteren, moet er eerst een vertaling worden gemaakt tussen ons semantisch model en dat van het systeem waar de data uitkomt. Hier geven we eerst aan hoe zo'n vertaling eruit moet zien. En tot slot geven we de vertaling voor (i) Het Normo en (ii) het dataplatform van Enexis.

Afbeelding V.1 Direct en indirect gebruik van ESDL als gezamenlijke taal



Beschrijven van het energiesysteem in een gedeelde taal

Om op een consistente manier energiedata te kunnen delen, is het noodzakelijk om ook het systeem waarin deze data worden gedeeld op een consistente manier te beschrijven. Hier beschrijven we daarom het semantisch model van het energiesysteem dat wordt gebruikt. In dit model beschrijven we onder andere:

- fysieke energiesysteemcomponenten;
- segmentatie en meetpunten;
- energiedragers;
- actoren en rollen;
- beleids-, juridische en regelgevende context;
- processen en functies.

Het doel is daarbij niet om een volledig en uitputtend model van het energiesysteem op te stellen. De focus ligt op de onderdelen die noodzakelijk zijn voor de overige kaders binnen deze datastrategie.

Energy System Description Language (ESDL) - Introductie

In hoofdstuk 3.2 wordt Energy System Description Language (ESDL) aanbevolen als de gedeelde taal om energiesystemen te beschrijven. Deze bijlage gaat dieper in op wat ESDL is, hoe het is opgebouwd, welke systeemelementen ermee kunnen worden beschreven en wat de voor- en nadelen zijn.

ESDL is een modelleertaal waarmee energiesystemen op een uniforme en gestructureerde manier kunnen worden beschreven. Het model maakt het mogelijk om kenmerken van een energiesysteem vast te leggen, zoals energie-assets (productie, consumptie, conversie en opslag), netwerkinfrastructuur, energiedragers, energieprofielen en technische systeemspecificaties. Hierdoor kunnen plannen van bijvoorbeeld beleidsmakers of systeembeheerders worden vertaald naar een model van een energiesysteem dat door verschillende simulatie- en optimalisatietools kan worden gebruikt voor analyse.

ESDL is geen simulatiemodel en bevat geen vooraf gedefinieerde energiesysteemmodellen. Het is een beschrijvingstaal waarmee een specifiek energiesysteem kan worden vastgelegd op basis van kennis van het te modelleren systeem. Documentatie en tutorials voor het gebruik van ESDL zijn online beschikbaar, zowel via een grafische gebruikersinterface (GUI) als via programmatische interfaces.

Technisch is ESDL gedefinieerd als een XML Schema Definition (XSD), waarmee energie-assets en hun relaties formeel en machine leesbaar kunnen worden vastgelegd. Hierdoor kunnen experts en softwaretools het model eenduidig interpreteren en wordt interoperabiliteit tussen simulatie-, reken- en GIS-toepassingen ondersteund. Dankzij de aggregatie- en compositieprincipes kan een complex energiesysteem generiek en consistent worden gemodelleerd.

Voor ontwikkelaars is daarnaast de pyESDL-bibliotheek beschikbaar, waarmee ESDL-modellen programmatisch kunnen worden aangemaakt, gelezen en aangepast binnen Python-gebaseerde workflows.

Deze bibliotheek bevat Python-klassen voor alle ESDL-objecten, functionaliteit voor het inlezen en schrijven van ESDL-bestanden en hulpmiddelen voor het werken met onder andere profielen, geometrieën, grootheden en eenheden. Hierdoor kunnen ontwikkelaars ESDL-objecten direct gebruiken in hun simulatie-omgeving of deze mappen naar hun eigen interne datamodellen.

Belangrijke kenmerken van ESDL zijn:

- asset-georiënteerde en netwerk gebaseerde modellering;
- ondersteuning voor elektriciteit, warmte, gas, waterstof en opslag;
- expliciete beschrijving van topologie en capaciteiten;
- ondersteuning van scenario's en tijdreeksen;
- ontworpen voor interoperabiliteit tussen verschillende analysetools;
- open en vendor-neutraal, met uitbreidingsmogelijkheden.

ESDL – Verdiepende analyse

Met ESDL kan een energiesysteem integraal en op verschillende schaal- en detailniveaus worden beschreven. Dit omvat onder andere energie-assets (productie, consumptie, opslag, transport en conversie), netwerktopologie, energiedragers, materialen, gebouwen (individueel en geaggregeerd), ruimtelijke gebieden, energiepottiële en tijdsafhankelijke energieprofielen. Hierdoor kan ESDL fungeren als een gemeenschappelijke beschrijving van het energiesysteem die door verschillende modellen en analysetools gebruikt kan worden. Indien nodig kan ESDL worden uitgebreid om aanvullende elementen te beschrijven.

In een Digitale Schaduw kan ESDL worden gebruikt om de systeemtopologie, netwerkinfrastructuur, energie-assets en algemene eigenschappen van deze assets te beschrijven. Ook statische systeemp parameters en tijdreeksen van energieprofielen kunnen worden opgenomen. Wanneer een Digitale Schaduw wordt ingezet voor real time operationele aansturing, zijn echter aanvullende ontologieën en protocollen nodig voor de uitwisseling van real time meetdata. ESDL is hier niet primair voor ontworpen. Ontologieën zoals Sensor, Observation, Sample and Actuator Ontology (SOSA), Semantic Sensor Network Ontology (SSN) en SAREF kunnen worden gebruikt om real time sensordata en observaties te beschrijven en uit te wisselen. Aangezien dit document zich richt op Digitale Schaduws voor planningsdoeleinden (een zogeheten Digitale Schaduw), vallen protocollen voor real time communicatie en operationele aansturing buiten de scope. Als dergelijke functionaliteiten in de toekomst nodig blijken, kan het model worden uitgebreid of gecombineerd met aanvullende methoden.

Afhankelijk van het doel van een Digitale Schaduw kan het nodig zijn om dynamisch gedrag van assets en verbindingen te modelleren, bijvoorbeeld hoe deze reageren op netcondities, prijsprikkels of sturingssignalen. Dit kan betrekking hebben op regelstrategieën bij netaansluitingen (zoals piekbegrenzing of congestiemanagement), rebound-effecten na flexibiliteitsacties of het operationele gedrag van assets zoals batterijen, warmtepompen, laadpunten voor elektrische voertuigen en hernieuwbare opwek. Voor dergelijke toepassingen moeten doorgaans capaciteitsbeperkingen, dynamische toestandsvariabelen, responstijden en regelstrategieën worden vastgelegd.

ESDL kan dynamisch systeemgedrag in beperkte mate beschrijven. Zo kunnen capaciteitsbeperkingen, bepaalde dynamische toestandsvariabelen en het type regelstrategie van een asset worden vastgelegd. De gedetailleerde modellering van het gedrag zelf blijft echter model-specifiek en wordt doorgaans in de analysetools geïmplementeerd. Voor meer gedetailleerde toepassingen kunnen overdrachtsfuncties van assets in ESDL worden opgenomen om systeemdynamica of transient gedrag te modelleren. Binnen het ORTESE-programma kan ESDL bovendien relatief eenvoudig worden uitgebreid om aanvullende methoden voor het beschrijven van dynamisch gedrag te ondersteunen.

ESDL richt zich primair op de structurele beschrijving van het energiesysteem. Gedragsaspecten van personen, beleidsinstrumenten (zoals subsidies of belastingen), tijdsafhankelijk veranderende mengsels of projectprocessen worden niet expliciet gemodelleerd. In beperkte mate kunnen wel parameters worden vastgelegd die indirect met gedrag samenhangen, zoals setpointinstellingen van gebouwen of het type regelstrategie van een asset.

ESDL wordt inmiddels door een groeiend aantal partijen gebruikt en ondersteund, waaronder ESRI, The People Group, EQUANS, Zenmo en verschillende kennisinstellingen zoals de Hanzehogeschool, TU Eindhoven en TU Delft. Tegelijkertijd vormt adoptie in de praktijk nog een uitdaging. Veel organisaties hebben al eigen datamodellen geïmplementeerd in hun tools, waardoor aanpassing naar een nieuw model tijd en middelen kost. De voordelen van standaardisatie – zoals betere herbruikbaarheid van resultaten, transparantie van aannames en verbeterde samenwerking tussen partijen – liggen vaak meer op ecosysteemniveau dan bij individuele toolontwikkelaars. Daarnaast worden vanuit overheden momenteel nog geen expliciete eisen gesteld aan het gebruik van een standaard semantisch model bij energiesysteemstudies of energieplannen, zoals provinciale systeemstudies, warmteprogramma's of RES- en CES-strategieën.

ESDL – Structuur

Met ESDL kunnen een aantal elementen van een energiesysteem gemodelleerd worden, onder andere:¹

Energie assets

Energie-assets zijn onderverdeeld in vijf categorieën (capabilities):

- consumptie – energievragen (bijv. elektriciteitsvraag);
- productie – energie-opwek (wind, zon, geothermie, restwarmte);
- opslag – opslag van energie (batterijen, warmtebuffers, WKO);
- transport – distributie-infrastructuur (kabels, pijpen, pompen);
- conversie – omzetting van energie (warmtepompen, ketels, centrales).

Assets hebben één of meerdere poorten waarmee ze onderling verbonden worden.

Energiedragers en commodities

ESDL onderscheidt:

- commodities (elektriciteit, gas, warmte, algemeen) – meer abstract;
- energiedragers (bijvoorbeeld gas, olie, biomassa) – meer detail, onder andere CO₂-informatie.

Beide zijn door gebruikers definieerbaar en gekoppeld aan asset-poorten.

Gebouwen

ESDL ondersteunt:

- individuele en geaggregeerde gebouwen;
- eigenschappen zoals isolatie, installaties, energielabels en gebruik.

Voor geaggregeerde gebouwen zijn distributies mogelijk (bouwjaar, eigendom, woningtype, gebruiksdoel).

Locatie en ruimtebeslag

Assets en energiepotentiëlen kunnen geometrisch worden vastgelegd als:

- punt, lijn of polygoon, afhankelijk van functie en ruimtebeslag.

3D-aspecten

Coördinaten kunnen in 3D worden opgegeven (bijv. diepte van leidingen), maar 3D-vormen worden niet ondersteund.

Gebieden

ESDL kan ruimtelijke gebieden beschrijven (van perceel tot provincie), inclusief:

- type gebied (buurt, wijk, regio);
- hiërarchieën tussen gebieden;
- koppeling met sociale en economische eigenschappen.

¹ [Wat kun je modelleren met ESDL? – ESDL-website.](#)

Energiepotentieel

Gebieden met energiepotentieel kunnen worden vastgelegd, zoals:

- zon, wind, WKO en geothermie;
- zoekgebieden en gebieden met wettelijke status.

Topologie

ESDL kan de topologie van energienetwerken vastleggen:

- kabels, leidingen en netwerken;
- werkelijke verbindingen via poorten en koppelingen.

Profielen

Tijdafhankelijke informatie kan als profiel worden opgenomen, zoals:

- vraag- en productieprofielen;
- kosten, weersdata en omgevingsvariabelen.

Grootheden en eenheden

Voor profielen en attributen worden gestandaardiseerde grootheden en eenheden gebruikt (bijvoorbeeld EUR/MW/jaar). Software zorgt voor leesbare presentatie.

KPIs

Aan assets en gebieden kunnen KPIs worden gekoppeld, zoals:

- CO₂-uitstoot, energieneutraliteit, kosten en energie-import;
- de definitie van KPIs is vrij voor de gebruiker.

Partijen en eigenaarschap

Assets en gebieden kunnen één of meerdere eigenaren hebben, inclusief gebouw- en grondbezit.

Sectoren

Sectorindelingen (bijvoorbeeld Gebouwde omgeving, Industrie, Mobiliteit of SBI-codes) kunnen gekoppeld worden aan assets, gebieden of partijen.

Distributies

Percentuele verdelingen zijn mogelijk, onder andere voor:

- gebouwkenmerken;
- energiemix per gebied.

Mobiliteit en transport

ESDL ondersteunt:

- voertuigtypen, brandstoffen en efficiëntie;
- voertuigbezit en energievraag per gebied.

Maatregelen

Maatregelen beschrijven ingrepen met kosten en voorwaarden, zoals:

- toepasbaarheid per bouwtype, energielabel of gebied.

Energiemarkten

Assets kunnen gekoppeld worden aan energiemarkten, inclusief biedingsinformatie voor markt-simulaties.

Aansturing en dynamisch gedrag

ESDL biedt mogelijkheden voor:

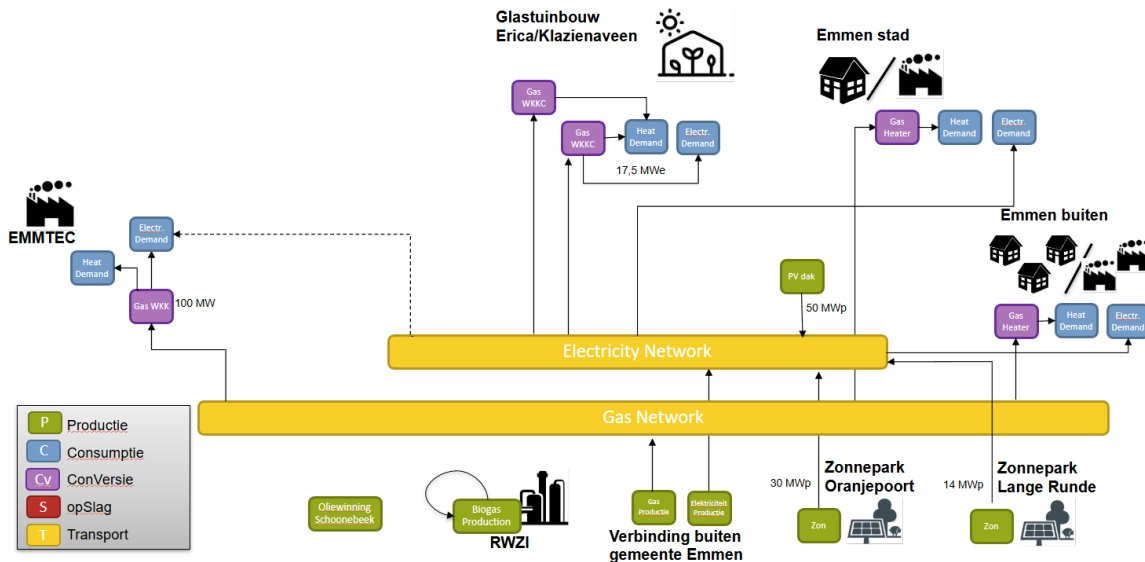
- control strategies en regelingen;
- beschrijving van dynamisch gedrag via transferfuncties.

Referentie naar brondata

Bij informatie kan een bronverwijzing worden opgenomen (eigenaar, versie, datum, link).

Dit hoofdstuk geeft een eenvoudig voorbeeld van (een deel van) een multi-carrier energiesysteem in Emmen, gemodelleerd in ESDL. Afbeelding V.2 gebruikt concepten (en kleuren) uit ESDL om het (geplande) energiesysteem conceptueel te beschrijven. Let op dat dit geen ESDL-model zelf is, maar een startpunt om het energiesysteem beter en eenduidig in kaart te brengen en te begrijpen.

Afbeelding V.2 Energiesysteem Emmen in ESDL-concepten – Conceptueel



Met een dergelijke representatie kan een volledig energiesysteem, inclusief de assets, infrastructuur, verschillende energiedragers en hun onderlinge samenhang, beter worden begrepen door verschillende stakeholders. Daarnaast kunnen modelleurs en technische ontwikkelaars deze visualisaties gebruiken als uitgangspunt voor het opstellen van gedetailleerde energiesysteemmodellen. Merk op dat het niet noodzakelijk is om dergelijke visuele representaties te maken om een ESDL-bestand op te stellen, maar dat ze wel helpen bij een beter begrip van het betreffende systeem.

Afbeelding V.3 toont een eenvoudig ESDL-model van het energiesysteem van Emmen (zoals beschreven in afbeelding V.2), gevisualiseerd in een kaartgebaseerde ESDL-editor, MapEditor¹. De afbeelding laat verschillende energie-assets (en hun onderlinge verbindingen) in het gebied zien, waaronder producenten, consumenten, conversie- en transportassets, evenals een vereenvoudigde representatie van de fysieke infrastructuur van het elektriciteitsnet op verschillende spanningsniveaus. Van alle assets kunnen parameters worden gespecificeerd en kunnen data over hun profielen worden toegevoegd. Afbeelding V.4 zoomt in op een deel van het elektriciteitsnet en toont verbindingen op 110 kV- (zwart) en 20 kV-niveau (rood).

¹ [Welcome to the ESDL MapEditor documentation — ESDL MapEditor documentation.](#)

Zoals eerder aangegeven is ESDL een XML-gebaseerde taal waarin alle elementen op een uniforme manier worden beschreven. Het opstellen van een ESDL-model resulteert in een XML-bestand dat zowel door mensen als door machines kan worden gelezen. Het gebruik van MapEditor maakt het eenvoudig om een ESDL-model te creëren, maar is niet noodzakelijk. ESDL-modellen kunnen ook programmatisch, bijvoorbeeld via scripts, worden gegenereerd. Afbeelding V.5 toont een deel van het hierboven gemodelleerde ESDL-model.

Afbeelding V.5 ESDL-file snippet

```
<asset xsi:type="esdl:Transformer" id="efal87d3-27ee-40ff-9d54-15d7041fd29b" name="Transformer_efal">
</asset>
<asset xsi:type="esdl:ElectricityCable" id="32d11575-76dc-4c25-8cf5-17c7fb2bda6a" name="ElectricityCable_32d1" length="2498.3">
</asset>
<asset xsi:type="esdl:ElectricityCable" id="f4b1e77c-32f9-4669-a2b7-5e47d6899fb9" name="ElectricityCable_f4b1" length="13822.72">
</asset>
<asset xsi:type="esdl:Joint" id="ee4c2dbd-5385-48a6-8db9-5fdaa014bfb" name="Joint_ee4c">
</asset>
<asset xsi:type="esdl:ElectricityCable" id="73808511-b67a-476d-8695-a17b6983d78" name="ElectricityCable_7380" length="2344.9">
</asset>
<geometry xsi:type="esdl:Line" CRS="WGS84">
</geometry>
<port xsi:type="esdl:InPort" id="093c23b6-6487-4064-b1bf-9713cfl19a3c" name="In" connectedTo="1bd29169-66eb-453a-9910-424f1837583c" carrier="8693879d-9266-4860-a196-9aaa007d73f0"/>
<port xsi:type="esdl:OutPort" id="883065c1-2d1b-48fe-85ee-d0bf5feda196" name="Out" connectedTo="312537d6-f113-45b1-a374-bf2d310bce4" carrier="8693879d-9266-4860-a196-9aaa007d73f0"/>
</asset>
</areas>
</instance>
<energySystemInformation xsi:type="esdl:EnergySystemInformation" id="7a14c3c4-a9ae-4d8f-a88e-95a8b3db266f">
<carriers xsi:type="esdl:Carrier" id="eacfb971-a7f9-46a9-9dbd-ca37dd8c947">
<carrier xsi:type="esdl:EnergyCarrier" name="NaturalGas" id="NaturalGas" energyContent="35.17" emission="1.79139" energyCarrierType="FOSSIL" stateOfMatter="GASEOUS">
</carrier>
<carrier xsi:type="esdl:EnergyCarrier" name="Electricity" id="Electricity" energyContent="3.6" emission="0.649" energyCarrierType="FOSSIL">
</carrier>
<carrier xsi:type="esdl:HeatCommodity" name="Heat" id="Heat"/>
<carrier xsi:type="esdl:EnergyCarrier" name="Biogas" id="d971d399-cff5-4488-9526-91076d8b9ae" energyContent="22.788" emission="1.05" energyCarrierType="FOSSIL" stateOfMatter="GASEOUS">
</carrier>
<carrier xsi:type="esdl:GasCommodity" name="Hydrogen" id="75bf3803-05da-45d4-a9ec-c4c3f4ee3bb3"/>
<carrier xsi:type="esdl:EnergyCarrier" name="Crude Oil" id="f63d8ed5-e6ab-4f38-b25a-5b9dfe2f2f5a" energyContent="42.7" emission="73.3" energyCarrierType="FOSSIL" stateOfMatter="LIQUID">
</carrier>
<carrier xsi:type="esdl:ElectricityCommodity" id="af7b94d17-7548-4956-bb1a-7c3c2ed15fb7" name="E-20kV" voltage="20000.0"/>
<carrier xsi:type="esdl:ElectricityCommodity" id="f02cdffa-ef2d-489a-8669-028c8f1544a5" name="E-380kV" voltage="380000.0"/>
<carrier xsi:type="esdl:ElectricityCommodity" id="8693879d-9266-4860-a196-9aaa007d73f0" name="E-110kV" voltage="110000.0"/>
</carriers>
</sectors xsi:type="esdl:Sectors" id="e0bfc8ab-59e8-4444-b081-3712480e956d">
</sectors>
</energySystemInformation>
```

Aanzet ORTESE-specifieke dataset

Dit hoofdstuk zoomt in op (een deel van) de ORTESE-Use Case “Ontlasten van het elektriciteitsnet door het gebruiken van (bestaande) flexibiliteit” en laat zien welke data nodig kan zijn om deze Use Case voor de elektriciteitsdrager te modelleren. Afhankelijk van het doel kan deze dataset worden uitgebreid of juist vereenvoudigd.

- **netwerktopologie** – informatie over de netwerktopologie in het onderzochte gebied, inclusief de **locatie van stations en onderstations**, het **verloop en capaciteit (in kVA) van kabels**, en de **aansluitingen op deze stations**. Dit omvat zowel de **fysieke infrastructuur** (stations, kabels, verbindingen) als het **verzorgingsgebied van stations**: welke partijen zijn aangesloten, zonder noodzakelijkerwijs alle individuele aansluitpunten te modelleren. Waar relevant kan gebruik worden gemaakt van **GIS-netwerkdatabank van onderstations**, inclusief kabels en aangesloten partijen, waarbij het detailniveau (bijvoorbeeld LS- of MS-netwerk en het expliciet modelleren van aansluitingen) afhangt van de **belangrijkheid van partijen** en de vragen die het scenario moet beantwoorden:
 - **data-eigenaar**: netbeheerder (binnen ORTESE – Enexis), aangevuld met landelijke inzichten (bijv. Netbeheer Nederland). Deze data zijn niet publiek beschikbaar en dient te worden opgevraagd bij de netbeheerders;
 - **datakarakteristieken**: statische data;
 - **niet openbare data**; openbare data zijn heel beperkt;
 - **Enexis - Partner binnen het project** (heel belangrijke informatie);
 - **timestamp**;
- **specificaties van Station en kabels** (HS-MS en TS-MS + regelstations/schakelstations + onderliggende kabels);
 - **capaciteit van iedere transformator van het station in MVA/kVA**
 - 1 data-eigenaar: netbeheerder (binnen ORTESE – Enexis);
 - 2 datakarakteristieken: statische data;
 - **capaciteit van iedere kabel: afgaande velden, inkomende velden en kabels van het onderliggende MS-netwerk in KVA**:
 - 1 data-eigenaar: netbeheerder (binnen ORTESE – Enexis);
 - 2 datakarakteristieken: statische data;
 - **belastingprofiel (geaggregeerd) per transformator/kabel (per fase)**:
 - 1 data-eigenaar: Netbeheerder (binnen ORTESE – Enexis);
 - 2 datakarakteristieken: Dynamische data met een tijdsresolutie van ≤15min. Idealiter gemeten, maar anders synthetisch/gegenereerd door de netbeheerder;
 - 3 tijdscomponent: Idealiter is een periode van de laatste 2 jaar voldoende;

- **niet openbare data; openbare data zijn heel beperkt;**
- **timestamp;**
- energieprofielen van alle 'belangrijke' aangesloten partijen op het netwerk – Historisch gemeten energieprofielen (verbruik en productie) van elke aangesloten partij op het netwerk (groot- en kleinverbruikers):
 - belastingprofiel per fase;
 - data-eigenaar: aangesloten partijen (direct van de partijen, via netbeheerder of datatoegangsovereenkomsten);
 - primaire databron – slimme-meterdata van aangesloten partijen;
 - alternatieve/ fallback databronnen – huishoudens-archetypeprofielen (gegenereerd binnen GO-e/TNO); voor grootverbruikers of een specifiek type aangesloten partij (bijv. industrie, tuinders): een beschikbaar voorbeeldprofiel, indien nodig geëxtrapoleerd (en/of een model te bouwen). MFF BAS-profielen (voormalig NEDU), CBS-data;
 - datakarakteristieken: dynamische data met een tijdresolutie van ≤ 15 min. Idealiter gemeten, maar anders synthetisch/gegenereerd;
 - tijdscomponent: idealiter is een periode van de laatste 2 jaar voldoende;
- Specificaties van (flex)assets (incl. opslag) van aangesloten partijen – Informatie over de aanwezige flexibele assets bij aangesloten partijen, waaronder batterijen, EV-laadinfrastructuur, warmtepompen, WKO-systemen en industriële processen.
 - inhoud: Type asset, capaciteit, vermogensgrenzen, opslagvolumes, beschikbaarheid van flexibiliteit en herkomst van de flexibiliteit, ramp-up en ramp-down van de assets;
 - gedrag: Inzetstrategie van assets (bijv. vast gestuurd, profielgestuurd, markt- of prijsafhankelijk);
 - **data-eigenaar:** Aangesloten partijen/ netbeheerder;
 - **datakarakteristieken:** Statische specificaties, aangevuld met dynamische gedragsparameters. Gedrag moet gemodelleerd worden;
 - **timestamp;**
- **dynamisch gedrag van aansluitingen** – welke actieve aansturingen zijn er momenteel aanwezig?
Beschrijving van de huidige actieve aansturing en regelingen op aansluitingen:
 - inhoud: aanwezige besturingslogica, regelstrategieën en beperkingen (bijvoorbeeld load shedding, piekbegrenzing, congestiemanagement);
 - doel: Inzicht in hoe aansluitingen reageren op externe prikkels zoals netcondities, prijzen of signalen van de netbeheerder;
 - datakarakteristieken: Combinatie van statische beschrijvingen en dynamische gedragsparameters;
 - timestamp;
- **reboundeffecten bij flexprofielen** - beschrijving van het extra of verschoven energiegebruik dat optreedt na een flexibiliteitsactie:
 - inhoud: Mate van inhaaleffect (rebound), timing en duur van de rebound, vermogenslimieten en eventuele comfort- of productiebeperkingen;
 - doel: Realistische modellering van aanvullende effecten van de inzet van flexibiliteit die impact hebben op de belasting van het netwerk;
 - datakarakteristieken: Afgeleide parameters, gebaseerd op metingen, aannames of modelschattingen;
 - timestamp;
- **tarieven, stroomprijzen** - informatie over de financiële prikkels die het gedrag van aangesloten partijen en flexassets beïnvloeden:
 - inhoud: netwerkstarieven, energieprijzen (day-ahead, intra-day, onbalans), en relevante GOPACS-mechanismen;
 - doel: modelleren van markt- en tarief gedreven gedrag van flexibele assets;
 - **datakarakteristieken:** dynamische data (prijzen) gecombineerd met statische tariefstructuren;
 - **timestamp.**

BIJLAGE: DE MINIMALE DATASET VOOR VERSCHILLENDE ENERGIEDRAGERS

Voor een toekomstig energiesysteem zijn een groot aantal energiedragers belangrijk, zoals elektriciteit, stoom, warmte en mogelijk waterstof. De precieze opbouw van de dataset verschilt per energiedrager, maar de hoofdonderwerpen zijn hetzelfde:

- 1 Identificatie van aanwezige energiedragers;
- 2 de netwerkstructuur (netwerktopologie): knooppunten, verbindingen en assets:
 - 1 Dit omvat zowel de fysieke infrastructuur als het verzorgingsgebied van stations: welke partijen zijn aangesloten, zonder noodzakelijkerwijs alle individuele aansluitpunten te modelleren;
- 3 De belangrijkste productie-, conversie- en buffercomponenten inclusief: type asset, capaciteit, vermogensgrenzen, opslagvolumes, ramp-up en ramp-down van de assets:
 - 1 De fysische en technische eigenschappen van de assets;
 - 2 Energieprofielen van relevante aansluitingen;
- 4 Een set historische tijdreeksen om het gedrag van het systeem te kunnen reconstrueren.

Voor elke energiedrager is een overzicht gemaakt van de minimale set van onderdelen in het energiesysteem waar je aan moet denken als je een Digitale Schaduw maakt. Dit overzicht is gegeven in tabel VI.1 t/m tabel VI.4.

Tabel VI.1 Elektriciteit

Categorie	Onderdelen
1. Opwek	- PV-installaties (woning-eigen of park); - Windparken (offshore/onshore); - Gasgestookte centrales; - Biomassacentrales; - WKK-installaties.
2. Transport (Hoog-, midden- en laag spanningsnet)	- Kabels en lijnen (boven en ondergronds); - Nodes (tussen/aansluitpunten); - Transformatoren (stap-omhoog, stap-omlaag, distributie); - Verdeelstations; - Schakel installaties (schakelaars, vermogensschakelaars, scheiders, schakelstations).
3. Opslag	- Batterijen (woning-eigen of centraal); - Waterstofopslag (indirect via elektrolyse); - Thermische opslag (warmtebuffer).
4. Eindgebruikers	- Huishoudens; - Commerciële gebouwen; - Transport (EV's, laadinfrastructuur); - Industrie; - Landbouw (agrarische bedrijven, kassen).
5. Conversie	- Elektriciteit naar warmte (warmtepompen, elektrische boilers); - Elektriciteit naar gas (elektrolyse/waterstof); - Gas naar elektriciteit (centrales, WKK).
6. Flexibiliteit	- Stuurbare belasting (load sharing); - Slimme laadpalen/EV laden; - Regelbare opwek (wind/zon curtailment); - Inzetbare piek opwek (gascentrales, WKK); - Batterijen (actief gestuurd); - Power-to-X installaties (elektrolyse, power-to-heat); - Nettopologie optimalisatie (via schakelaars);

Tabel VI.2 Warmte

Categorie	Onderdelen
1. Warmteproductie/bronnen	- Warmtekrachtcentrale (WKK, gas of biomassa); - Biomassacentrale; - Restwarmte (industrie, datacenters of afvalverbrandingsinstallaties); - Geothermische bron; - Zonneboilers /zonnectorvelden (grootschalig).
2. Distributie	- Primaire hoofdleidingen (aanvoer en retour); - Secundaire distributieleidingen (aanvoer en retour); - Regelstations en warmtewisselaars; - Circulatiepompen (retour- naar aanvoerleiding); - Boosterpompen (drukverhoging); - Regelkleppen en afsluiters (debiet regeling, gebied isolatie, onderhoud).
3. Opslag	- Warmtebuffers (seizoensopslag of kort); - Koud wateropslag (WKO-systemen).
4. Afnemers	- Woningen (ruimteverwarming + tapwater); - Utiliteitsgebouwen (kantoren, scholen, ziekenhuizen); - Industriële afnemers (proceswarmte of voorverwarming); - Agrarische sector (kassen, stallen);
5. Conversie	- Elektriciteit naar warmte (warmtepompen, elektrische boilers); - Gas naar warmte (ketels, WKK); - Warmte naar warmte (warmtewisselaars).
6. Flexibiliteit	- Thermische buffers (actief gestuurd); - Aanvoertemperatuur en debiet regelingen; - Flexibele opwek (WKK, warmtepompen, biomassacentrales).

Tabel VI.3 Stoom

Categorie	Onderdelen
1. Productie	- Stoomketels (aardgas, waterstof, biogas, biomassa); - Industriële reststoom; - Warmtekrachtcentrales (WKK) met stoomproductie; - Afvalverbrandingsinstallaties (AVI) met stoomproductie; - Geothermie met hoge temperaturen.
2. Distributie	- Stoomleidingen (hoge en lage druk, aanvoer); - Condensatieleidingen/retourleidingen; - Expansiestations; - Drukregel- en veiligheidsventielen (PRV); - Ontgassers; - Stoomfilters, drogers, afscheiders; - Condensatiepompen; - Warmtewisselaars.
3. Opslag	- Condensaatbuffers; - Stoomaccumulators.
4. Afnemers	- Woningen (ruimteverwarming + tapwater); - Utiliteitsgebouwen (kantoren, scholen, ziekenhuizen); - Industriële afnemers.
5. Conversie	- Warmtewisselaars (stoom naar water); - Damp naar stoom (procesindustrie); - Stoom naar elektriciteit (turbines/generatoren).
6. Flexibiliteit	- Bypass leidingen; - Variabele stoomproductie; - Buffer/accumulatie beheer; - Drukregeling/regelventielen;

Tabel VI.4 Waterstof

Categorie	Onderdelen
1. Productie	- Elektrolyse-installaties (lokaal of grootschalig); - Reformen van aardgas met CO₂-afvang; - Biomassaverwerking naar waterstof;

	- Overige groene waterstofproductie (wind/zon direct naar H ₂).
2. Distributie	- Pijpleidingen voor waterstof (hoog/laag druk); - Tankwagens en transportcontainers; - Compressie- en drukstations; - Tanken en vulstations voor eindgebruikers.
3. Opslag	- Drukvaten (hoog/laag druk); - Ondergrondse opslag (bijvoorbeeld zoutcavernes, lege gasvelden); - Vloeibaar waterstof opslag (cryogeen).
4. Afnemers	- Industrie (chemische productie, staal, raffinage); - Mobiliteit (waterstofauto's, bussen, vrachtwagens); - Warmtevoorziening (industrie of gebouwverwarming via branders); - Elektriciteitsopwekking via brandstofcellen.
5. Conversie	- Waterstof naar elektriciteit (brandstofcellen, gasturbines); - Waterstof naar warmte (boilers, WKK, industrieel); - Waterstof naar andere energiedragers (ammoniak, methaan via Power-to-X).
6. Flexibiliteit	- Opslag gestuurd gebruik (bijv. seizoensopslag); - Dynamische distributie (compressie/drukregeling); - Inzet voor piekvermogen elektriciteit (brandstofcelcentrales); - Integratie in multi-energienetwerken (elektriciteit, warmte, gas).

