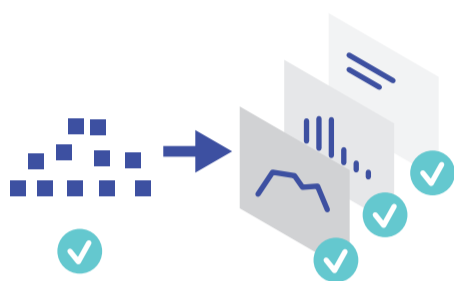


GRENZEN AAN MODELLEN

Modellen kunnen waardevol zijn als ze goed gebruikt worden. Maar niet alles kan. Hou rekening met drie belangrijke grenzen aan modellen als je modellen gebruikt of modeluitkomsten goed wil begrijpen.

A

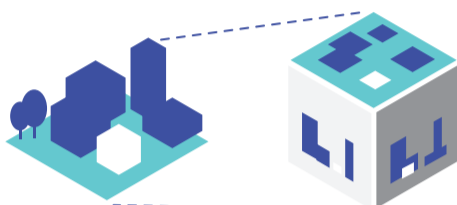
Zonder goede data geen goede modelresultaten



Stop je rommel in een model, dan komt er ook rommel uit.

B

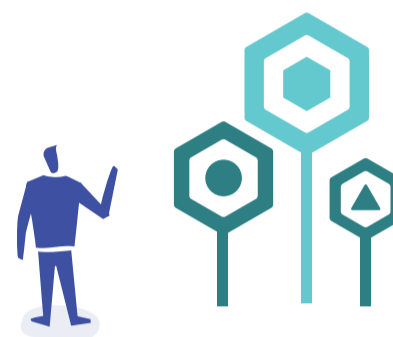
Modellen zijn vereenvoudigingen van de realiteit



Een model kan inzichten bieden in het stukje van de realiteit dat het beschrijft. Over de weggelaten delen zegt het niets.

C

Elk model heeft zijn eigen doel



Gereedschap moet je juist gebruiken. Een put met een hamer graven is verloren moeite.

Goed om te weten

Modellen gebruiken data om uitkomsten uit te rekenen. Data zijn geen onderdeel van een model, maar input.

Beperkingen en onzekerheden in input-data vertalen zich altijd door in modeluitkomsten.

Vereenvoudigingen kunnen helpen om te focussen.

Verschillen in vereenvoudigingen kunnen soms leiden tot schijnbare tegenspraken tussen de uitkomsten van modellen.

Vereenvoudigingen moeten goed afgestemd zijn op het vraagstuk dat je wil oplossen.

Modellen zijn gereedschap. Elk (type) model is gemaakt voor een bepaald doel: een bepaald type vraagstukken oplossen.

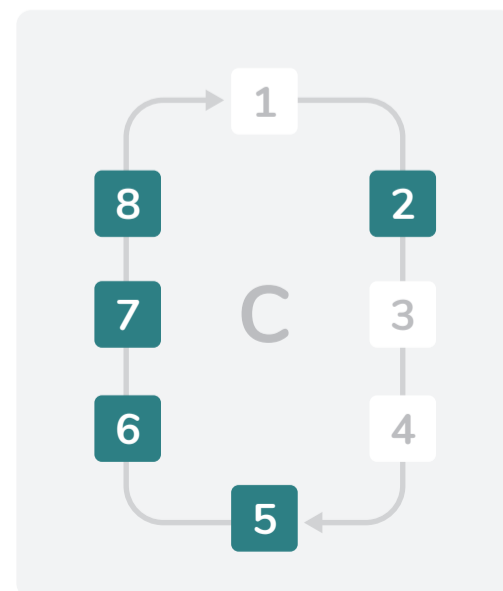
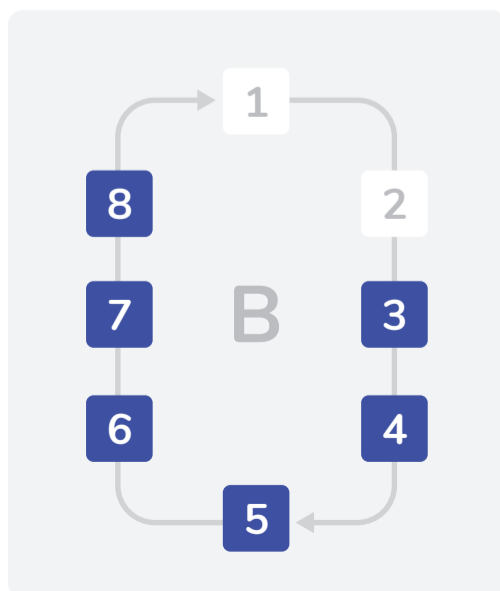
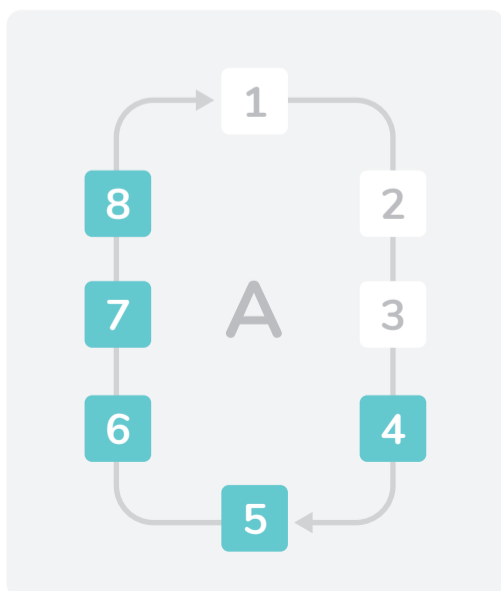
Het verschil in uitkomsten van de verschillende modellen kan inzichten geven in verbanden en onzekerheden.

Het gekozen model, of combinatie van modellen, moet goed passen bij het vraagstuk.

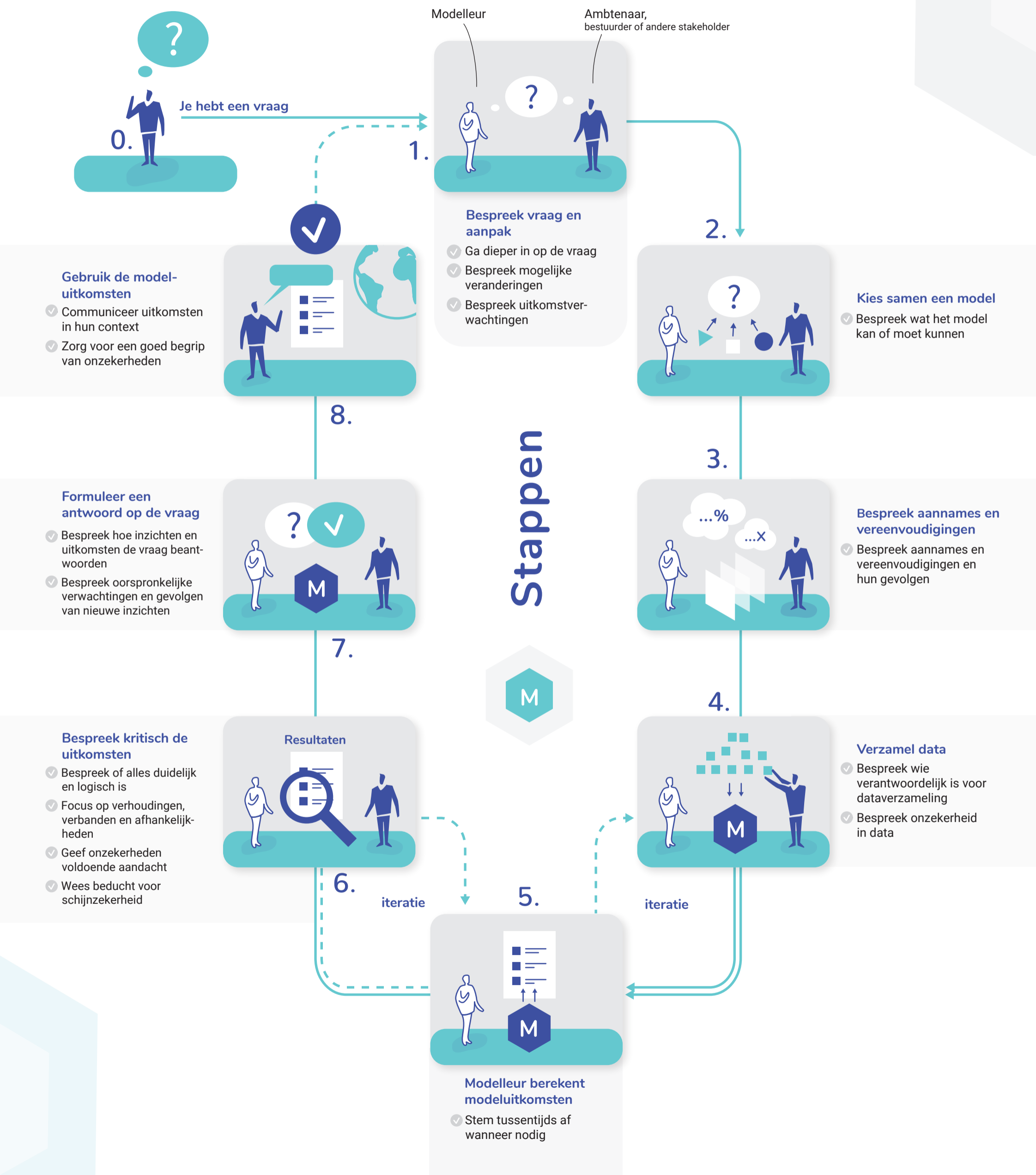
Aan de slag



Deze grenzen aan modellen spelen op verschillende momenten een rol als je de modelstappen doorloopt. Hou de grenzen in je achterhoofd bij de volgende stappen:



MODELSTAPPEN



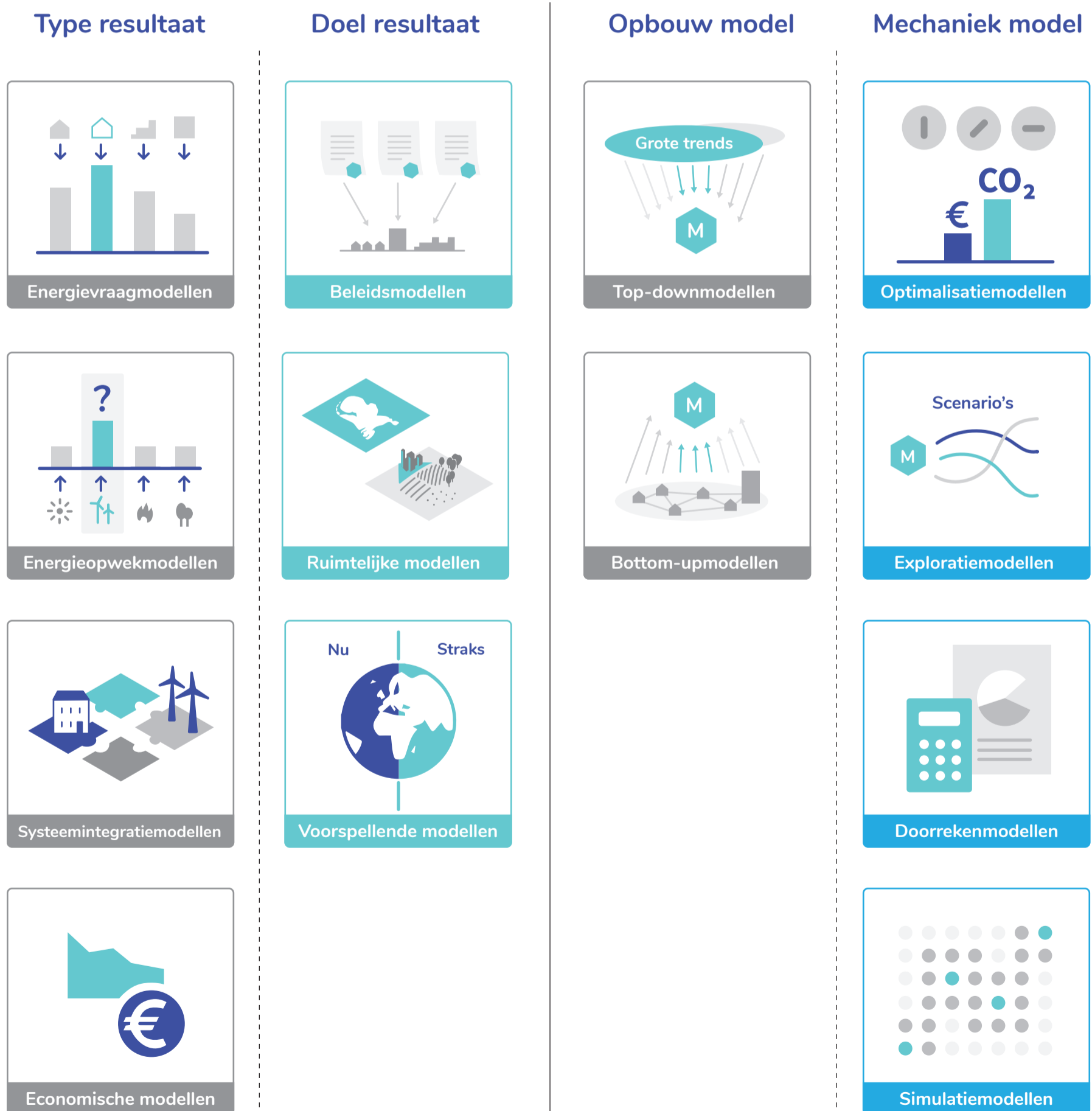


TYPES MODELLEN



Indeling op basis van uitkomsten

Indeling op basis van modelkenmerken



Voorbeeld: Energietransitiemodel (Quintel Intelligence)

Dit is een **stroomintegratiemodel**: in dit model zitten verschillende componenten van het energiesysteem samen: verschillende soorten gebruikers (huishoudens, gebouwen, transport, industrie, landbouw en overig). Ook verschillende energiedragers zitten in het model (elektriciteit, warmte, waterstof, enz.)

Met de resultaten kunnen **voorspellingen** gedaan worden van de toekomst op basis van de aannames die in het model gestopt zijn.

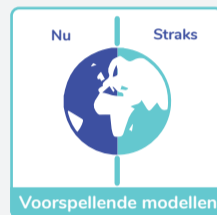
De logica van het model is **top-down**. De opbouw van het model is **bottom-up**, verschillende elementen zitten er afzonderlijk in: bijvoorbeeld de energievraag is samengesteld uit de energievragen van allerlei sectoren, en in elke sector is de energievraag op zijn beurt uit allerlei componenten opgebouwd.

Het Energietransitiemodel is in de eerste plaats een **doorrekenmodel**. Wanneer je de schuifjes hebt ingesteld, rekent het de uitkomst uit. Je kan er ook verschillende scenario's mee bouwen, dus het model heeft ook exploratiemogelijkheden.

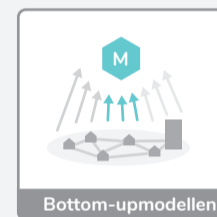
Type resultaat



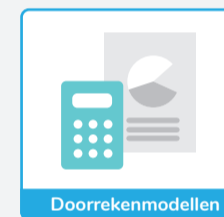
Doel resultaat



Opbouw model



Mechaniek model



Voorbeeld: CEGOIA (CE Delft)

Dit is een **economisch model**: de modelresultaten zijn kosten van verschillende warmtetechnieken.

Het is een **beleidsmodel**: de resultaten kunnen beleids- makers inzicht geven die hen ondersteunen bij het maken van beslissingen.

CEGOIA is een **bottom-up model**: warmtetechnieken en buurten worden individueel gemodelleerd, het plaatje van een gemeente of een regio ontstaat vanuit die individuele elementen.

CEGOIA is een **optimalisatiemodel**: het berekent de laagste kosten voor vooraf gekozen aannames en instellingen, die later kunnen aangepast worden, waardoor ook scenario's berekend kunnen worden. Daarom is CEGOIA ook een **exploratiemodel**.

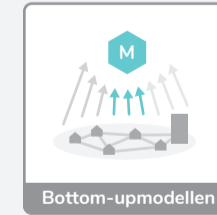
Type resultaat:



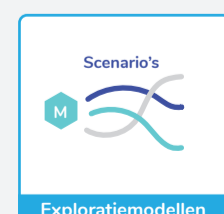
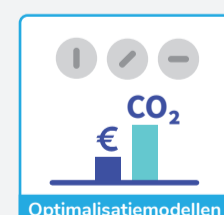
Doel resultaat:



Opbouw model:



Mechaniek model:



1. Systemintegratiemodellen



Modellen die verschillende onderdelen van het energiesysteem bij elkaar brengen: energievraag in verschillende sectoren (bijvoorbeeld industrie, gebouwde omgeving, mobiliteit, landbouw), energieopwek uit verschillende bronnen (fossiele bronnen, wind, zon, geothermie, enz.) en rekening houden met verschillende energiedragers (zoals elektriciteit, gas en warmte).

Sterktes:

Inzichten in de afhankelijkheden en synergieën tussen verschillende onderdelen van het energiesysteem

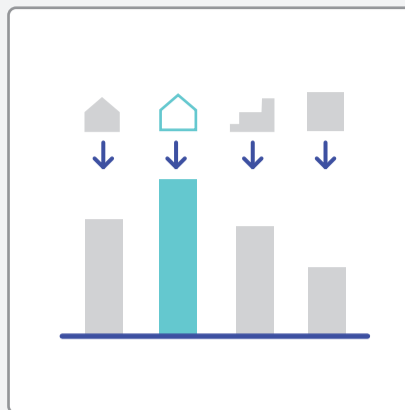
Zwaktes:

Lang om te bouwen, vragen heel veel uiteenlopende data, vaak vooral gericht op langere termijn en grotere geografische schaal

Voorbeeld(en): ESSIM (TNO) en ETM (Quintel Intelligence)

Termijn: middellange tot lange **Schaal:** middelgrote tot grote

2. Energievraagmodellen



Modellen die de energievraag modelleren. Deze modellen zijn meestal beperkt tot een bepaald type energiegebruiker, de energievraag van een huishouden wordt bijvoorbeeld door heel andere factoren bepaald dan de energievraag van een staalfabriek, en moet dus anders gemodelleerd worden.

Sterktes:

Model kan goed afgesteld worden om de eigenschappen van een bepaald type energiegebruiker weer te geven

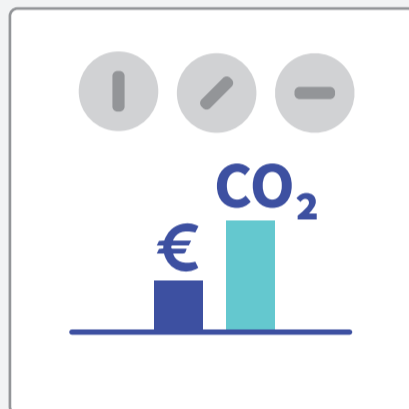
Zwaktes:

Een model dat bedoeld is voor een specifiek type gebruiker is vaak moeilijk of niet in te zetten voor een ander type gebruiker

Voorbeeld(en): Modellen die op basis van apparaat- of gebouwkarakteristieken en gebruikersgedrag de energievraag berekenen

Termijn: korte tot lange **Schaal:** kleine tot grote

3. Optimalisatiemodellen



Modellen die een bepaald vooropgesteld doel (kosten, CO₂-emissies, enz.) zo klein of zo groot mogelijk proberen te maken. Deze modellen kijken eerst hoe kosten, CO₂-emissies, enz. ontstaan, en vervolgens draaien ze aan de knoppen van de oorzaken (binnen afgesproken mogelijkheden) om het doel zo klein of zo groot mogelijk te maken.

Sterktes:

Inzichten in manieren om een vooropgesteld doel zo efficiënt mogelijk te bereiken

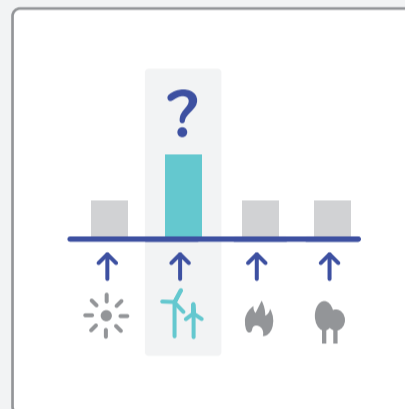
Zwaktes:

Erg moeilijk om verschillende "soorten knoppen" met elkaar te vergelijken, bijvoorbeeld investeringskosten en ruimtelijke inpassing. Sommige aspecten, zoals draagvlak, kunnen amper tot niet opgenomen worden in dit type modellen

Voorbeeld(en): Investeringsmodellen van netbeheerders, Powerfys (Ecofys), CEGOIA (CE Delft), PLEXOS (DNV GL)

Termijn: korte tot lange **Schaal:** kleine tot grote

4. Energieopwekmodellen



Modellen die de energieopwek modelleren. Deze modellen zijn meestal beperkt tot een bepaald type energiebron en techniek, de opwek van zonne-energie in een zonnepaneel verloopt volgens een heel ander mechanisme dan de opwek van windenergie door een windturbine, en moet dus anders gemodelleerd worden.

Sterktes:

Op basis van de eigenschappen van de energiebron en techniek kan de opwek vrij nauwkeurig berekend worden

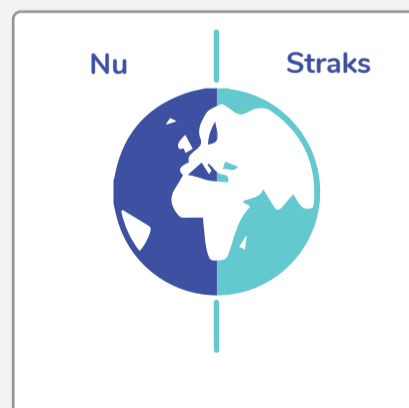
Zwaktes:

Een model dat bedoeld is voor een specifiek type bron en techniek is vaak moeilijk of niet in te zetten voor een ander type bron en/of techniek

Voorbeeld(en): Modellen die op basis van klimaatdata en techniekeigenschappen de hoeveelheid geproduceerde energie berekenen

Termijn: korte tot lange **Schaal:** kleine tot grote

5. Voorspellende modellen



Modellen die iets proberen te zeggen over de toekomst op basis van kennis van het heden en verleden en aannames over de toekomst. Vaak zijn dit ook exploratiemodellen.

Sterktes:

Inzichten in mogelijke trends in de toekomst en hoe die beïnvloed kunnen worden

Zwaktes:

De toekomst voorspellen is erg moeilijk, dus de modelresultaten bevatten inherent grote onzekerheden

Voorbeeld(en): Klimaat- en energieverkenning (PBL), IPCC-modellen voor klimaatverandering

Termijn: korte tot lange **Schaal:** kleine tot grote

6. Top-downmodellen



Modellen die berekeningen maken op basis van algemene maatschappelijke en economische trends.

Sterktes:

Analyse van globale, gemiddelde trends mogelijk over langere termijn of op grotere schaal

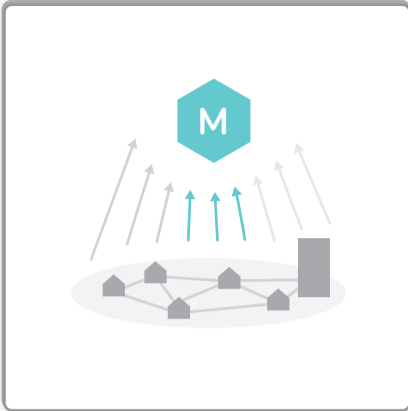
Zwaktes:

Resultaten gelden vaak niet op kleinere schalen omdat de aannames van globale, gemiddelde trends vaak niet gebruikt kunnen worden

Voorbeeld(en): Klimaat- en energieverkenning (PBL), modellen van het Centraal Planbureau

Termijn: middellange tot lange **Schaal:** middelgrote tot grote

7. Bottom-upmodellen



Modellen die berekeningen maken op basis van de individuele componenten van een systeem.

Sterktes:

Kunnen op kleine schaal rekening houden met veel details

Zwaktes:

Modellen zijn goed toepasbaar op kleine schaal, maar worden te complex op grotere schaal

Voorbeeld(en): Vesta-MAIS (PBL), CEGOIA (CE Delft), ETM (Quintel Intelligence)

Termijn: korte tot middellange

Schaal: kleine tot middelgrote

8. Beleidsmodellen



Modellen die effecten van beleid analyseren en daarmee inzichten kunnen geven in de wenselijkheid van beleidskeuzes. Onder de motorkap kunnen beleidsmodellen op veel verschillende manieren in elkaar zitten.

Sterktes:

Inzichten geven in de mogelijke uitkomsten van beleidskeuzes

Zwaktes:

Vaak zeer complexe modellen

Voorbeeld(en): Vesta-MAIS (PBL), modellen van het Centraal Planbureau

Termijn: middellange tot lange

Schaal: middelgrote tot grote

9. Exploratiemodellen



Modellen waarmee men verschillende scenario's kan doorrekenen. Onder de motorkap kunnen exploratiemodellen op veel verschillende manieren in elkaar zitten.

Sterktes:

Meerdere scenario's kunnen beter inzicht geven in de breedte van de mogelijkheden. Dit is een voordeel bij onzekerheden

Zwaktes:

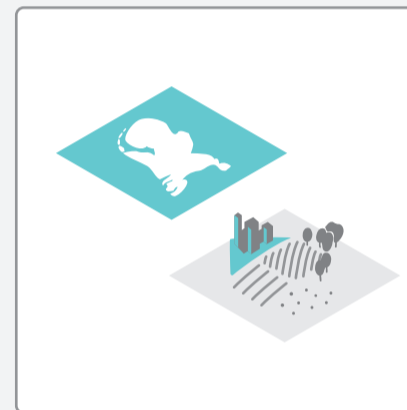
Modellen kunnen geen uitspraken doen over welk scenario in de realiteit zal plaatsvinden

Voorbeeld(en): ETM (Quintel Intelligence)

Termijn: middellange tot lange

Schaal: middelgrote tot grote

10. Ruimtelijke modellen



Modellen die resultaten op kaart (in 2D) of in 3D-visualisaties weergeven. De resultaten die deze modellen weergeven, zijn vaak met een ander type model berekend.

Sterktes:

Visuele weergave van resultaten is een sterk communicatiemiddel

Zwaktes:

Ook visuele resultaten behoeven steeds uitleg over de achtergrond en aannames van resultaten

Voorbeeld(en): GIS-kaarten, Windplanner (The Imagineers)

Kaarten

Termijn: korte tot lange

Schaal: kleine tot grote

3D-modellen

Termijn: korte tot lange

Schaal: kleine tot middelgrote

11. Economische modellen



Modellen die kosten en baten berekenen. De berekeningen kunnen gedaan worden voor bijvoorbeeld beleidskeuzes, materialen, technieken, enz.

Sterktes:

Zaken die moeilijk vergelijkbaar zijn, maar wel in geld uitgedrukt kunnen worden, kunnen met elkaar vergeleken worden

Zwaktes:

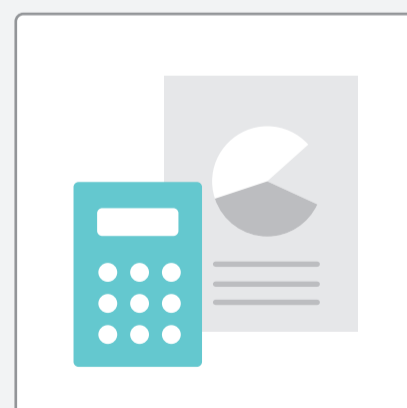
Lang niet alles kan in geld uitgedrukt worden. Deze aspecten kunnen niet meegenomen worden in economische modellen

Voorbeeld(en): CEGOIA (CE Delft), investeringsmodellen van netbeheerders

Termijn: korte tot lange

Schaal: kleine tot grote

12. Doorrekenmodellen



Modellen die onder de motorkap te vergelijken zijn met een groot rekenblad. Deze modellen kunnen een klein of een zeer groot aantal berekeningen bevatten.

Sterktes:

De werking van het model is conceptueel relatief gemakkelijk om te begrijpen

Zwaktes:

Grote doorrekenmodellen vragen vaak veel data, die niet altijd beschikbaar zijn

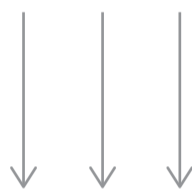
Voorbeeld(en): ETM (Quintel Intelligence)

Termijn: korte tot lange

Schaal: kleine tot grote

I. TRANSITIEVISIES

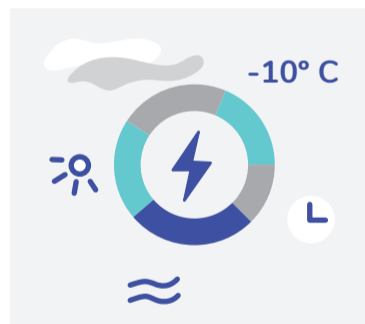
WARMTE



Welke inzichten kunnen modellen leveren?



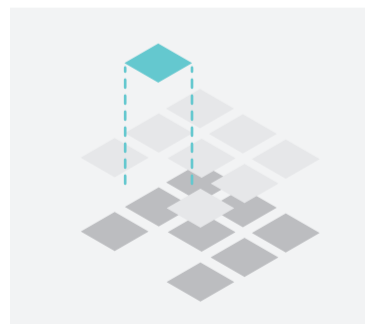
Warmtelevering uit verschillende bronnen



Robuustheid van warmtelevering



Kaarten en 3D-visualisaties



Input voor systeemstudies



Laagste kosten

Nederland gaat van het gas af. We zullen onze woningen en gebouwen anders verwarmen. Gemeenten spelen hierbij een centrale rol. Zij staan aan het roer om de richting uit te stippelen voor hun wijken.

Schaal: Gemeente

Uitdaging:

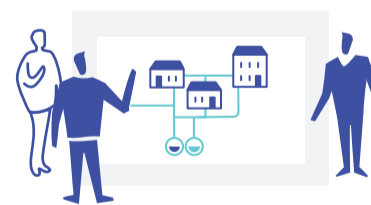
De Transitievisies Warmte geven richting aan voor de warmtetransitie. De visies kunnen grote gevolgen hebben voor bewoners en stakeholders. Zij willen conclusies trekken voor het eigen huis, de eigen onderneming, enz. Modellen die geschikt zijn om de Transitievisies Warmte te ondersteunen, zijn vaak niet geschikt om uitspraken te doen over een individueel huis of gebouw. Juiste communicatie naar buiten is dus van groot belang.



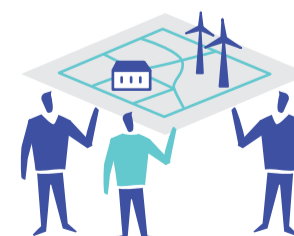
Bijdrage aan proces



- **Geïnformeerde keuzes ondersteunen.** Modeluitkomsten kunnen op zichzelf gebruikt worden om de gevolgen van verschillende keuzes beter te begrijpen. Door uitkomsten met elkaar te vergelijken, worden afhankelijkheden en verhoudingen duidelijker.



- **Gezamenlijk beeld vormgeven.** Modellen kunnen ook ingezet worden om een gesprek te voeren. Aannames, veronderstellingen en inputdata kunnen expliciet besproken worden met betrokken partijen. Door in gesprek te gaan, kunnen wensen en randvoorwaarden beter in kaart gebracht worden.



- **Draagvlak creëren.** Het modelleerproces kan gebruikt worden om stakeholders te betrekken. De belangrijkste modelkeuzes in overleg maken en uitkomsten delen kan bijdragen aan transparantie en daarmee draagvlak creëren.

II. REGIONALE ENERGIESTRATEGIEËN



De energievoorziening in Nederland wordt duurzaam. RES-regio's zijn aan zet om plek te vinden voor duurzame opwek van elektriciteit en afspraken te maken over het gebruik van duurzame warmtebronnen.

Schaal: RES-regio

Uitdaging:

De Regionale Energiestrategieën geven richting aan voor het inpassen van duurzame opwek in de omgeving. Dit kan grote gevolgen hebben voor bewoners en stakeholders. Zij willen conclusies trekken voor hun eigen omgeving. Modellen die geschikt zijn om de Regionale Energiestrategieën te ondersteunen, zijn vaak niet geschikt om uitspraken te doen over een individueel huis of gebouw. Juiste communicatie naar buiten is dus van groot belang.

Welke inzichten kunnen modellen leveren?

Bijdrage aan proces



Opwek uit wind- en zonne-energie



Kaarten en 3D-visualisaties



Laagste kosten



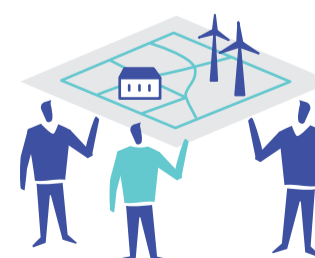
Input voor systeemstudies



- **Geïnformeerde keuzes ondersteunen.** Modeluitkomsten kunnen op zichzelf gebruikt worden om de gevolgen van verschillende keuzes beter te begrijpen. Door uitkomsten met elkaar te vergelijken, worden afhankelijkheden en verhoudingen duidelijker.



- **Gezamenlijk beeld vormgeven.** Modellen kunnen ook ingezet worden om een gesprek te voeren. Aannames, veronderstellingen en inputdata kunnen expliciet besproken worden met betrokken partijen. Hierdoor kan een gezamenlijk beeld ontstaan.



- **Draagvlak creëren.** Het modelleringsproces kan gebruikt worden om stakeholders te betrekken. De belangrijkste modelkeuzes in overleg maken en uitkomsten delen kan bijdragen aan transparantie en daarmee draagvlak creëren.

III. SYSTEEMSTUDIES

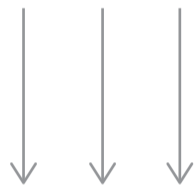


Het volledig energiesysteem verandert. Systemstudies laten de samenhang van de veranderingen en gevolgen zien op de schaal van een provincie of heel Nederland.

Schaal: Provincie, Nederland

Uitdaging:

- Systemstudies zijn omvangrijke studies die integratie vragen van data, inzichten en modellen op lokale schaal met die op nationale of zelfs internationale schaal.
- Systemstudies maken gebruik van complexe modellen met een relatief lange doorlooptijd.
- Resultaten van systemstudies kunnen tot nieuwe inzichten leiden, waardoor een iteratief proces nodig is.



Welke inzichten kunnen modellen leveren?

Bijdrage aan proces



Onderlinge verbanden



Scenario's in de toekomst



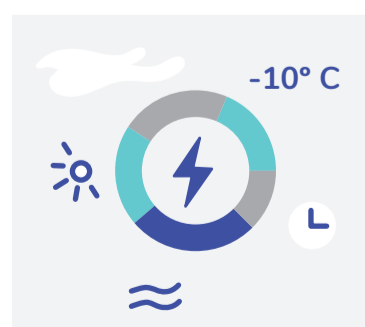
Kaarten



Impact van maatregelen



Laagste kosten



Robuustheid van het energiesysteem



- **Geïnformeerde keuzes ondersteunen.** Modeluitkomsten kunnen op zichzelf gebruikt worden om inzichten te bieden in de koppelingen tussen energiedragers, schaalniveaus, sectoren en internationale ontwikkelingen. Langetermijnbeslissingen zijn een belangrijk deel van systeemintegratie. Modeluitkomsten kunnen gevolgen van verschillende keuzes duiden.



- **Gezamenlijk beeld vormgeven.** Systeemintegratie vraagt om samenwerking over verschillende grenzen heen. Een gezamenlijk beeld is dan van bijzonder belang. Modellen kunnen dit ondersteunen. Net als in andere processen kunnen aannames, veronderstellingen en invoerdata expliciet besproken worden met betrokken partijen.



- **Draagvlak creëren.** Grote veranderingen in de energievoorziening op systeemniveau vragen om breed draagvlak. Modelleerprocessen kunnen gebruikt worden om de uiteenlopende stakeholders te betrekken. Gezien de complexiteit en de grootte van de veranderingen, is het creëren van draagvlak ook een iteratief en langetermijnproces.