

De energietransitie in Nederland

Branchevereniging Bodemenergie



Owen Thomson
RaboResearch
April 2026



RaboResearch

Energietransitieteam



Susan Hansen



Owen Thomson



José Serrano



Hyung-Ja de Zeeuw



Pablo Ruiz



Coen Hutters



Sanne de Boer



Boglárka Márkus



Payal Kaur



Amit Mathrani



Wat is de energietransitie?

Fundamenteel anders denken over en omgaan met energie



Energie besparen en van fossiele naar CO₂-arme energiebronnen

Verbruik van elektriciteit (deels) aanpassen aan (lokaal) aanbod en lokale capaciteit elektriciteitsnet, aanbod soms curtailen

Dus: systeemintegratie en –optimalisatie en meer gebruik van data en automatisering

Quizvraag 1

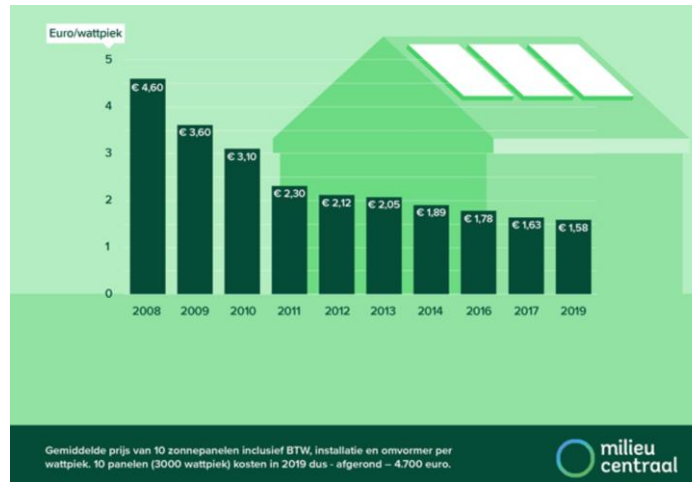
Klimaatverandering is de belangrijkste aanjager van de energietransitie

A. Eens

B. Oneens

Aanjagers van de energietransitie

Klimaatverandering belangrijk, maar in praktijk soms andere problemen grote aanjagers



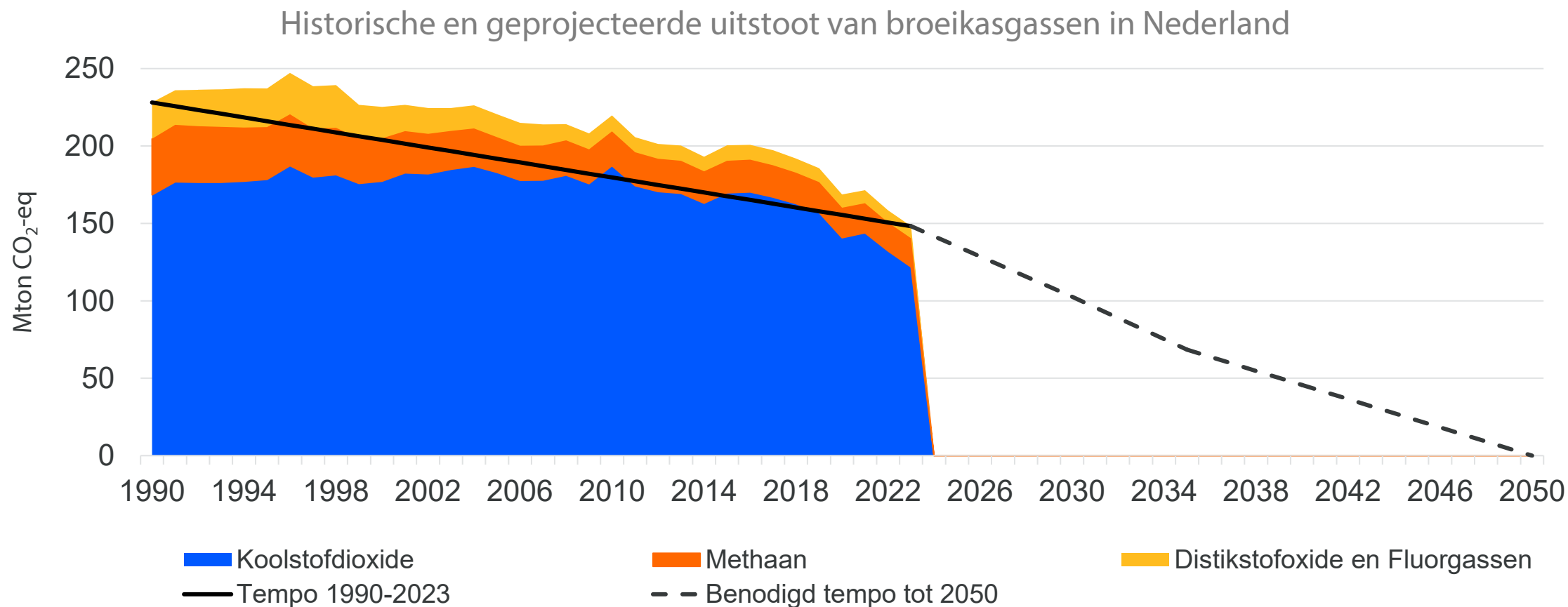
Quizvraag 2

Wat is het einddoel van de energietransitie (in 2050)?

- A. Een klimaatneutrale economie
- B. Een energieneutrale economie
- C. Een CO₂-neutrale economie

Hoofddoel energietransitie is klimaatneutraliteit

De uitstoot van alle broeikasgassen moet naar netto nul in 2050



Quizvraag 3

Hoeveel procent van ons energieverbruik bestaat uit warmteverbruik?

A. Ongeveer 20%

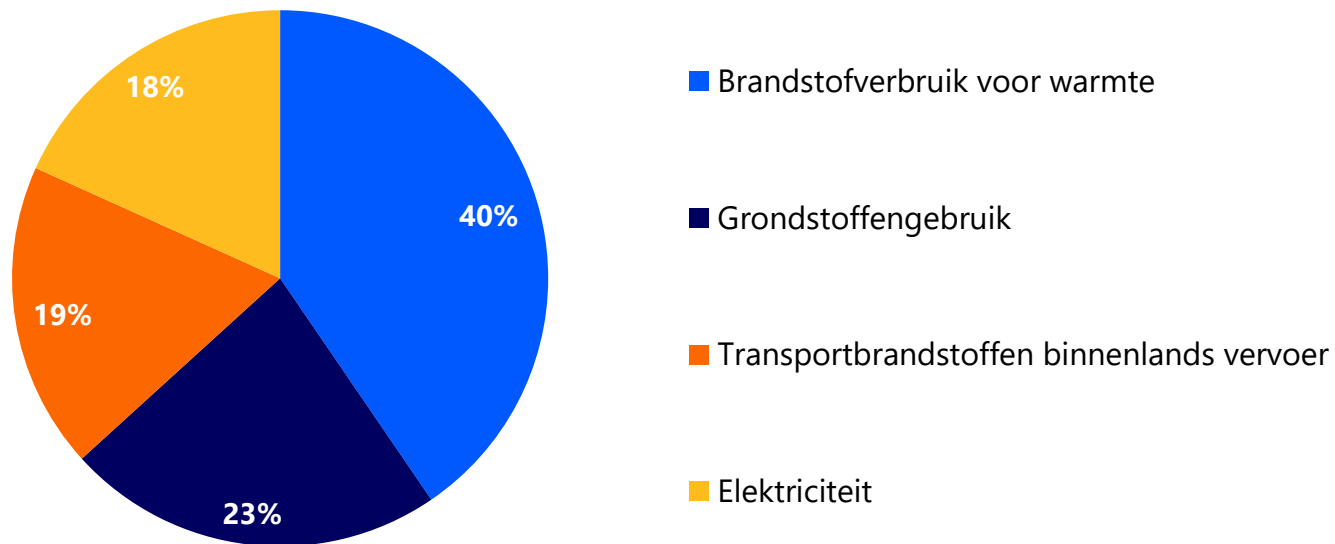
B. Ongeveer 40%

C. Ongeveer 60%

Warmtevraag moet worden verduurzaamd

Voor klimaatneutraal en niet te afhankelijk Nederland

Totaal finaal energieverbruik in 2024 uitgesplitst naar toepassing



Een groot deel van onze energievraag bestaat uit de vraag naar warmte

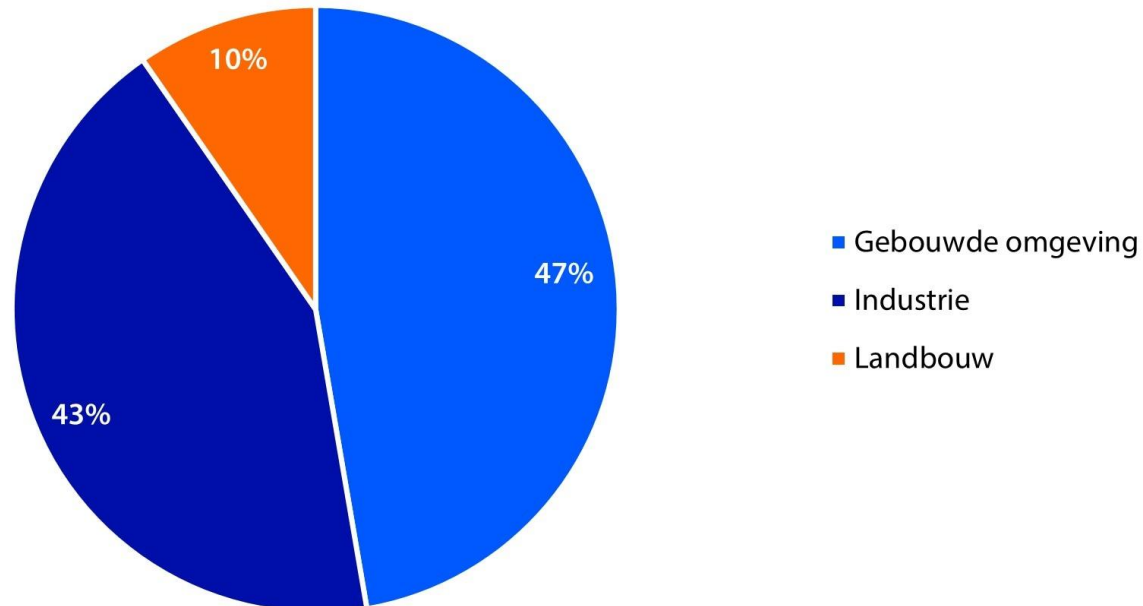
Nederland wil een aardgasvrije gebouwde omgeving en glastuinbouw

Dat kan onder meer met hernieuwbare warmte die wordt geleverd door warmte(-koude)netten

Warmtevraag moet worden verduurzaamd

Voor klimaatneutraal en niet te afhankelijk Nederland

Totaal finaal warmteverbruik in 2024 uitgesplitst naar sector



Gebouwde omgeving (2050) en deel van landbouw (2040) interessant

Ongeveer 10% van het finaal energieverbruik kan interessant zijn voor bodemenergie

Overal past een andere oplossing

Over welke hernieuwbare warmte(-koude)bronnen beschikt Nederland?

Tabel 1: Samenvatting verschillende hernieuwbare warmte(-koude)bronnen en hun eigenschappen

	Wordt al veel toegepast?	Potentieel 2050	Geschikt voor rechtstreekse* levering aan	Levert koude?	Stabiele bron?	Impact op elektriciteitsnet
Geothermie	+	Groot, maar niet overal in NL. Uitstoot formatiegas moet worden gemitigeerd	MT-netten	Nee	+++	Beperkt
Bodemenergie (GBES)	+++	Groot, in vrijwel heel NL	ZLT- en LT-netten	Ja	++	Matig
Aquathermie	+	Aanzienlijk, in vrijwel heel NL	ZLT- en LT-netten	Ja	--	Matig (TEA effluent) tot aanzienlijk (TEO)
Zonthermie	-	Groot, maar kost veel ruimte	ZLT, LT en MT-netten	Nee	---	Matig
Aerothermie	+++	Vrijwel onbeperkt	n.v.t.	Ja	---	Aanzienlijk
Restwarmte en -koude	+	Groot, maar onzeker	Afhankelijk van bron	Soms	Afhankelijk van bron	Matig
CO₂-arme moleculen	+	Beperkt	Alle typen netten	Nee	+++	Vrijwel niet
CO₂-arme elektriciteit (e-boilers)	+	Groot	Alle typen netten	Nee	Afhankelijk van netcongestie	Groot

- Hernieuwbare bronnen verschillen sterk in **potentieel** en **toepassing**
- Een **slimme combinatie** van bronnen is nodig om klimaatdoelen te halen

* rechtstreeks = zonder tussenkomst van een warmtepomp. Met tussenkomst van een warmtepomp kan ook aan warmte(-koude)netten met een hogere aflevert temperatuur worden geleverd. Bron: RaboResearch 2025

Over welke warmte en koude opslagtechnieken beschikt Nederland?

Tabel 1: Samenvatting verschillende hernieuwbare warmte(-koude)bronnen en hun eigenschappen

Naam	Medium	Opslaghorizon	Temperatu- ur- bereik	Diepte	Schaal	TRL*	Status in NL	Voordelen	Belangrijkste barrières
Tankopslag - korte termijn (TTES)	Water in vat	Uren – dagen	40 – 90 °C	Bovengronds	Buurt tot kleine stad	9	Breed toegepast	Bewezen techniek, eenvoudig, betrouwbaar, hoog energetisch rendement	Ruimtebeslag
Tankopslag - seizoensopslag (TTES)	Water in vat	Maanden (Seizoensopslag)	40 – 90 °C	Bovengronds	Buurt tot wijk	6-7	Nog niet toegepast (wel in Duitsland)	Bewezen techniek, eenvoudig, betrouwbaar	Capaciteit is relatief duur, groot ruimtebeslag
Kuilopslag – seizoensopslag (PTES)	Water in kuil	Maanden (seizoensopslag)	10 – 90 °C	Bovengronds	Buurt tot stad	7-9	Nog niet toegepast (wel in Denemarken)	Goedkoper dan TTES seizoensopslag	Groot ruimtebeslag, lager energetisch rendement dan TTES seizoensopslag
Kuilopslag - kortere termijn (PTES)	Water in kuil	Dagen – weken	< 95 °C	Bovengronds	Buurt tot wijk	8-9	Meerdere projecten	Multifunctioneel ruimtegebruik mogelijk	Minimale schaalgrootte nodig
Open bodemenergiesysteem (LT) (LT-OBES, WKO)	Grondwater in aquifer	Maanden (seizoensopslag)	< 25 °C	Doorgaans 50 – 150m	Wijk	9	Breed toegepast	Goedkoopste vorm van seizoensopslag, levert ook koude	Niet overal in Nederland toepasbaar
Open bodemenergiesysteem (MT) (MT-OBES)	Grondwater in aquifer	Maanden (seizoensopslag)	25 – 50 °C	Doorgaans 150 - 500m**	Wijk tot stad	6-7	Enkele pilots	Koppeling zonthermie, geothermie en restwarmte mogelijk, minder of geen opwaardering met warmtepompen nodig	Hoge investeringskosten, mogelijk chemische en microbiologische risico's, vergunningen, onzekere energetische efficiëntie
Open bodemenergiesysteem (HT) (HT-OBES)	Grondwater in aquifer	Maanden (seizoensopslag)	50 – 90 °C	Doorgaans 150 - 500m**	Wijk tot stad	7-8	1 pilot		
Mijnopslag (MTES)	Water in mijnschachten	Maanden (seizoensopslag)	20 – 90 °C	100 - 800m	Stad tot regio	7-8	In NL sinds 2008 toegepast in Limburg	Levert ook koude	Sterk locatiegebonden
Thermische opslag in beton, steen of keramiek	Beton, steen of Keramiek	Maanden (seizoensopslag)	Tot 800 °C	Bovengronds	Wijk tot stad	6-7	Pilots	Kan zeer hoge temperaturen leveren	Ruimtebeslag, nog weinig aanbieders, mogelijk interessanter voor industrie
Thermische massa gebouwen	Beton, baksteen	Uren – dagen	18 – 25 °C	Bovengronds	Gebouw	4-5	Experimenteel	Goedkoop, geen extra ruimtebeslag	Afwezigheid van slimme warmtemeters en de juiste prijsprikkels

- Opslagtechnieken verschillen sterk in opslaghorizon, werkingsprincipe, technologische volwassenheid en schaal
- Goede combinatie nodig van bronnen en opslag

Opmerking: Thermochemische opslag en opslag door middel van redoxreacties worden niet besproken omdat zij nog ver van grootschalige commerciële toepassing af zitten. Opslag in faseovergangsmaterialen nemen we niet mee omdat deze techniek interessanter is voor rechtstreekse toepassing in gebouwen in plaats van in warmte(-koude)systemen.

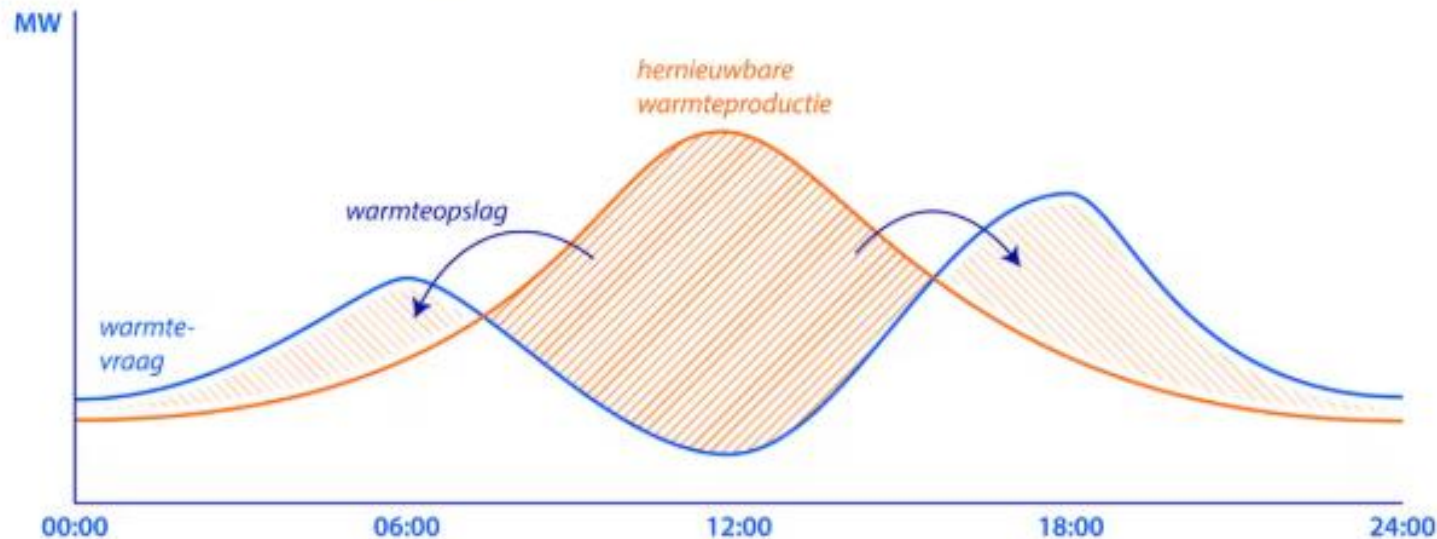
* TRL = *Technology Readiness Level* oftewel de mate van volwassenheid van de technologie op een schaal van 1 (begin fundamenteel onderzoek) tot 9 (klaar voor commerciële toepassing).

** Kan theoretisch ook dieper, maar in de praktijk vaak beperkt door de (nieuwe) Mijnbouwwet.

Opslag van warmte en koude is cruciaal

De onmisbare schakel tussen vraag en aanbod

Figuur 1: Kortetermijnopslag kan de vraag naar en het aanbod van warmte beter balanceren



Warmte- en koudevraag schommelt sterk gedurende de dag en seizoenen

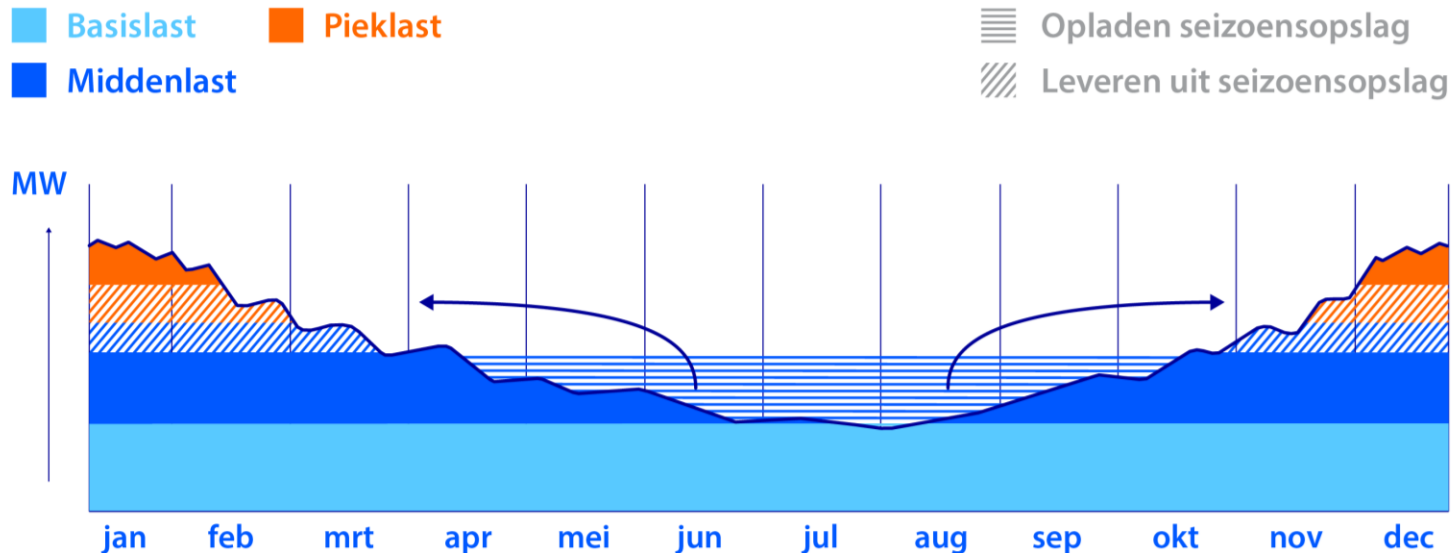
Hernieuwbare bronnen leveren niet op dezelfde momenten. Dus mismatch vraag en aanbod

Opslag helpt bij dit probleem

De rol van bodemenergie

Een simpele manier om (kort of lang) tijd te overbruggen

Indicatief jaarlijks warmtevraagprofiel gebouwde omgeving



Kortetermijnopslag

Vangt pieken in de warme- of koudevraag op binnen uren tot dagen

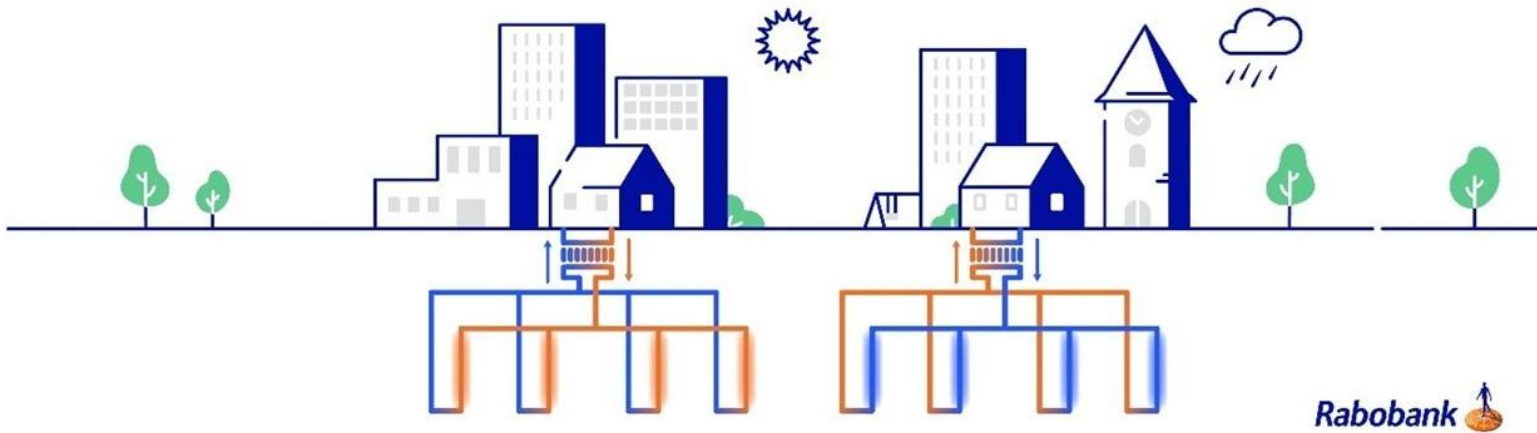
Seizoensopslag

Overschot aan warmte in de zomer wordt gebruikt in de winter (en andersom voor koude)

Gesloten bodemenergiesysteem

Warmte en koude uit ondiepe ondergrond (<500m)

Gesimplificeerde grafische weergave van een warmte(-koude)net met bodemenergie als bron



**De geleverde bodemwarmte wordt centraal of per gebouw met warmtepompen opgewaardeerd naar een hogere temperatuur voor ruimteverwarming en warm tapwater. De warmtepompen staan niet ingetekend in de figuur. Bron: RaboResearch 2025*



Stabiele bron | warmte én koude | jaarrond



Gebouwen | ZLT/LT-netten | inclusief koeling

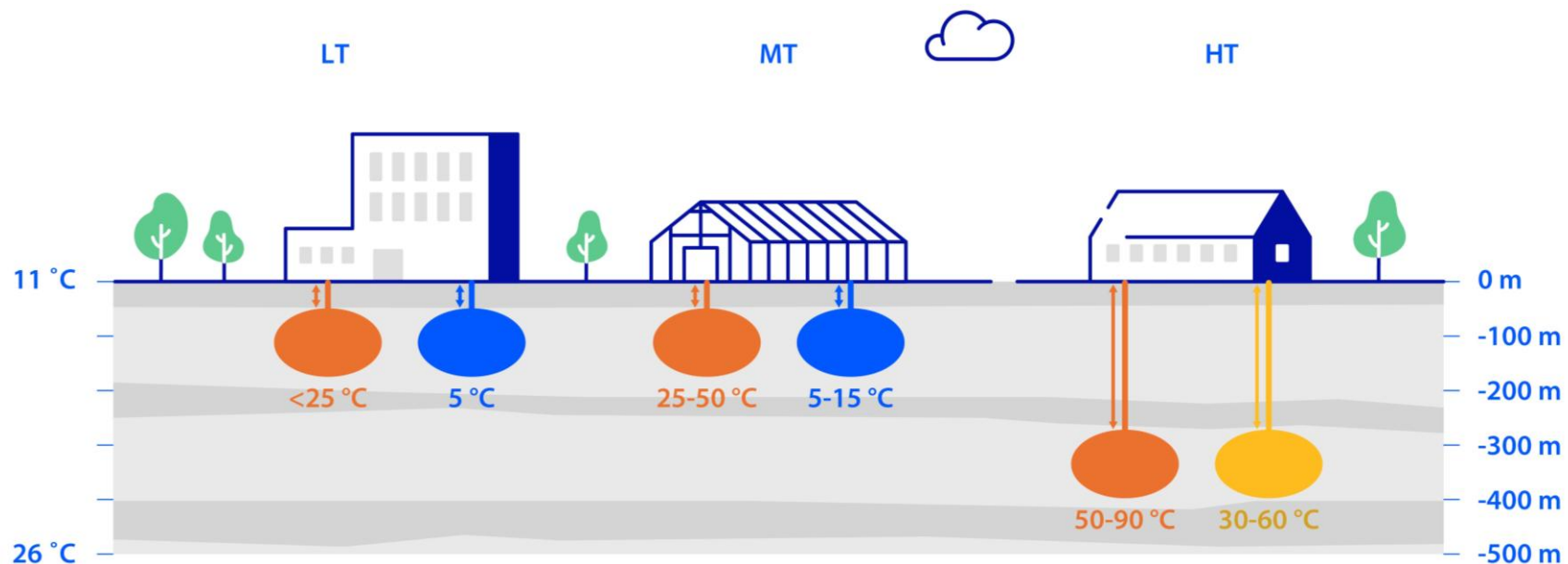


Vergunningen | investeringskosten | bodemrisico's | netbelasting


Open bodemenergiesysteem

Grondwater in aquifer


Gesimplificeerde grafische weergave van de verschillende open bodemenergiesystemen





LT-OBES

 Maanden

 Wijk

 Breed toegepast
(3.000+ systemen)

 Goedkoopste vorm van
seizoensopslag


 Niet overal in NL toepasbaar,
soms warmte bijvullen


MT-/HT-OBES

 Maanden

 Wijk tot stad

 Enkele projecten

 Koppeling met hernieuwbare
MT-bronnen interessant

 Hoge kosten, onzekere
energetische efficiëntie

De rol van bodemenergie

Iedere warmtebron en -opslag heeft zijn eigen taak in het toekomstige energiesysteem

Uitdagingen

- Onzekere regelgeving
- Hoge investeringskosten
- Bodemrisico's
- Netbelasting



De rol van GBES

Balansbron in lage-temperatuurnetten, door opslag van warmte en koude; zorgt voor jaarronde balans, maar vereist aanvullende piekbronnen.

De rol van OBES

Seizoensopslag van warmte en koude: LT-OBES bewezen, MT/HT-OBES toekomstig potentieel voor koppeling met duurzame bronnen en grotere warmtenetten.

Dank voor de aandacht



Disclaimer

Dit is een publicatie van Coöperatieve Rabobank U.A., gevestigd in Amsterdam, Nederland en/of één of meer van de met haar in een groep verbonden rechtspersonen en vennootschappen (hierna gezamenlijk en afzonderlijk: "Rabobank"). Rabobank heeft een vergunning en staat onder toezicht van De Nederlandsche Bank en de Autoriteit Financiële Markten. Rabobank London Branch is geautoriseerd door de Prudential Regulation Authority ("PRA") en staat onder toezicht van de Financial Conduct Authority en de PRA (beperkt). Details over de omvang van het toezicht van de PRA zijn op aanvraag verkrijgbaar. Rabobank London Branch is geregistreerd in Engeland en Wales onder nr. BR002630. Een overzicht van alle locaties van waaruit Rabobank onderzoekspublicaties uitgeeft en de relevante lokale toezichthouders is te vinden op: <https://www.rabobank.com/knowledge/raboresearch-locations>.

De informatie en meningen in dit document zijn indicatief en alleen bedoeld voor discussiedoeleinden. Er kunnen geen rechten worden ontleend aan de in dit document beschreven transacties en/of commerciële ideeën. Dit document is uitsluitend bedoeld voor informatieve doeleinden en mag niet worden opgevat als aanbod, uitnodiging of aanbeveling. Dit document vormt niet de basis van en er kan geen beroep op worden gedaan in verband met enige overeenkomst of transactie danwel enige toezegging van Rabobank om een overeenkomst of transactie aan te gaan. De inhoud van deze publicatie is algemeen van aard en houdt geen rekening met uw persoonlijke doelstellingen, financiële situatie of behoeften. De informatie in dit document is niet bedoeld en mag niet worden opgevat als een advies (waaronder, maar niet beperkt tot, een advies in de zin van artikel 1:1 en artikel 4:23 van de Wet op het financieel toezicht). U dient zelf na te gaan of de informatie en uitingen in deze publicatie geschikt zijn in het licht van uw specifieke omstandigheden en waar nodig financieel, juridisch en/of fiscaal advies in te winnen. Dit document is gebaseerd op openbare informatie. De informatie en verklaringen in dit document zijn samengesteld of verkregen uit bronnen die betrouwbaar worden geacht, maar er wordt geen garantie of verklaring gegeven omtrent de nauwkeurigheid, volledigheid of juistheid ervan, noch uitdrukkelijk noch stilzwijgend.

De informatie en uitspraken in dit document zijn te goeder trouw opgesteld op de datum van publicatie van dit document of deze marketingcommunicatie. Elke mening, prognose of schatting in dit document vormt een oordeel van Rabobank op de publicatiedatum van dit document, en er kan geen garantie worden gegeven dat toekomstige resultaten of gebeurtenissen in overeenstemming zullen zijn met een dergelijke mening, prognose of schatting. Alle informatie en uitspraken in dit document kunnen wijzigen zonder voorafgaande kennisgeving. Rabobank aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor de inhoud van deze publicatie en/of enige schade die voortvloeit uit het gebruik van dit document of de inhoud ervan, en/of enige schade die anderszins in verband daarmee ontstaat.

Dit document mag niet worden gereproduceerd, verspreid of gepubliceerd, geheel of gedeeltelijk, voor welk doel dan ook, tenzij met voorafgaande schriftelijke toestemming van Rabobank. De verspreiding van dit document kan wettelijk beperkt zijn in bepaalde jurisdicties. Ontvangers van dit document dienen zich te informeren over dergelijke beperkingen en deze na te leven.

Een samenvatting van de onderzoeksmethoden die Rabobank hanteert, is te vinden op onze [website](#).

Coöperatieve Rabobank U.A., Croeselaan 18, 3521 CB Utrecht, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Rabobank