Merwe Vierhavens in Rotterdam

Bodemenergieplan

IF Technology **Creating energy**

Datum	19 oktober 2023
Referentie	PR09138/BR/20231019
Betreft	Bodemenergieplan Merwe Vierhavens in Rotterdam
Behandeld door	Henk de Jonge
Gecontroleerd door	Femke van Kasteel, Bastiaan Rus
Versienummer	1.4

OPDRACHTGEVER

Gemeente Rotterdam
Contactpersoon: Katelien van den Berge
Wilhelminakade 179
Postbus 6575
3002 AN Rotterdam

ADVISEUR BODEMENERGIE

IF Technology BV
Postbus 605
6800 AP Arnhem
Contactpersoon: Henk de Jonge

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 4
1.1 Kader 4
1.1.1 Deelgebieden M4H 4
1.1.2 Samenhang verschillende instrumenten 5
1.2 Probleemstelling 7
1.3 Doel van een bodemenergieplan 7
2 Gebruiksregels 9
3 Algemene toelichting 11
3.1 Principe bodemenergie 11
3.1.1 Open en gesloten bodemenergiesystemen 11
3.1.2 Indeling open systemen 12
3.2 Bodemeigenschappen 12
3.2.1 Bodemopbouw 13
3.2.2 Bodemgeschiktheid open bodemenergiesystemen 14
3.2.3 Overige geohydrologische eigenschappen 14
3.3 Omgevingsbelangen 14
3.4 Wettelijke kaders 18
3.4.1 Open systemen 18
3.4.2 Gesloten systemen 20
3.4.3 Lozingen 20
3.4.4 Overige vergunningen en meldingen 22
4 Inventarisatie vraag en aanbod 23
4.1 Ontwikkelingen 23
4.2 Warmte- en koudevraag 23
4.3 Warmte- en koudeaanbod 25
4.4 Match vraag/aanbod 25
5 Toelichting gebruiksregels 27

Bijlage 1 - Plankaart
Bijlage 2 - Omgevingsbelangen
Bijlage 3 - Uitgangspunten deelgebieden
Bijlage 4 - Energetische uitgangspunten

1 Inleiding

1.1 KADER

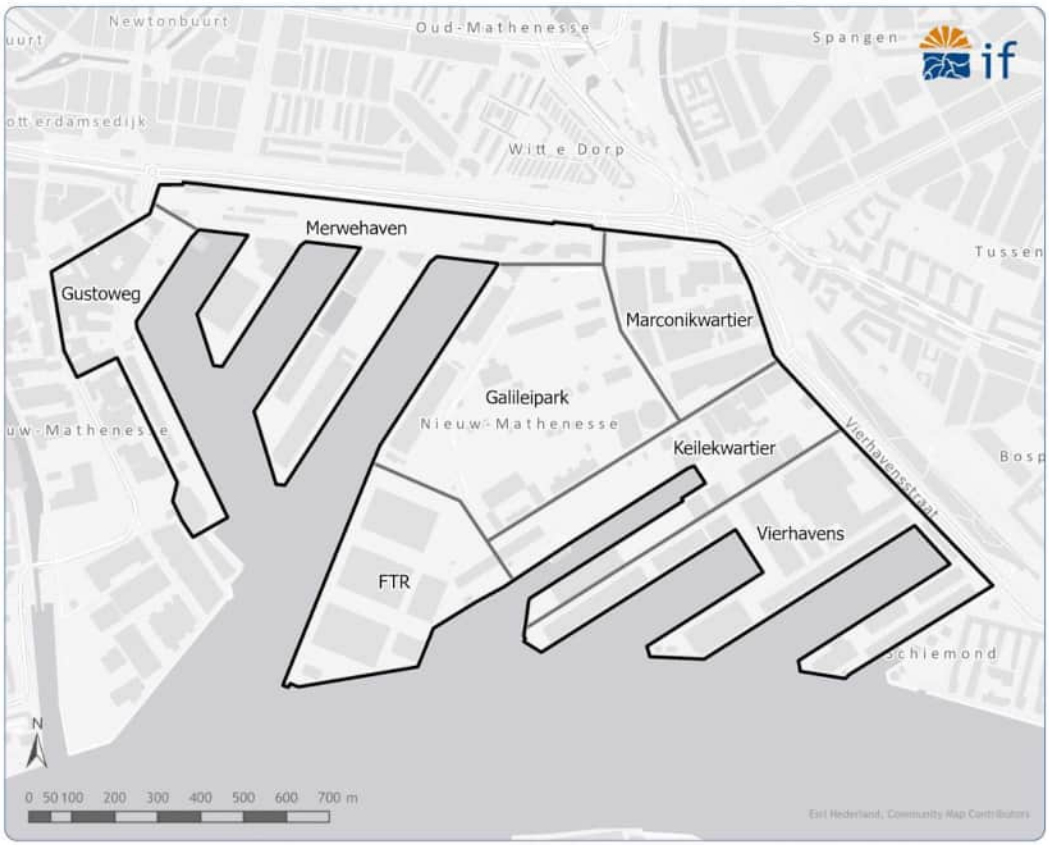
Het bodemenergieplan Merwe Vierhavens (M4H) maakt onderdeel uit van een bredere strategie om van M4H een innovatief en duurzaam woon-werkgebied te maken. Hiervoor zetten we een aantal instrumenten in die gezamenlijk de borging van de ambities moeten bewerkstelligen. Dit lichten we hieronder toe, zodat de context waarbinnen het bodemenergieplan zal functioneren helder is. De verschillende instrumenten zullen in de tijd worden bijgestuurd, daarom kunnen aan de hieronder beschreven invulling geen rechten worden verleend en zijn de brondocumenten, in hun laatste versie, de juiste bron van informatie.

1.1.1 Deelgebieden M4H

M4H is een groot gebied: circa 78 hectare groot. Het is de ambitie om maximaal zo'n 9.000 woningen en tussen de 500.000 en 600.000 m² werkvoorzieningen te realiseren. M4H is verdeeld in zeven deelgebieden die allen een eigen invulling en tempo van ontwikkeling zullen krijgen:

- Gustoweg: woon-werkmilieu. Nog geen ontwikkeling, naar verwachting vanaf 2032. Afhankelijkheid van uitplaatsen andere bedrijvigheid.
- Merwehaven: voornamelijk wonen en ook kleinschalig werken. Ontwikkeling start in 2025.
- Galileipark: grotere maakbedrijven, is al in ontwikkeling.
- Marconikwartier: mix van woningen, werken, voorzieningen in hoge dichtheid. Is al in ontwikkeling.
- Keilekwartier: woon-werkmilieu, ontwikkeling vanaf 2032.
- FTR en Vierhavens: ontwikkellocaties voor lange termijn. Nog geen concrete planvorming, er wordt vanuit gegaan dat deze bedrijven hun erfpachttermijn uitzitten.

Omdat diverse delen (Gustoweg, FTR en Vierhavens) pas op langere termijn ontwikkeld zullen worden is er nog geen concreet genoeg inzicht in de activiteiten om de te verwachten energievraag te kunnen kwantificeren op basis van de toekomstige ontwikkeling. Voor de andere delen is dit wel weergegeven in het bodemenergieplan.



Figuur 1.1 | Projectgebied en deelgebieden Merwe Vierhavens

1.1.2 Samenhang verschillende instrumenten

Zoals al beschreven is het bodemenergieplan één van de beleidsinstrumenten die gezamenlijk worden ingezet om de doelstellingen te halen. Dat zijn voornamelijk de beleidsinstrumenten energiestrategie M4H, MER, warmteplan, Bodemenergieplan, concessie en concessiebeheer, Masterplannen en NvU's. Op termijn komen daar, naar verwachting, de instrumenten vanuit de Wet Collectieve Warmte en wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie nog bij.

Energiestrategie M4H

De energiestrategie beschrijft de wijze waarop we de hierboven benoemde instrumenten in samenhang zo goed mogelijk in te zetten om de ontwikkeling zo goed mogelijk in de richting van de ambitie te sturen.

MER

In de MER voor M4H is ook een hoofdstuk energie vastgelegd, waarin negen ambities zijn gedefinieerd die de basis vormen voor de uitwerking:

1. Een systeem dat zo veel mogelijk is ingericht op het niet gebruiken van energie.
2. Uitfaseren van aardgas, voor nieuwbouw, ook waar nog aanwezig in bestaande bouw
3. Een systeem anticiperend op de warmte en koude vraag voor het gehele beoogde programma, meegroeiend is met de ontwikkeling.
4. Een systeem dat, waar mogelijk, gebruik maakt van passieve oplossingen en reststromen.

5. Een systeem met een laag aandeel elektriciteitsgebruik. Dit vermindert de druk om buiten het gebied duurzame elektriciteit op te wekken.
6. Maximaliseren van het opwekpotentieel van duurzame elektriciteit.
7. Een systeem met minimale impact op de omgeving in het plangebied en daarbuiten. Deze impact heeft betrekking op overlast (geluid, geur, hitte, trillingen etc.) milieu-impact (o.a. CO2), ruimtegebruik en materiaalgebruik.
8. Alle ontwikkelingen participeren in eventuele collectieve voorzieningen. Een collectief systeem is het meest effectief als alle ontwikkelingen aansluiten, daarmee zijn individuele oplossingen in principe ongewenst.
9. Inpandige inpassing van warmteoverdracht (WOS)-stations en waar mogelijk zo goed mogelijke inpassing van andere energie-infrastructuur.

Deze ambities zijn gefundeerd op het stedelijk beleid, maar aangescherpt en geconcretiseerd voor dit gebied, onderbouwd door de diverse onderzoeken die zijn uitgevoerd.

Warmteplan
Een warmteplan is een publiekrechtelijk document, zoals omschreven in het Bouwbesluit 2012, dat kan worden opgesteld voor een specifiek aan te leggen (collectief) warmtenet. Voor M4H wordt een dergelijk plan opgesteld. Met het plan heeft de gemeente de mogelijkheid om een aansluiting op dat bewuste warmtenet af te dwingen totdat het geplande aantal aansluitingen is bereikt. Daarmee borgen we een collectief energiesysteem. Het document is geldig voor 10 jaar en kan daarna opnieuw of deels gewijzigd worden vastgesteld. Het warmteplan kan geen technische oplossing voorschrijven, het is uiteindelijk aan een energiepartij om een oplossing (type en verdeling van bronnen, schaalgrootte en soort netwerk, kostenstructuur etc.) te realiseren binnen de kaders in het warmteplan.

Concessie en concessiebeheer
De lopende concessie met Eneco regelt een aansluitplicht voor industriële restwarmte. Om een integrale (W/K) oplossing te realiseren is een zorgvuldig proces met de huidige concessiehouder nodig. Heel M4H valt onder deze concessie. We verwachten om, op basis van het warmteplan, uiteindelijk tot concessieverlening voor een geïntegreerd W/K systeem voor (een deel van) M4H te komen. In die concessie-afspraken zullen we ook weer de ambities uit het MER borgen. Hierin zal ook het bodemenergieplan als randvoorwaarde worden meegegeven.

Masterplan
In het masterplan wordt de ruimtelijke ontwikkeling van een deelgebied uitgewerkt en toegelicht. Ruimtelijke randvoorwaarden voor het energiesysteem (dus ook open bodemenergiesystemen) kunnen hier worden geconcretiseerd.

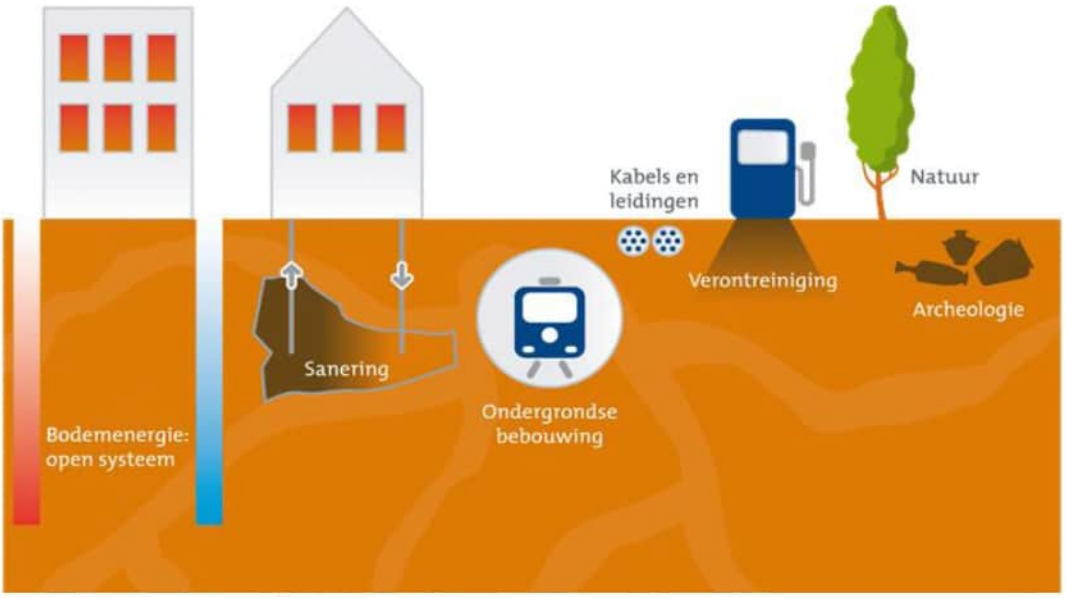
Nota's van uitgangspunten
In gebieden waar de grond door gemeente Rotterdam wordt uitgegeven stelt de gemeente nota's van uitgangspunten (NvU's) op waarmee eisen worden gesteld aan de diverse ontwikkelingen. Voor Merwehaven is dit het geval, voor Galileïpark en Marconikwartier ligt de situatie anders. De NvU's zijn documenten waarmee gemeente relatief veel invloed heeft, maar de locaties moeten ook aantrekkelijk blijven voor ontwikkelaars én er zijn meer belangen (circulariteit, biodiversiteit, mobiliteit, gezondheid, etc.) die aandacht verdienen. Hierin worden de ambities in het MER zo goed mogelijk vertaald naar het eisen op gebouwniveau. Hierin wordt ook het conformeren aan Bodemenergieplan en warmteplan nogmaals onder de aandacht gebracht.

Deze instrumenten gezamenlijk sturen op het realiseren van een zo optimaal mogelijk energiesysteem.

1.2 PROBLEEMSTELLING

Bij grootschalige toepassing van bodemenergie neemt de drukte in de ondergrond sterk toe. Voorkomen moet worden dat bij een toename van het aantal bodemenergiesystemen negatieve interferentie tussen bodemenergiesystemen onderling of nadelige beïnvloeding van andere ondergrondse functies optreedt (Figuur 1.2).

Regie is gewenst om een optimaal en duurzaam gebruik van de ondergrond te borgen, zodat zoveel mogelijk partijen die zich vestigen in Merwe Vierhavens gebruik kunnen maken van duurzame bodemenergie. Regie zorgt ervoor dat ongewenste interferentie (negatieve interactie) tussen bodemenergiesystemen onderling of met andere ondergrondse functies wordt voorkomen en dat de ondergrond zo doelmatig mogelijk ingezet wordt. Omdat op basis van de verwachte energievraag de vraag naar bodemenergie heel hoog is, is het zonder regie waarschijnlijk dat toekomstige partijen die zich gaan vestigen in Merwe Vierhavens op een gegeven moment geen gebruik meer kunnen maken van bodemenergie.



Figuur 1.2 | Overzicht ondergrondse functies

1.3 DOEL VAN EEN BODEMENERGIEPLAN

Een bodemenergieplan geeft de gemeente de mogelijkheid om de ondergrondse inrichting van Merwe Vierhavens met betrekking tot bodemenergiesystemen te regisseren met als doel optimaal gebruik te maken van de ondergrond voor bodemenergie. De gemeente zet hierbij in op de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen, omdat open bodemenergiesystemen het beste aansluiten bij de intensiteit van de warmte-/koudevraag binnen dit gebied.

Uitwerking van het bodemenergieplan vindt plaats door inventarisatie van de voornaamste (inrichtingbepalende) randvoorwaarden:

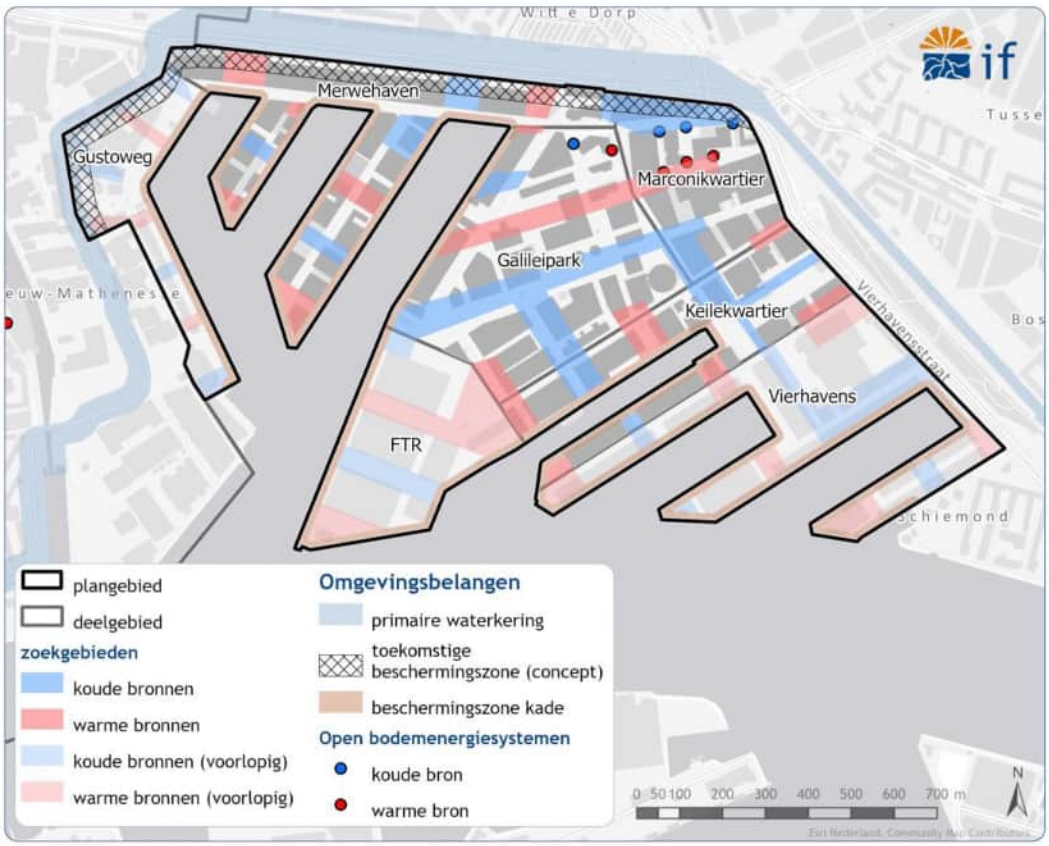
- bovengrondse inrichting projectgebied (beschikbare ruimte voor bronpositionering en bereikbaarheid van de bronnen);
- energievraag bouwontwikkelingen;
- bestaande en toekomstige overige ondergrondse functies/belangen;
- bodemopbouw en capaciteit.

Afweging van deze randvoorwaarden leidt tot een bodemenergieplan waarbij kansen voor combinatie van functies worden benut en negatieve interactie tussen verschillende gebruikers wordt geminimaliseerd.

Een bodemenergieplan wordt opgesteld met de kennis van nu. Omdat ontwikkelingen en inzichten kunnen veranderen is de gemeente voornemens om het plan periodiek (minimaal eens per 5 jaar) te evalueren om te bepalen of het plan optimaal ingezet wordt of dat aanpassing of bijstelling gewenst is. Een aanpassing of bijstelling kan nodig zijn wanneer de bestemming van een deelgebied dusdanig wijzigt dat de ordening en gebruiksregels niet meer aansluiten of wanneer in de praktijk de gewenste toepassing van bodemenergie door ontwikkelaars afwijkt van de beoogde ordening. Daarnaast is de herijking van de bestemmingsplannen voor de deelgebieden Gustoweg, FTR en Vierhavens aanleiding voor een evaluatie. Ook wanneer de eerste aanvragen voor open bodemenergiesysteem binnen deze gebieden worden ingediend, geven aanleiding om het bodemenergieplan te evalueren. Aanpassing en bijstelling heeft altijd tot doel de optimale inzet van bodemenergie voor alle ontwikkelingen binnen het plangebied. Indien aanpassing of bijstelling gewenst is, wordt in overleg met de provincie bepaald hoe dit vorm gegeven wordt.

2 Gebruiksregels

Onderstaande gebruiksregels stellen de voorwaarden voor toepassing van de verschillende vormen van bodemenergie binnen Merwe Vierhavens in Rotterdam. De gebruiksregels gelden binnen het gebied zoals weergegeven op de plankaart (zie Figuur 2.1 en Bijlage 1). De gebruiksregels zijn aanvullend op de wettelijke regels die worden gesteld aan bodemenergie.



Figuur 2.1 | Plankaart

Ontwikkelende partijen die in het gebied een bodemenergiesysteem willen realiseren, dienen zich te allen tijde te houden aan de wettelijke kaders voor bodemenergie. In paragraaf 3.4 is een samenvatting van de algemene wettelijke kaders voor bodemenergie opgenomen. In paragraaf 3.4.4 worden nog mogelijk aanvullende vergunningen en meldingen genoemd. De initiatiefnemer van een bodemenergiesysteem is verplicht om te onderzoeken welke vergunningen en meldingen noodzakelijk zijn en dient er zorg voor te dragen dat hij deze tijdig aanvraagt of laat aanvragen bij het daarvoor bevoegde gezag.

Daarnaast dienen bodemenergiesystemen binnen de hieronder beschreven gebruiksregels te worden ontworpen, gerealiseerd en geëxploiteerd. Nadere toelichting op de onderstaande gebruikersregels staat beschreven in hoofdstuk 5.

Voor het realiseren en het in werking hebben van een bodemenergiesysteem binnen de grenzen van het plangebied gelden de volgende locatie specifieke regels:

1. Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een diepte van maximaal 80 m-mv gerealiseerd worden.

2. Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem. Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als monobron- of recirculatiesystemen zijn niet toegestaan.

3. De bronfilters van een doubletsysteem moeten gerealiseerd worden in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket met een minimale filterlengte van 35 meter.

4. De warme en koude bron(nen) van een doubletsysteem moeten respectievelijk binnen de aangegeven warme (rode) en koude (blauwe) zones worden gepositioneerd.

5. In het ontwerp van nieuwe open bodemenergiesystemen dient rekening te worden gehouden met een extra stijghoogteverandering van minimaal 2 meter in de bronnen ten gevolge van hydrologische invloed van andere open bodemenergiesystemen.

6. Het open bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikneming een moment waarop de totale hoeveelheid warmte gelijk is aan de totale hoeveelheid koude die vanaf de datum van ingebruikneming door het systeem aan de bodem zijn toegevoegd. Het systeem herhaalt dit telkens uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop die situatie werd bereikt.

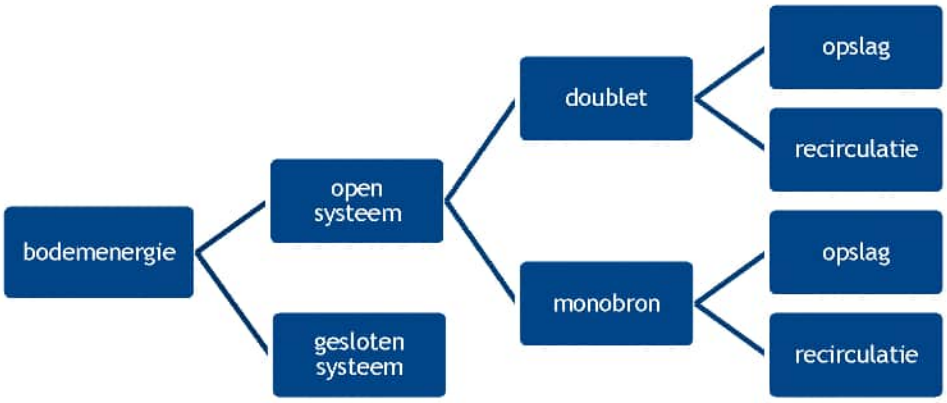
7. De bronnen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of, indien niet anders mogelijk, terrein van derden (waaronder de gemeente) mits de betreffende grondeigenaren hiervoor schriftelijk toestemming hebben gegeven.

8. Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Een onderbouwing van de afwijking moet, samen met een schriftelijke goedkeuring van de gemeente, bij de vergunningaanvraag Waterwet gevoegd worden en ter goedkeuring aan de provincie worden voorgelegd.

3 Algemene toelichting

3.1 PRINCIPE BODEMENERGIE

Bodemenergiesystemen maken gebruik van de bodem om warmte en/of koude op te slaan in het aanwezig grondwater. Deze warmte en/of koude wordt gebruikt voor de klimatisering van gebouwen of processen. Hiermee worden aanzienlijke energiebesparingen ten opzichte van conventionele verwarmings- en koelinstallaties gerealiseerd. Onderstaand figuur presenteert de verschillende typen bodemenergiesystemen.



Figuur 3.1 | Overzicht bodemenergiesystemen

Hieronder worden de verschillende typen bodemenergiesystemen nader toegelicht.

3.1.1 Open en gesloten bodemenergiesystemen

Open systemen, ook wel warmte-/koudeopslag (WKO) genoemd, bestaan uit bronnen die grondwater onttrekken en infiltreren. Energie in de vorm van warmte en koude wordt opgeslagen in een ondergrondse watervoerende laag. Deze energie wordt vervolgens onttrokken om te verwarmen (in combinatie met warmtepompen) of te koelen. In de zomer wordt gekoeld met winterkoude en in de winter wordt verwarmd met zomerwarmte. Open systemen worden in Nederland meestal toegepast op dieptes tussen de 20 tot 250 meter beneden maaiveld, in Rotterdam doorgaans vanaf circa 100 meter beneden maaiveld. Een open systeem is met name rendabel bij de grotere ontwikkelingen vanaf circa 50 woningen, kantoren en andere utiliteitgebouwen.

Gesloten systemen, ook wel bodemwarmtewisselaars genoemd, bestaan uit flexibele kunststof lussen in de bodem waarmee warmte en koude aan de bodem wordt onttrokken door middel van geleiding. Er wordt geen grondwater onttrokken. Gesloten systemen worden over het algemeen gerealiseerd tot een maximale diepte van circa 200 meter beneden maaiveld, afhankelijk van de energievraag. Een systeem kan al interessant zijn voor één woning. Daarnaast worden gesloten systemen ook toegepast bij kleine utiliteitsbouw (scholen, kleine kantoren), maar in toenemende mate ook bij grotere ontwikkelingen, zoals kantoorgebouwen en appartementen complexen.

3.1.2 Indeling open systemen

De categorie van open systemen kan nader onderscheiden worden naar concepten met één of meer bronnen en met wél of géén opslag van de warmte of koude.

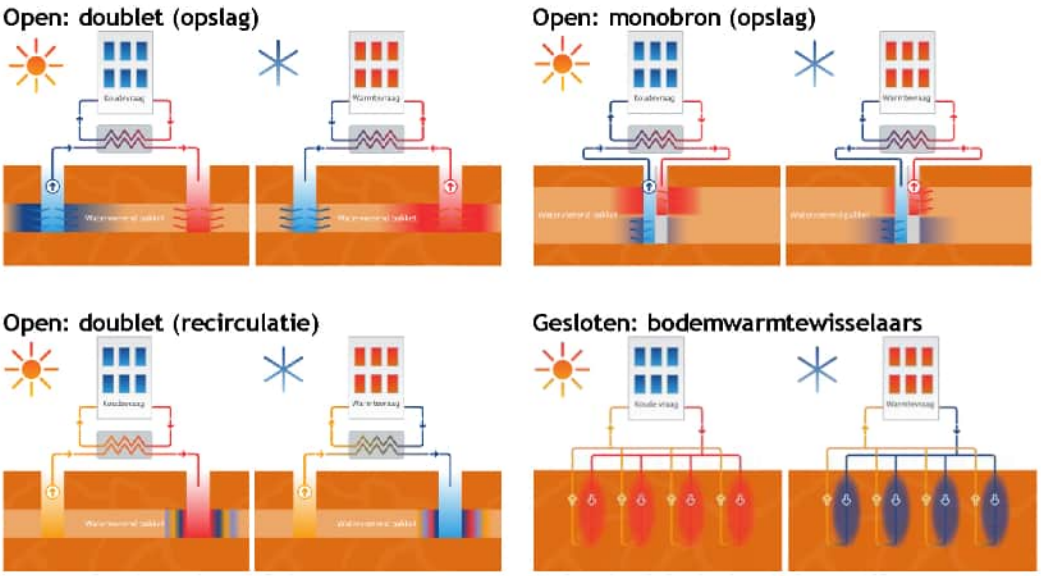
Doublet en monobron

Open systemen zijn onderverdeeld in doubletten en monobronnen. Bij een doubletsysteem worden twee bronnen horizontaal ten opzichte van elkaar geplaatst, zodat de warme en koude bellen zich naast elkaar vormen. Een monobron bestaat uit slechts één bron, waarbij twee filters op ongelijke diepte in de bodem gepositioneerd worden. Hierbij vormen de warme en koude bel zich onder elkaar.

Opslagsystemen en recirculatiesystemen

Bij een opslagsysteem wordt de warmte en koude opgeslagen bij de bronnen. Eén bron is de zogenoemde warme bron, de andere bron de koude bron. Deze bronnen onttrekken en infiltreren afwisselend, afhankelijk van het seizoen. Een recirculatiesysteem is een alternatief systeem dat bestaat uit een onttrekkings- en een infiltratiebron. Er is geen sprake van opslag. Er wordt namelijk continu grondwater onttrokken uit de ene bron en geïnfiltreerd in de andere bron. Met het onttrokken grondwater, met een temperatuur gelijk aan de natuurlijke grondwatertemperatuur, wordt in de zomer gekoeld en in de winter verwarmd.

In Figuur 3.2 zijn de hierboven beschreven concepten schematisch weergegeven.



Figuur 3.2 | Schematische weergave verschillende varianten van bodemenergie

3.2 BODEMEIGENSCHAPPEN

Het technisch functioneren van een bodemenergiesysteem is afhankelijk van een aantal bodemeigenschappen. De belangrijkste voorwaarde voor open bodemenergiesystemen is dat in de bodem een geschikte watervoerende zandlaag aanwezig is die voldoende capaciteit biedt voor de opslag van koude en warmte.

Een ander aspect dat een rol speelt is grondwaterstroming. Voor open bodemenergiesystemen zijn de snelheid en de richting van de grondwaterstroming van belang bij het positioneren van de bronnen. Bij een hoge grondwaterstroming kan thermische interactie tussen de warme en koude bellen optreden, of kan de opgeslagen energie sneller afstromen. Dit dient in verband met rendementsverlies te worden voorkomen.

Tenslotte is voor open bodemenergiesystemen de grondwaterkwaliteit van belang. De chemische samenstelling en de temperatuur van het grondwater zijn van belang voor het goed functioneren van een open systeem. Daarnaast mag een open systeem geen verzilting veroorzaken, dus moet ook gekeken worden naar de invloed op het zoet-/brak-/zoutgrensvlak.

Bovengenoemde aspecten worden verder in dit hoofdstuk behandeld. Daarbij wordt aangegeven in hoeverre ze de haalbaarheid van open bodemenergiesystemen in Merwe Vierhavens kunnen beïnvloeden. Elke initiatiefnemer van bodemenergie binnen het projectgebied dient zelf de benodigde onderzoeken uit te voeren om de specifieke haalbaarheid van het beoogde bodemenergiesysteem voor een bepaalde locatie te toetsen. Onderstaande informatie is daarom ter indicatie weergegeven. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend.

3.2.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in de directe omgeving van Merwe Vierhavens is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- Grondwaterkaart van Nederland;
- Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS);
- boorbeschrijvingen uit het archief van TNO Bouw en Ondergrond via DINOLoket;
- boorbeschrijvingen van gerealiseerde open bodemenergiesystemen in de omgeving (o.a. Nolet, Hogeschool Rotterdam, Erasmus Universiteit, Lloydpier en systemen in het centrum van Rotterdam).

Op basis van deze gegevens is de bodemopbouw geschematiseerd in een aantal watervoerende pakketten en scheidende lagen. Tabel 3.1 geeft de globale bodemopbouw in het plangebied weer. Lokaal kan de bodemopbouw variëren. De lokale bodemopbouw dient bij de vergunningaanvraag voor elk individueel systeem nader te worden beschouwd, zodat de effecten goed in kaart gebracht kunnen worden.

Tabel 3.1 | Bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	geohydrologie
0 - 20	klei, veen en matig fijn tot matig grof zand, mogelijk puin	deklaag
20 - 30	matig fijn tot uiterst grof zand	1e watervoerende pakket
30 - 95	afwisseling van klei, kleiig zand en veen	1e scheidende laag
95 - 100	matig fijn tot matig grof zand	2e watervoerende pakket
100 - 230	matig fijn tot matig grof zand met kleilagen	3e watervoerende pakket
> 230	klei en zeer fijn zand	hydrologische basis

* het maaiveld bevindt zich op circa 3,3 m+NAP

3.2.2 Bodemgeschiktheid open bodemenergiesystemen

Eerste watervoerende pakket
In de provincie Zuid-Holland is het in principe niet toegestaan gebruik te maken van het eerste watervoerende pakket voor open bodemenergiesystemen in stedelijk gebied. Hiervan kan afgeweken worden als een bodemenergieplan opgesteld wordt voor een gebied, waarin aangetoond wordt dat toepassing van bodemenergie in het eerste watervoerende pakket geen ondiepe belangen schaadt (beleidsregel open bodemenergiesystemen provincie Zuid-Holland art 3, lid 3).
In dit bodemenergieplan is ervoor gekozen om het eerste watervoerende pakket niet open te stellen voor open bodemenergiesystemen, omdat vanwege de beperkte dikte het pakket niet geschikt is voor de grootschalige toepassing van open bodemenergiesystemen.

Tweede en derde watervoerende pakket
De bodem bestaat uit verschillende formaties. De eerste scheidende laag en het tweede watervoerende pakket behoren tot de formatie van Peize en Waalre. Alleen het onderste deel, dat aansluit op de daaronder gelegen formatie van Maassluis, bestaat uit zand dat geschikt is voor het plaatsen van bronfilters. Het overige deel bestaat klei en kleïig zand en veen. Er is geen scheidende laag aanwezig tussen het tweede en derde watervoerende pakket en ook de karakteristieken (zoals stijghoogte en waterkwaliteit) van het tweede watervoerende pakket en de bovenkant van het derde watervoerende pakket zijn vergelijkbaar. Daarom wordt er in dit bodemenergieplan uitgegaan van een gecombineerd tweede en derde watervoerend pakket.

Binnen het watervoerende pakket kunnen meerdere kleilagen aanwezig zijn. Het pakket is heterogeen van opbouw, waardoor de dikte en diepte van de aanwezige kleilagen per locatie kan varieren. De verwachte haalbare broncapaciteit bedraagt circa 80 - 120 m^3/uur.

3.2.3 Overige geohydrologische eigenschappen

De overige geohydrologische eigenschappen die belangrijk zijn voor de toepassing van een open bodemenergiesysteem zijn weergegeven in Tabel 3.2.

Tabel 3.2 | Geohydrologische eigenschappen voor een open bodemenergiesysteem

parameter		toelichting
grondwaterstand	✓	1,9 m NAP (1,4 m-mv) (bron: peilbuis 126566-99)
stijghoogten	✓	2/3e watervoerende pakket: -1,0 m NAP (bron: REGIS)
stromingssnelheid- en richting	✓	2/3e watervoerende pakket: 5 m/jaar in noordnoordoostelijke richting (bron: REGIS)
temperatuur	✓	12 - 15 °C (95 - 230 m-mv) (bron: Database temperatuurmetingen TNO en IF Technology)
redox	✓	geen redoxovergang in opslagpakket (bron: waterkwaliteitsmetingen DINOloket)
zoet/brak/zoutgrensvlak	✓	zoet/brak: circa 15 m-mv en brak/zout: circa 40 m-mv (bron: waterkwaliteitsmetingen DINOloket)

✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ! aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering

3.3 OMGEVINGSBELANGEN

In Tabel 3.3 zijn de relevante belangen opgenomen die van invloed kunnen zijn op de werking van een open bodemenergiesysteem in Merwe Vierhavens. Het gaat om zowel technische als juridische aspecten. Elke initiatiefnemer van een open bodemenergiesysteem moet de actuele situatie van

omgevingsbelangen en de daaruit volgende knelpunten inventariseren en gebruiken voor zijn ontwerp. Aan de onderstaande inventarisatie kunnen geen rechten worden ontleend en zijn gebruikt voor het ordenen van het plangebied.

Tabel 3.3 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp		toelichting
bodemenergiesystemen	⚠	open bodemenergiesysteem gelegen binnen plangebied, enkele open bodemenergiesystemen nabij plangebied. Geen gesloten bodemenergiesystemen in of nabij plangebied.
interferentiegebied	⚠	gelegen binnen een interferentiegebied
zettingen	✓	geen zetting verwacht die invloed kan hebben op de stabiliteit en het gebruik van omliggende belangen
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied
natuurbelangen	✓	Nieuwe Maas aangewezen als beschermde natuur, maar vormt geen belemmering voor toepassing bodemenergie
archeologie/aardkundig waardevol gebied	⚠	deels zeer hoge archeologische verwachting, geen aardkundig beschermde gebied gelegen binnen plangebied
verontreinigingen	⚠	geen diepe grondwaterverontreinigingen bekend, ondiep wel verontreinigingen aanwezig
waterkering	⚠	locatie ligt binnen beschermingszone waterkering en kademuren vormen aandachtspunt
spoor	✓	tramsporen ten noorden van projectgebied, geen belemmering
begraafplaats	✓	geen begraafplaats gelegen in plangebied
ondergrondse infrastructuur	⚠	meerdere kwetsbare leidingen aanwezig
niet gesprongen explosieven	⚠	deel plangebied verdacht

✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt ⚠ aandachtspunt of risico ✗ hoog risico of belemmering

Bodemenergiesystemen

Bij de Omgevingsdienst Haaglanden (ODH) is een overzicht opgevraagd van open bodemenergiesystemen in de omgeving van de projectlocatie. Uit het overzicht van ODH blijkt dat binnen en in de omgeving van het plangebied vier open bodemenergiesystemen aanwezig zijn. Deze systemen zijn in Tabel 3.4 en bijlage 2 weergegeven.

Tabel 3.4 | Open bodemenergiesystemen binnen en nabij het plangebied

bedrijfsnaam	afstand en richting t.o.v. plangebied	debiet [m³/uur]	vergunde waterhoeveelheid [m³/jaar]	watervoerend pakket
Europoint	binnen	61	200.000	2/3
Rotterdam Science Tower	binnen	205	999.800	2/3
Beagle Marconi	binnen	125	494.600	2/3
Justus van Effencomplex	350 m ten noorden	30	110.000	2/3
Nolet	350 m ten westen	125	400.000	2/3

De open bodemenergiesystemen die buiten het plangebied zijn gelegen liggen op dusdanige afstand van het plangebied dat hiermee geen rekening gehouden hoeft te worden bij de inrichting van het plangebied met zoekgebieden. Voor de twee open bodemenergiesystemen binnen het plangebied is bij de positionering van de zoekgebieden rekening gehouden met deze systemen.

Voor de ligging van gesloten bodemenergiesystemen verwijst DCMR Milieudienst Rijnmond naar de wkotool.nl. Hierin zijn geen gesloten bodemenergiesystemen opgenomen binnen het plangebied.

Interferentiegebied
Het plangebied ligt binnen een interferentiegebied (zie Bijlage 2). Met het aanwijzen van het gebied als interferentiegebied worden alle gesloten bodemenergiesystemen vergunningplichtig. In de Verordening bodemenergiesystemen Rotterdam is opgenomen dat binnen interferentiegebieden de aanleg van gesloten bodemenergiesystemen alleen doelmatig wordt geacht tot een diepte van 80 m-mv. Vanaf 80 m-mv mogen open bodemenergiesystemen worden aangebracht. Indien een vergunning wordt aangevraagd voor een gesloten bodemenergiesysteem binnen een interferentiegebied dat dieper reikt dan 80 m-mv, wordt in beginsel geen vergunning verleend.

Archeologie
Binnen het plangebied liggen gebieden met een zeer hoge archeologische verwachting (zie Bijlage 2). De rest van het gebied heeft een redelijke tot hoge archeologische verwachting. In de Erfgoedverordening Rotterdam 2020 is opgenomen dat verstoring van de bodem verboden is tenzij voor de activiteit een omgevingsvergunning is verleend, met vooronderzoek is aangetoond dat er geen archeologische waarden aanwezig zijn of is aangetoond dat aanwezige waarden niet geschaad worden. De initiatiefnemer van een bodemenergiesysteem is verantwoordelijk voor het (tijdig) uitvoeren van de benodigde onderzoeken en aanvragen van de toestemmingen.

Verontreinigingen
Bij de gemeente zijn geen diepe mobiele verontreinigingen bekend die een belemmering kunnen vormen voor het toepassen van een open bodemenergiesysteem in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket. Ondiep kunnen er wel verontreinigingen aanwezig zijn. Elke initiatiefnemer voor een open bodemenergiesysteem moet alle belangen, waaronder de verontreinigingen, zelf inventariseren op basis van de meest actuele informatie. Indien hier ten aanzien van de verontreinigingssituatie aanleiding voor is moet de initiatiefnemer in overleg met de gemeente bepalen of en welke maatregelen er nodig zijn. De verontreinigingssituatie kan hiermee een aandachtspunt vormen voor de realisatie. Bij het boren van bronnen voor een open bodemenergiesysteem dient de booraannemer zich te houden aan de BRL SIKB 2100 met bijbehorende Protocol 2101 Mechanisch boren. Hierin is ook opgenomen dat de aannemer van tevoren de verontreinigingssituatie in beeld moet brengen, hoe de aannemer dient om te gaan met eventuele verontreinigingen en welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden. Dit om verspreiding van deze verontreinigingen tijdens het boren te voorkomen en veiligheidsrisico's te vermijden.

Waterkering
De projectlocatie is gelegen in het waterstaatkundig beheergebied van het Hoogheemraadschap van Delfland. Uit de legger van Hoogheemraadschap van Delfland blijkt dat zich aan de noordkant en aan de westkant van het plangebied een primaire waterkering (de Delflandsedijk) bevindt (zie Bijlage 2). Het plangebied ligt binnen de beschermingszone van de primaire waterkering. Voor de aanleg van een open bodemenergiesysteem is een keurvergunning van het Hoogheemraadschap van Delfland benodigd. Deze vergunning kan tegelijkertijd aangevraagd worden met de vergunning Waterwet. Bij een eventuele vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet moeten de hydrologische effecten en de potentiële zetting van het bodemenergiesysteem op de waterkering gekwantificeerd worden.

Het Hoogheemraadschap is bezig met het opstellen van nieuw beleid ten aanzien van de waterkeringen. Hierin wordt rekening gehouden met een ruimtereservering voor een verhoging van de dijk op termijn. Binnen 50 meter van de grens van het waterstaatwerk (zie arcering in de kaart in bijlage 2) geldt dan een "nee-tenzij"-beleid voor bodemenergiesystemen. Dat wil zeggen dat

toestemming alleen mogelijk is als er een belangrijk maatschappelijk doel wordt gediend en door middel van simulaties kan worden aangetoond dat het effect op de stabiliteit van de waterkering verwaarloosbaar is. Bij de inpassing van de zoekgebieden is hier rekening mee gehouden door de zoekgebieden zodanig te plaatsen dat in basis voor alle ontwikkelingen bodemenergiesystemen ingepast kunnen worden. In de praktijk kan het zijn dat er toch onvoldoende ruimte is om de bronnen in te passen en er gebruik gemaakt moet worden van de beschermingszone. In dat geval moet de ontwikkelaar dit voornemen voorleggen aan het Hoogheemraadschap en de benodigde toestemming hiervoor regelen.

De projectlocatie bestaat uit meerdere pieren met kademuren. Deze zijn uitgevoerd als caissonconstructies en aangelegd in 1931. Als gevolg van de constructie is het niet mogelijk om direct langs de kade bronnen te realiseren. De constructies verschillen per locatie. Door de gemeente wordt gesteld dat een minimale afstand variërend van 16 - 20 m vanaf de kade aangehouden moet worden. In het bodemenergieplan is hier rekening mee gehouden door een zone van 20 m langs de kades vrij te houden van zoekgebieden. Per ontwikkeling zal in de ontwerpfase de invloed op de constructieve integriteit van de bestaande kadeconstructie beschouwd en afgestemd moeten worden met de gemeente.

Ondergrondse infrastructuur
Binnen het plangebied zijn meerdere kwetsbare leidingen aanwezig, zoals stadsverwarming, hogedruk gasleidingen en persriolen (zie Bijlage 2). Met name in de Marconistraat zijn dermate veel leidingen aanwezig dat het realiseren van bronnen in deze straat niet mogelijk is en het kruizen van deze weg met leidingen niet of onder voorwaarden mogelijk is. Hier is rekening mee gehouden met de inpassing van de zoekgebieden. Elke initiatiefnemer is verplicht om alle aanwezige kabels en leidingen te onderzoeken en indien nodig afstemming te zoeken met de eigenaar van kabels of leidingen. De in Bijlage 2 opgenomen leidingen zijn niet compleet en kunnen hiervoor niet gebruikt worden.

Niet gesprongen explosieven (NGE)
Op basis van de Bommenkaart (https://rotterdam.geostart.nl/bommenkaart) van de gemeente Rotterdam is een deel van het plangebied verdacht gebied ten aanzien van niet gesprongen explosieven. Binnen dit gebied moet de initiatiefnemer of aannemer een controleverzoek aanvragen bij de gemeente. De gemeente controleert of de beoogde werkzaamheden uitgevoerd kunnen worden of dat eerst gezocht moet worden naar mogelijke ontplofbare oorlogsresten.

Figuur 3.3 | Bommenkaart gemeente Rotterdam (bron: https://rotterdam.geostart.nl/bommenkaart)

3.4 WETTELIJKE KADERS

De aanleg en bedrijfsvoering van bodemenergiesystemen raakt aan diverse belangen, zoals milieu, drinkwater, bodemkwaliteit, etc. Voor de aanleg ervan is daarom meestal een vergunning vereist. Ook gelden specifieke procedures. Hieronder volgt een beknopte beschrijving van de te volgen procedures en vergunningsplichten bij de aanleg van een open bodemenergiesysteem. Daarna volgt ook een kort overzicht van de regels die gelden voor lozingsactiviteiten. Steeds is hierbij ook aangegeven welk orgaan het bevoegd gezag is.

3.4.1 Open systemen

Het onttrekken en infiltreren van grondwater bij een open bodemenergiesysteem is vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. Als bijlage bij de vergunningaanvraag dienen de effecten van het systeem in een effectenstudie te worden gekwantificeerd. De belangrijkste aspecten bij een vergunningaanvraag in het kader van de Waterwet zijn samengevat in Tabel 3.5 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 3.5 | Belangrijkste aspecten vergunning open systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	provincie Zuid-Holland
vergunningplicht	alle open bodemenergiesystemen
doorlooptijd	reguliere procedure: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking uniforme openbare voorbereidingsprocedure: 6 maanden tot publicatie definitieve beschikking
leges/publicatiekosten	de provincie rekent geen leges voor open bodemenergiesystemen
juridische voorwaarden	- de gemiddelde infiltratietemperatuur in de bronnen mag niet hoger zijn dan 25 °C, de provincie heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan; - bodemenergiesystemen mogen geen ontoelaatbare negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - verzilting van het zoete grondwater dient te worden voorkomen; - een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de provincie heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken.

Een deel van deze (en andere) voorwaarden gesteld aan het installeren en het in werking hebben van een open systeem staan in meer detail in de artikelen 6.11a tot en met 6.11i van het Waterbesluit. In paragraaf 3.4.3 en 3.4.4 zijn mogelijk andere benodigde vergunningen of toestemmingen opgenomen die nodig zijn voor de realisatie of het in gebruik hebben van een open bodemenergiesysteem.

Procedure

Voor een vergunningaanvraag Waterwet geldt de reguliere procedure van de Algemene wet bestuursrecht. Deze procedure duurt circa 8 weken. De provincie heeft de mogelijkheid om op de aanvraag te beslissen met toepassing van de uniforme openbare voorbereidingsprocedure (Afd. 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht). Deze procedure duurt circa 6 maanden. Binnen deze procedure wordt, afwijkend van de reguliere procedure, eerst een ontwerpbesluit ter inzage gelegd, voordat het definitieve besluit uitkomt. Bij afwijking op de gebruiksregels van het bodemenergieplan kan door het bevoegd gezag worden gekozen voor een uitgebreide procedure, waarbij aanvullend afstemming zal plaatsvinden met belanghebbenden.

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem in het kader van de Waterwet dient een formele m.e.r.-beoordeling uitgevoerd te worden. Voor systemen met een waterverplaatsing van minder dan 1.500.000 m^3/jaar geldt een vormvrije m.e.r.-beoordeling en hoeft bij het indienen van de vergunningaanvraag Waterwet geen m.e.r.-beoordelingsbesluit toegevoegd te worden. De m.e.r.-beoordeling kan plaatsvinden parallel aan de procedure van de vergunningaanvraag Waterwet. Middels een korte notitie wordt het initiatief aangemeld voor de m.e.r.-beoordeling.

Voor elke vergunningaanvraag voor een bodemenergiesysteem met een waterverplaatsing van meer dan 1.500.000 m^3/jaar moet een notitie opgesteld worden waarin de belangen en (milieu)effecten zijn omschreven. Deze notitie moet ingediend worden bij de DCMR Milieudienst Rijnmond. De proceduretijd voor het beoordelen van deze notitie en het opstellen van het m.e.r.-beoordelingsbesluit bedraagt zes weken. Indien besloten wordt dat geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden, kan de vergunningaanvraag Waterwet, voorzien van een effectenstudie en een kopie van het m.e.r.-beoordelingsbesluit, ingediend worden bij de provincie.

Nadat het bodemenergieplan door de provincie is verankerd in een provinciale beleidsregel, zal de provincie nieuwe vergunningaanvragen Waterwet voor open bodemenergiesystemen toetsen aan de gebruikersregels uit het bodemenergieplan.

3.4.2 Gesloten systemen

Gesloten systemen zijn meldings- en soms vergunningplichtig. Alle gesloten systemen moeten tenminste gemeld worden (conform het Besluit lozen buiten inrichting of Activiteitenbesluit milieubeheer). Voor gesloten systemen met een bodemzijdig vermogen groter dan of gelijk aan 70 kW, alsmede alle systemen die in een interferentiegebied (wat geldt voor Merwe Vierhavens) worden gerealiseerd, moet ook een Omgevingsvergunning Beperkte Milieutoets (OBM) worden aangevraagd bij het bevoegd gezag (gemeente Rotterdam). De gemeente Rotterdam heeft de beoordeling van deze aanvragen gedelegeerd aan de Omgevingsdienst Rijnmond (DCMR). De belangrijkste aspecten voor de melding en vergunningverlening voor gesloten systemen zijn samengevat in Tabel 3.6 en daaronder nader toegelicht.

Tabel 3.6 | Belangrijkste aspecten melding en vergunning gesloten systemen

aspect	toelichting
bevoegd gezag	gemeente Rotterdam
melding	alle systemen
vergunningplicht	≥ 70 kW of ligging in interferentiegebied
doorlooptijd	melding: 4 weken voor start werkzaamheden vergunning: 8 weken tot publicatie definitieve beschikking (OBM)
belangrijkste algemene regels	- de temperatuur van de circulatievloeistof mag niet hoger zijn dan 30 °C en niet lager zijn dan -3 °C, de gemeente heeft de mogelijkheid om een hogere temperatuur toe te staan; - bij vermoedelijke lekkage: onmiddellijk buiten werking stellen en circulatievloeistof verwijderen (tenzij de circulatievloeistof uit alleen water bestaat); - gesloten bodemenergiesystemen mogen geen ontoelaatbare negatieve invloed hebben op reeds aanwezige bodemenergiesystemen of andere belanghebbenden in de omgeving; - een koudeoverschot is in principe toegestaan en een warmteoverschot verboden, de gemeente heeft de mogelijkheid om het koudeoverschot te beperken.

Deze (en andere) voorschriften gesteld aan het installeren en het in werking hebben van gesloten bodemenergiesystemen zijn opgenomen in hoofdstuk 3a van het Besluit lozen buiten inrichting en paragraaf 3.2.8 uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. In paragraaf 3.4.3 en 3.4.4 zijn mogelijk andere benodigde vergunningen of toestemmingen opgenomen die nodig zijn voor de realisatie of het in gebruik hebben van een gesloten bodemenergiesysteem.

3.4.3 Lozingen

Er zijn verschillende momenten waarop lozingen, en daarmee de wettelijke kaders voor lozingsactiviteiten, aan de orde zijn. Elke initiatiefnemer is verantwoordelijk voor het onderzoeken en regelen van de vereiste toestemmingen voor het lozen van grondwater.

Boren van de bronnen (boorspoelwater)

Voor de aanleg van de bronnen van open bodemenergiesystemen en bodemlussen van gesloten bodemenergiesystemen moet worden geboord. Tijdens het boren komt spoelwater vrij (boorspoelwater). De hoeveelheid water die hierbij vrijkomt is beperkt, maar bevat vaak boorspoeling (bentoniet en polymeren) en vrijgekomen grond (zand, klei).

Ontwikkelen van open bronnen (ontwikkelwater)
Direct na het boren worden de bronnen van een open systeem eenmalig schoon gepompt (ontwikkelen). Het doel hiervan is om resten van het geboorde materiaal uit de bronnen te verwijderen (zand en slibdeeltjes), zodat deze niet voor verstoppingen kunnen zorgen. Tijdens het ontwikkelen komt grondwater vrij met een debiet tot maximaal 130% van het ontwerpdebiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Om de lozingshoeveelheid en het lozingsdebiet te verlagen kan gebruik worden gemaakt van filtertechnieken om vaste bestanddelen te verwijderen, waarbij het water grotendeels weer geïnfiltreerd wordt in de bodem. Het blijft echter noodzakelijk dat een gedeelte van het vrijkomende grondwater geloosd kan worden, om onder andere de filterunits terug te spoelen. Door deze manier van ontwikkelen kan het lozingsdebiet beperkt worden.

Onderhoud van open bronnen (spuiwater)
In verband met preventief onderhoud van de bronnen worden deze een aantal keer per jaar gespoeld. Bij deze actie wordt uit de bronnen enige tijd grondwater onttrokken met het maximale debiet. Dit grondwater moet geloosd worden. Voor nieuwe bodemenergiesystemen staat de gemeente Rotterdam niet toe dat het grondwater dat vrijkomt bij het periodiek onderhoud op de riolering wordt geloosd. Middels een onderhoudsfilter in de technische ruimte kan ervoor gezorgd worden dat er geen grondwater geloosd hoeft te worden. Bij een onderhoudsfilter wordt het vuil afgevangen met een mechanisch filter met zeer kleine poriën. Het grondwater wordt uit de bronfilters opgepompt en wordt via het onderhoudsfilter in de bypass van het leidingcircuit in een andere bron geïnjecteerd.

Regulering van lozingen en voorkeursroutes
Met de inwerkingtreding van de AMvB Bodemenergie zijn voorkeursvolgordes voor lozingen gedefinieerd. Hierbij worden twee type lozingen onderscheiden:
- lozen van boorspoelwater (open en gesloten systemen);
- lozen van ontwikkel- en beheerwater (alleen open systemen).

Door de specifieke kenmerken van deze stromen geldt er een voorkeursvolgorde voor de lozingsroute. Onderstaande tabel geeft de voorkeursvolgorde weer.

Tabel 3.7 | Voorkeursvolgorde lozen vanuit AMvB Bodemenergie

type afvalwater	voorkeursvolgorde lozing (bevoegd gezag)
Boorspoelwater (open en gesloten systemen)	1. vuilwaterriool (gemeente) 2. op de bodem (gemeente) 3. overige lozingsmethoden In de bodem en op het schoonwaterriool is niet toegestaan
Ontwikkel- en beheerwater (open systemen)	1. in de bodem (provincie) 2. oppervlaktewater (Waterschap of Rijkswaterstaat) 3. schoonwaterriool (gemeente) 4. vuilwaterriool (gemeente) 5. externe verwerker

Het Besluit lozen buiten inrichtingen bevat regels voor een groot aantal categorieën van lozingen die het gevolg zijn van activiteiten die plaatsvinden buiten inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer. Lozingen vanuit inrichtingen vallen onder het Activiteitenbesluit. Het besluit geldt voor alle lozingsroutes: zowel lozingen op oppervlaktewater, de bodem als de riolering.

Het openbare rioolstelsel in Rotterdam heeft op veel plaatsen onvoldoende capaciteit om de omvangrijke lozingen vanuit bodemenergiesystemen te kunnen verwerken. Voor nieuwe bodemenergiesystemen staat de gemeente Rotterdam niet toe dat het grondwater dat vrijkomt bij het periodieke onderhoud van de bronnen op de riolering wordt geloosd. Voor het grondwater dat vrijkomt bij de aanleg van de bronnen is meestal geen alternatief aanwezig voor lozing op de riolering.
Er dient in een zo vroeg mogelijke fase met gemeente Rotterdam, afdeling Water van Stadsbeheer, met betrekking tot lozingen in contact getreden te worden. Dit dient ter afstemming van de lozingsroute(s) voor het water dat vrijkomt bij het aanbrengen van de bronnen én het periodiek onderhoud ervan.

De lozingen van het water voor het ontwikkelen van open bronnen geeft de grootste lozingsvolumes. Conform de voorkeursvolgorde voor lozingen heeft het terugbrengen van het grondwater de voorkeur. Dit is echter een kostbare methode en door het beperken van het ontwikkeldebiet kunnen de bronnen niet optimaal ontwikkeld worden. Daarnaast is het nog steeds nodig om een kleine waterhoeveelheid te lozen. Conform de voorkeursvolgorde uit de AMvB Bodemenergie heeft het lozen van het ontwikkelwater op het oppervlaktewater hierna de voorkeur. Mocht dit niet mogelijk zijn, moet het grondwater geloosd worden op een vuilwaterriool of gemengd rioolstelsel. Aanbevolen wordt om in een vroeg stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag om de mogelijkheden voor lozen te bespreken.

Het beleid ten aanzien van het lozen op oppervlaktewater is beschreven in het Besluit lozen buiten inrichtingen. Dit beleid wordt in het geval van Merwe Vierhavens gehanteerd en uitgevoerd door het Hoogheemraadschap van Delfland. Het beleid en het indienen van een vergunning of doen van een melding staat beschreven op de website van Hoogheemraadschap van Delfland.

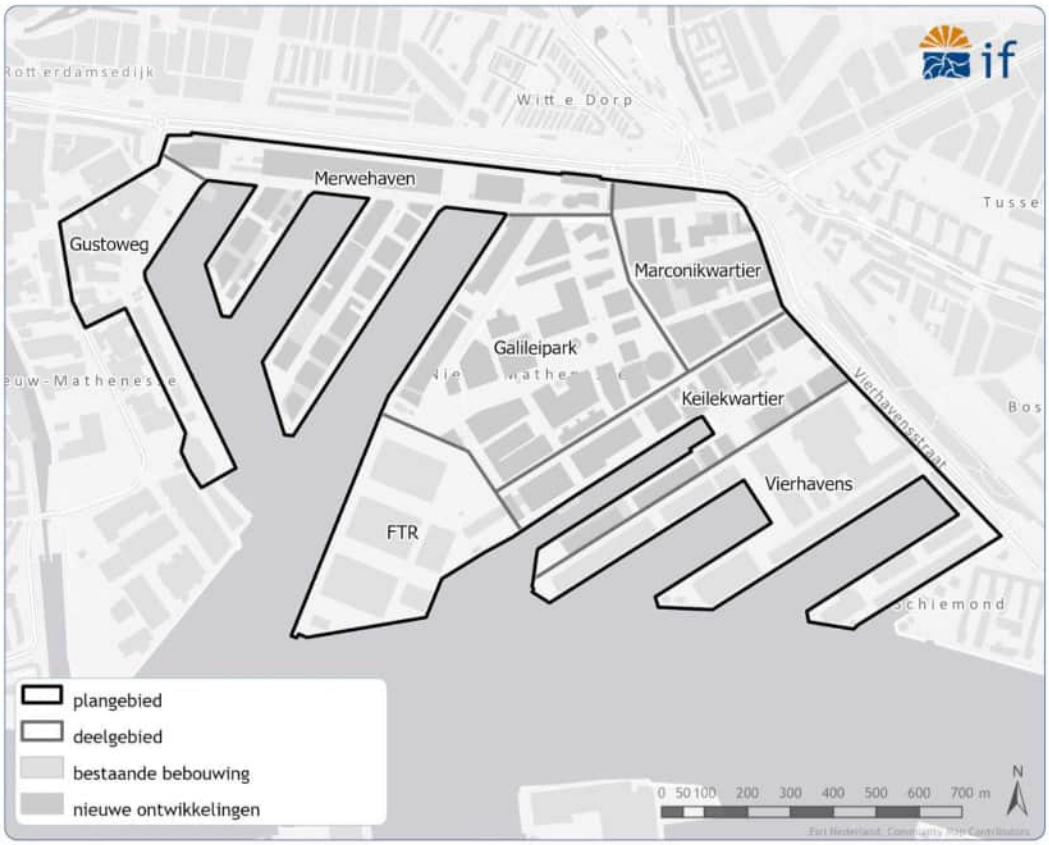
3.4.4 Overige vergunningen en meldingen

Naast genoemde vergunningen zijn er mogelijk aanvullende vergunning noodzakelijk voor de aanleg van een bodemenergiesysteem, zoals bijvoorbeeld een omgevingsvergunning, keurvergunning, tijdelijke verkeersmaatregel en bouwplaatsvergunning. In Rotterdam dient altijd een leidingvergunning aangevraagd te worden bij de gemeente, ook wanneer de bronnen en het leidingwerk op eigen terrein gerealiseerd worden. Daarnaast is een omgevingsvergunning vereist voor bouwwerken in de openbare ruimte. De initiatiefnemer van een bodemenergiesysteem is verplicht om te onderzoeken welke vergunningen en meldingen noodzakelijk zijn en dient er zorg voor te dragen dat hij deze tijdig aanvraagt of laat aanvragen bij het daarvoor bevoegde gezag.

4 Inventarisatie vraag en aanbod

4.1 ONTWIKKELINGEN

Het te onderzoeken gebied betreft Merwe Vierhaven in Rotterdam. De gemeente Rotterdam heeft de informatie met betrekking tot de omvang van de toekomstige ontwikkelingen aangeleverd. Binnen de deelgebieden Gustoweg, FTR en Vierhavens zullen in de toekomst ook nieuwe ontwikkelingen komen, maar de gemeente heeft nog geen concrete informatie beschikbaar over de omvang van de toekomstige ontwikkelingen. In dit plan wordt wel rekening gehouden met verduurzaming van de bestaande gebouwen binnen deze deelgebieden. In Figuur 4.1 zijn de verschillende deelgebieden weergegeven.



Figuur 4.1 | Deelgebieden binnen Merwe Vierhavens in Rotterdam

4.2 WARMTE- EN KOUDEVRAAG

Door Techniplan is voor dit gebied een studie uitgevoerd naar de energievraag binnen het gebied op basis van verschillende energieconcepten. Op basis van deze studie en in overleg met de gemeente is op basis van de oppervlaktes van de ontwikkelingen de gebouwzijdige energievraag en benodigde vermogens per deelgebied bepaald, zie 0. Deze energievraag en vermogens zijn met behulp van

kentallen, energetische uitganspunten en de jaarlijkse verdeling van vermogens vertaald naar de bodemzijdige vraag. Voor de deelgebieden Merwehaven, Galileipark, Marconikwartier en Keilekwartier is dit gebaseerd op de verwachte toekomstige ontwikkelingen en voor de deelgebieden Gustoweg, FTR en Vierhavens op de bestaande gebouwen. In Figuur 4.2 is de verwachte bodemzijdige warmte- en koudevraag weergegeven per deelgebied. De verschillen per deelgebied wordt bepaald door de verhouding van het aandeel woon- en werkfunctie. In Tabel 4.1 zijn beknopt de resultaten van de voorgaande berekeningen weergeven. De gebruikte kentallen, energetische uitganspunten en jaarlijkse verdeling van de vermogens zijn ter informatie opgenomen in Bijlage 4.

Figuur 4.2 | Berekende bodemzijdige warmte- en koudevraag in MWht per deelgebied

De bepaalde bodemzijdige warmte- en koudevraag is vervolgens vertaald naar de jaarlijkse grondwaterverplaatsing en benodigde grondwaterdebieten, die weergegeven zijn in Tabel 4.1. Hierbij is uitgegaan van een bodemzijdige energiebalans. Daarnaast is aangegeven hoeveel doubletten er, uitgaande van de verwachte maximale broncapaciteit van 80 - 120 m^3/uur, per deelgebied nodig zijn.

Tabel 4.1 | Benodigde waterverplaatsing en debiet in Merwe Vierhavens

deelgebied	waterverplaatsing warmtelevering [m³/jaar]	waterverplaatsing koeling [m³/jaar]	debiet warmtelevering [m³/uur]	debiet koeling [m³/uur]	aantal doubletten
Marconikwartier	3.052.000	3.052.000	2.250	2.510	21 - 31
Keilekwartier	2.111.000	2.111.000	1.580	1.800	15 - 23
Galileipark	2.209.000	2.209.000	1.610	1.990	17 - 25
Merwehaven	2.047.000	2.047.000	1.310	1.170	11 - 16
Gustoweg	394.000	394.000	270	160	3-4
FTR	440.000	440.000	310	180	3-4
Vierhavens	578.000	578.000	400	240	4-5
Totaal	**10.831.000**	**10.480.000**	**7.730**	**8.050**	**74 - 108**

4.3 WARMTE- EN KOUDEAANBOD

Het bodemzijdige aanbod met een open bodemenergiesysteem kan berekend worden op basis van de verwachte dikte van de bodem waarin de warmte en koude opgeslagen wordt (circa 50 m), een gemiddelde delta T van 5°C tussen onttrekking en infiltratie en het oppervlakte van het projectgebied (circa 120 hectare). Hieruit volgt dat in potentie circa 70.000 MWh aan warmte en 70.000 MWh aan koude geleverd kan worden uit het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket binnen het plangebied.

Dit is exclusief het potentieel voor gesloten bodemenergie. Deze is niet opgenomen, omdat de toepassing van een gesloten bodemenergiesysteem voor het hele plangebied niet voor de hand ligt en dit alleen toegepast zal worden voor mogelijk kleine individuele ontwikkelingen. Hierbij is het beschikbare potentieel voor een groot deel afhankelijk van de beschikbare ruimte voor het plaatsen van de bodemlussen. Dit verschilt per locatie, waardoor het bepalen van een reëel potentieel niet mogelijk is.

4.4 MATCH VRAAG/AANBOD

Uit de inventarisatie (paragraaf 4.2) volgt een totale bodemzijdige warmtevraag van circa 60.000 MWh en een koudevraag van circa 45.000 MWh. De bodemzijdige warmte- en koudevraag is de hoeveelheid warmte en koude die een gebouw uit de bodem nodig heeft, waarbij rekening wordt gehouden met het gebruik van een warmtepomp voor de warmtevraag. Uitgaande van een open bodemenergiesysteem uitgelegd op de warmtevraag en een energiebalans, zal in combinatie met een regeneratievoorziening circa 60.000 MWh aan warmte en 60.000 MWh aan koude aan de bodem onttrokken worden.

In Tabel 4.2 is de match tussen vraag en aanbod per deelgebied opgenomen. Hierin is ook aangegeven hoeveel procent van de vraag met het bodemzijdige aanbod gedekt kan worden (dekkingsgraad). Hieruit volgt dat in een aantal deelgebieden de vraag het aanbod overstijgt (lage dekkingsgraad). Om de vraag te kunnen dekken is ruimte in andere deelgebieden nodig. Ook geeft dit aanleiding om de mogelijkheden voor een collectief bodemenergiesysteem te onderzoeken om het bodempotentieel zo optimaal mogelijk in te kunnen zetten binnen het totale gebied van Merwe Vierhavens.

Tabel 4.2 | Match vraag en aanbod per deelgebied

deelgebied	vraag [MWh]	aanbod [MWh]	dekkingsgraad
Marconikwartier	17.700	6.500	37%
Keilekwartier	12.240	8.500	69%
Galileipark	8.660	15.100	174%
Merwehaven	11.870	13.000	110%
Gustoweg	2.290	6.000	262%
FTR	2.550	8.500	333%
Vierhavens	3.350	12.000	358%
Totaal	**58.660**	**69.600**	**119%**

Op basis van de geschatte energievraag en het bodemzijdige aanbod kan in theorie de beoogde vraag uit de bodem onttrokken worden. Opgemerkt wordt dat het werkelijke potentieel in de praktijk lager kan uitvallen vanwege fysieke obstakels ten aanzien van de inpassing van bronnen (zoals gebouwen, wegen, kabels en leidingen, groen, waterpartijen, bestaande open bodemenergiesystemen en dergelijke). Aan de andere kant kan het potentieel toenemen omdat ook de bodem direct rond het plangebied gebruikt wordt voor het opslaan van warmte en koude wanneer een deel van de bronnen op de rand van het plangebied geplaatst worden. Omdat er op basis van de inventarisatie geen grote bodemzijdige overcapaciteit is, is ordening van belang om het aanwezige potentieel optimaal te benutten voor alle ontwikkelingen.

5 Toelichting gebruiksregels

In hoofdstuk 2 zijn de gebruiksregels voor open en gesloten bodemenergiesystemen opgenomen. In dit hoofdstuk wordt per gebruiksregel een onderbouwing gegeven waarom een bepaalde gebruiksregel is opgenomen.

1. Gesloten bodemenergiesystemen mogen tot een diepte van maximaal 80 m-mv gerealiseerd worden.

In het bodemenergieplan is het tweede en derde watervoerende pakket gereserveerd voor open bodemenergiesystemen. Om thermische interferentie tussen open en gesloten bodemenergiesystemen te voorkomen wordt er een verticale scheiding tussen deze systemen aangehouden. Daarom worden de gesloten bodemenergiesystemen toegestaan tot een diepte van maximaal 80 m-mv. Dit is reeds vastgelegd door de gemeente in het kader van het vastgelegde interferentiegebied waarbinnen Merwe Vierhavens is gelegen.

2. Het open bodemenergiesysteem moet worden uitgevoerd als een doubletsysteem. Open bodemenergiesystemen uitgevoerd als monobron- of recirculatiesystemen zijn niet toegestaan.

Gezien de beoogde omvang van de ontwikkelingen is de verwachting dat de toepassing van (collectieve) open bodemenergiesystemen het beste aansluit bij de intensiteit van de warmte-/koudevraag. Dit omdat met dergelijke systemen relatief hoge capaciteiten gehaald kunnen worden en het bodempotentieel optimaal ingezet kan worden.

Het gebruik van recirculatiesystemen is niet toegestaan, omdat het rendement van deze systemen lager is. Dit komt doordat geen gebruik gemaakt wordt van de in de bodem gebrachte warmte en koude. Het betreft geen opslagsysteem. Hierdoor wordt het beschikbare bodempotentieel niet optimaal benut. Recirculatiesystemen worden wel toegepast in gebieden met een hoge grondwaterstroming waar de opgeslagen warmte en koude afstroomt en het rendement vergelijkbaar zal zijn met een doubletsysteem. Gezien de beperkte grondwaterstroming in het plangebied, speelt dat hier niet en is opslag van warmte en koude goed mogelijk.

Gezien de omvang van de ontwikkelingen bestaat de voorkeur voor het toepassen van doubletten boven monobronnen. Door het toepassen van doubletten kunnen relatief grote capaciteiten per bron gerealiseerd worden en kan het aanwezige bodempotentieel zo optimaal mogelijk gebruikt worden. De toepassing van monobronnen wordt daarom niet toegestaan.

3. De bronfilters van een doubletsysteem moet gerealiseerd worden in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket met een minimale filterlengte van 35 meter.

Voor het grootschalig toepassen van open bodemenergiesystemen wordt gekozen voor het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket. Dit vanwege het geldende juridische kader en de bodemtechnische geschiktheid. De schematische dieptes van de watervoerende pakketten zijn weergegeven in Tabel 3.1. Iedere initiatiefnemer dient op basis van de meest

recente en relevante informatie een inschatting te maken van de ligging van de watervoerende pakketten en scheidende lagen.

Het aanbod aan warmte en koude uit de bodem is beperkt hoger dan de vraag vanuit de gebouwen. Om het beschikbare bodempotentieel zo optimaal mogelijk te benutten, is het nodig om zoveel mogelijk van de bodem hiervoor te gebruiken. Daarom wordt een minimum gesteld aan het te plaatsen filterlengte van 35 m. Dit is gebaseerd op de in de praktijk geplaatste filterlengtes in Rotterdam. Met deze regel wordt ook gestimuleerd om bronnen met een zo hoog mogelijke capaciteit te realiseren en mogelijk samenwerking met andere partijen te zoeken om een collectief systeem te realiseren.

4. De warme en koude bron(nen) van een doubletsysteem moeten respectievelijk binnen de aangegeven warme (rode) en koude (blauwe) zones worden gepositioneerd.

De ruimtelijke ordening van open bodemenergiesystemen in het gecombineerde tweede en derde watervoerende pakket vindt plaats op basis van een oriëntatie-patroon in zones. Deze zones zijn uitgewerkt in een kaart die is opgenomen in Bijlage 1. Zonering van de bronnen biedt zowel sturing alsmede een stuk flexibiliteit wat betreft inpassing. Het is sturend in de ruimtelijke ondergrondse ordening door het regisseren van het specifiek opslaan van warmte of koude in een bepaalde zone. Dit zodat negatieve interferentie tussen warmte en koude wordt voorkomen en daarmee het behalen van het totale potentieel niet verhinderd wordt. Het biedt vrijheid in de praktische ruimtelijke inpassing in het terrein. Door het definiëren van een zone en geen vaste bronposities, blijft het mogelijk de ruimtelijke inpassing af te wegen met andere ordeningsbehoeftes voor gebouwen, inrichting openbare ruimte en aanwezige en toekomstige infrastructuur.

Er is gekozen voor een zonering, omdat hiermee het ondergrondse potentieel beter wordt benut dan bij alternatieve ordeningsmethodes zoals bijvoorbeeld het kruislings plaatsen van bronnen. Vanwege de relatief diepe ligging van de open bodemenergiesystemen, vormen de hydrologische effecten geen directe belemmering. Wel moet bij elk nieuw open bodemenergiesysteem aangetoond worden dat de effecten van dit systeem geen negatieve invloed heeft op omgevingsbelangen.

De oriëntatie van de zones is gebaseerd op de mogelijkheden voor de praktische inpassing van bronnen als gevolg van de ligging van de toekomstige gebouwen en het wegpatroon. De afstand tussen de stroken (circa 100 m) en de breedte van de stroken (in de meeste gevallen 40 m of meer) is bepaald op basis van de verwachte benodigde afstand die nodig is tussen de bronnen om negatieve thermische interferentie tussen de koude en warme bronnen te voorkomen.

Elke initiatiefnemer van een open bodemenergiesysteem is zelf verantwoordelijk voor het inpassen van de bronnen binnen de zoekgebieden, rekening houdend met de dan aanwezige omgevingsbelangen.

Binnen de zonering is onderscheid gemaakt tussen de zoekgebieden binnen de deelgebieden Merwehaven, Galileipark, Marconikwartier en Keilekwartier en de deelgebieden Gustoweg, FTR en Vierhavens. Binnen de eerste vier deelgebieden is beter inzicht in de energievraag en de toekomstige ontwikkeling en staan de zoekgebieden vast. In de overige deelgebieden sluiten de zoekgebieden aan op de vaststaande zoekgebieden. Omdat binnen deze gebieden de

energievraag en toekomstige ontwikkeling nog onduidelijk is, zijn hier voorlopige zoekgebieden gedefinieerd. Meer duidelijkheid over de bestemming en concrete aanvragen binnen deze deelgebieden kunnen aanleiding zijn tot een evaluatie van het bodemenergieplan en aanpassing van de zoekgebieden.

5. In het ontwerp van nieuwe open bodemenergiesystemen dient rekening te worden gehouden met een extra stijghoogteverandering van minimaal 2 meter in de bronnen ten gevolge van hydrologische invloed van andere open bodemenergiesystemen.

Op basis van de verwachte warmte- en koudevraag zijn er binnen het plangebied vele open bodemenergiesysteem nodig. Binnen de warme en koude stroken kunnen meerdere bronnen bij elkaar geplaatst worden. Het ene bodemenergiesysteem zal een hydrologische invloed hebben op het andere systeem. In het ontwerp moet hier rekening mee gehouden worden, zodat de systemen nu en in de toekomst goed kunnen functioneren. Dit kan door in het ontwerp rekening te houden met de hydrologische invloed van bestaande en eventueel toekomstige bodemenergiesystemen. Daarom is opgenomen dat in het ontwerp van elk nieuw open bodemenergiesysteem in het ontwerp rekening gehouden moet worden met een extra stijghoogteverandering van minimaal 2 meter in de bron. Deze 2 meter is bepaald op basis van de verwachte stijghoogteveranderingen bij een bron op maximale capaciteit in Rotterdam bij clustering van meerdere bronnen en een afstand van circa 50 m tussen de bronnen. Hiermee wordt verwacht dat dit in de meeste gevallen voldoende zal zijn om de stijghoogteverandering van omliggende systemen op te vangen.

6. Het open bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikneming een moment waarop de totale hoeveelheid warmte gelijk is aan de totale hoeveelheid koude die vanaf de datum van ingebruikneming door het systeem aan de bodem zijn toegevoegd. Het systeem herhaalt dit telkens uiterlijk vijf jaar na het laatste moment waarop die situatie werd bereikt.

Het energievraagprofiel van de gebouwen binnen het projectgebied tonen een grotere warmte- dan koudebehoefte. Daardoor zal, vanuit het behalen van economisch voordeel, een bodemzijdig koudeoverschot wenselijk zijn. Een accumulatie van open bodemenergiesystemen met een bodemzijdig koudeoverschot staat het optimaal gebruik van de ondergrond in de weg. Daarom wordt in het plan uitgegaan van een energiebalans binnen 5 jaar na ingebruikname en hierna telkens binnen 5 jaar. Dit zal als voorwaarde opgenomen worden in de vergunning Waterwet. Elke vergunninghouder is verplicht om het systeem te monitoren en jaarlijks de monitoringsgegevens bij de provincie aan te leveren. Om een energiebalans te behalen moet mogelijk met aanvullende voorzieningen (bijvoorbeeld met aquathermie, riothermie of zonnecollectoren) in de zomer extra warmte ingevangen worden of moet een deel van de warmtevraag op een alternatieve manier (bijvoorbeeld met stadsverwarming) geleverd worden. Deze regel vormt geen belemmering voor het toepassen van open bodemenergiesystemen binnen het projectgebied.

7. De bronnen en het leidingwerk moeten gerealiseerd worden op eigen terrein, gedeeld terrein of, indien niet anders mogelijk, terrein van derden (waaronder de gemeente) mits de betreffende grondeigenaren hiervoor schriftelijk toestemming hebben gegeven.

Om de druk op de openbare ruimte te verminderen dient in het beginsel gezocht te worden naar bronposities buiten de openbare ruimte. Hetzelfde geldt voor het bijbehorende leidingwerk. Het zal in veel gevallen niet mogelijk zijn om de bronnen en het leidingwerk op eigen terrein te realiseren. Wanneer er geen mogelijkheden zijn voor plaatsing op eigen kavel, zal in samenspraak met de gemeente gezocht moeten worden naar geschikte bronposities in de openbare ruimte. Daarbij ligt er een inspanningsplicht bij de aanvrager om aan te tonen dat bronnen niet op eigen terrein gerealiseerd kunnen worden. Wanneer de gemeente schriftelijk toestemming geeft voor plaatsing van bronnen in de openbare ruimte betreft dit geen afwijking op het bodemenergieplan. Daarbij zal dan de reguliere vergunningsprocedure worden gevolgd.

8. Indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen, kan afgeweken worden van de gebruiksregels. Een onderbouwing van de afwijking moet, samen met een schriftelijke goedkeuring van de gemeente, bij de vergunningaanvraag Waterwet gevoegd worden en ter goedkeuring aan de provincie worden voorgelegd.

Om ruimte te bieden voor uitzonderlijke situaties, kan afgeweken worden van de gestelde regels. Dit kan echter alleen indien het redelijkerwijs niet mogelijk is om aan alle gebruiksregels te voldoen. In dat geval dient in eerste instantie in overleg met de gemeente Rotterdam bepaald te worden of de afwijking is toegestaan. Pas nadat de gemeente een schriftelijke toestemming heeft gegeven kan de initiatiefnemer deze toestemming met een onderbouwing van de afwijking bij de vergunningaanvraag Waterwet toevoegen. Daarmee wordt de afwijking ter goedkeuring aan de provincie Zuid-Holland voorgelegd. Wanneer een schriftelijke goedkeuring van de gemeente Rotterdam is afgegeven voor de afwijking zal de reguliere vergunningprocedure worden gehanteerd.

Bijlage 1 - Plankaart

Merwe Vierhavens in Rotterdam

plankaart bodemenergie

plangebied
gemeentegrens
deelgebied
bestaande bebouwing
toekomstige ontwikkeling

zoekgebieden

koude bronnen
warme bronnen
koude bronnen (voorlopig)
warme bronnen (voorlopig)

Omgevingsbelangen

beschermingszone kade
primaire waterkering
toekomstige beschermingszone waterkering (concept)

open bodemenergiesystemen

koude bron
warme bron

In opdracht van:

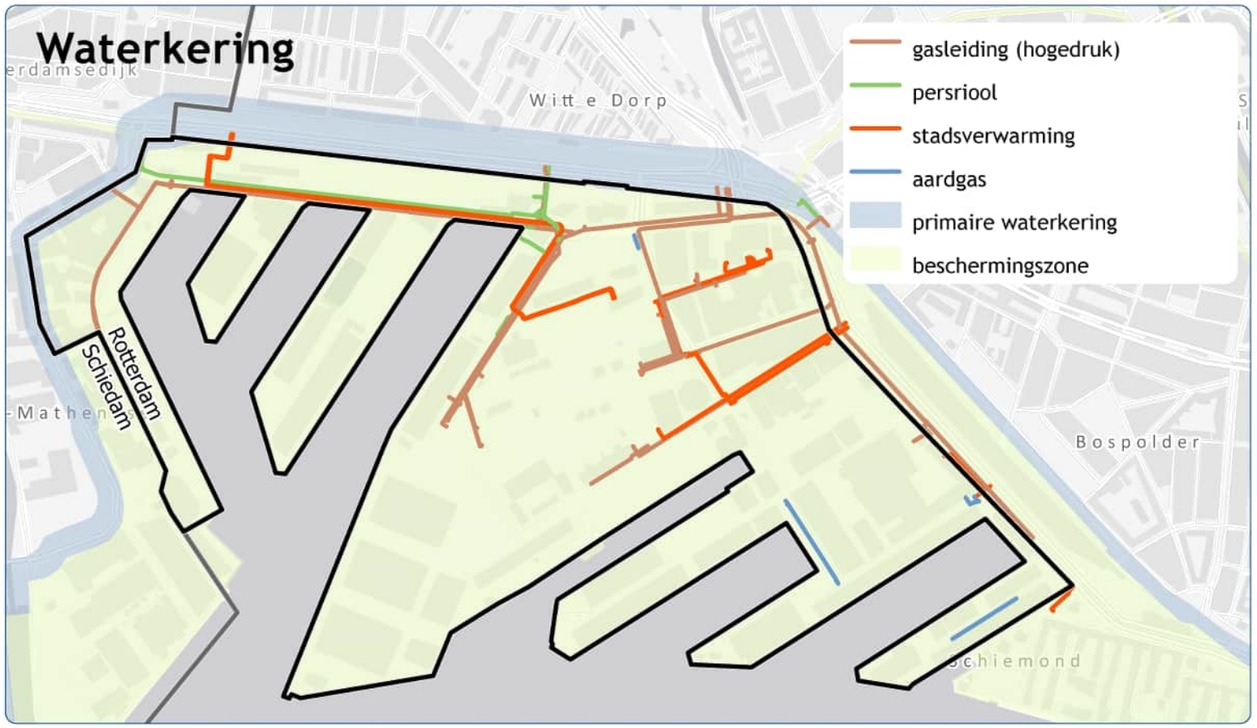
Gemeente Rotterdam

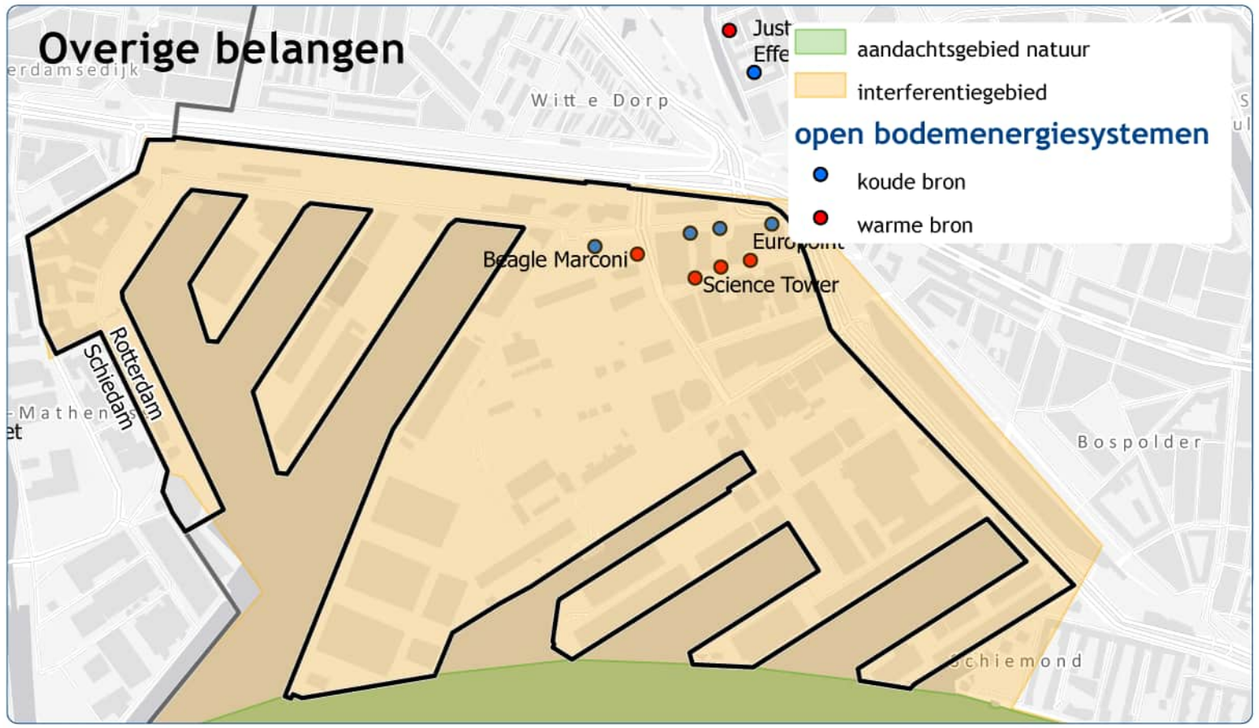
Bijlage:	1
Referentie:	PR09138
Auteur:	Henk de Jonge
Datum:	19/10/2023
Versie:	1.4

Bijlage 2 - Omgevingsbelangen

Merwe Vierhavens in Rotterdam

Omgevingsbelangen





In opdracht van:

Gemeente Rotterdam

Bijlage:	2
Referentie:	PR09138
Auteur:	Henk de Jonge
Datum:	19/10/2023
Versie:	1.4

Bijlage 3 - Uitgangspunten deelgebieden

Tabel 1 | Overzicht deelgebieden en verwachte gebouwzijdige warmte- en koudevraag. Voor de deelgebieden Merwehaven, Galileipark, Marconikwartier en Keilekwartier is dit gebaseerd op de verwachte toekomstige ontwikkelingen en voor de deelgebieden Gustoweg, FTR en Vierhavens op de bestaande gebouwen.

deelgebied	aantal woningen	oppervlakte utiliteit [m² BVO]	warmtevraag [MWh/jaar]	koudevraag [MWh/jaar]
Marconikwartier	4.672	292.000	22.842	15.841
Keilekwartier	2.897	218.000	15.760	11.541
Galileipark	-	285.000	10.821	12.814
Merwehaven	4.397	61.000	15.654	5.831
Gustoweg	1	43.000	2.858	-
FTR	-	55.000	3.189	-
Vierhavens	-	74.000	4.190	-
Totaal	**11.967**	**973.700**	**72.768**	**46.028**

Bijlage 4 - Energetische uitgangspunten

Tabel 1 | Kentallen gebouwfuncties op basis van BENG (nieuwbouw) bepaald per bruto vloeroppervlakte (BVO) voor kantoor en gebruiksoppervlak (GO) voor woning.

gebouwfunctie	warmtevraag ruimteverwarming [kWh/m²/jaar]	tapwater vraag [kWh/m²/jaar]	warmtevermogen [W/m²]	koudevraag [kWh/m²/jaar]	koelvermogen [W/m²]
Woning	33	29	35	12	15
Kantoor	38	-	40	45	65

Tabel 2 | Kentallen gebouwfuncties bestaande bouw op basis van gemiddeld gasverbruik (CBS) bepaald per bruto vloeroppervlakte (BVO).

gebouwfunctie	warmtevraag ruimteverwarming [kWh/m²/jaar]
Bijeenkomst	117
Industrie	57
Kantoor	123
Winkel	96

Tabel 3 | Energetische uitgangspunten: dT, COP en SPF

	warmtelevering	koeling
dTontwerp	6,0	8,0
dTgemiddeld	5,0	5,0
COP/SPF ruimteverwarming-/koeling	5,0	5,0
COP/SPF tapwater	3,0	-

Tabel 4 | Verdeling jaarlijkse energievraag en vermogens

	passief (direct uit bronnen)	actief (via warmtepomp)
verwarmingsvermogen	-	100%
warmtevraag	-	100%
koelvermogen	100%	-
koudevraag	100%	-

IF Technology **Creating energy**

Velperweg 37
6824 BE Arnhem
Postbus 605
6800 AP Arnhem

T 026 35 35 555
E info@iftechnology.nl
I www.iftechnology.nl

NL60 RABO 0383 9420 47
KvK Arnhem 09065422
BTW nr. NL801045599B01

IF Technology **Creating energy**