

Gnephoek Alphen aan den Rijn

Deelrapport Duurzaamheid bij het milieueffectrapport



Sweco Nederland B.V.	Handelsregister 30129769
Onderwerp:	Gnephoek Alphen aan den Rijn
Projectnummer:	51025202
Klant:	Gemeente Alphen aan den Rijn en provincie Zuid-Holland
Datum:	19-09-2025
Auteur:	Sweco projectteam
Document referentie	NL25-648800269-144106

1.	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.1.1	Gnephoek Alphen aan den Rijn.....	4
1.1.2	Doel voorliggend rapport	5
1.2	Leeswijzer	6
2.	Uitgangspunten effectonderzoek.....	7
2.1	Plangebied en studiegebied	7
2.2	Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen	8
2.3	Beoordelingskader	11
2.3.1	Inpassing energie-infrastructuur	11
2.3.2	Uitstoot broeikasgassen	13
2.3.3	Circulariteit/grondstoffengebruik	14
2.3.4	Toekomstbestendigheid.....	16
2.4	Aannames en uitgangspunten	16
2.4.1	Algemeen.....	16
2.4.2	Inpassing energie-infrastructuur	17
2.4.3	Circulariteit/grondstoffengebruik	19
3.	Referentiesituatie.....	21
3.1	Huidige situatie.....	21
3.1.1	Inpassing energie-infrastructuur	21
3.1.2	Uitstoot broeikasgassen	23
3.1.3	Circulariteit/grondstoffengebruik	23
3.1.4	Toekomstbestendigheid.....	23
3.2	Autonome ontwikkeling	24
3.2.1	Inpassing energie-infrastructuur	24
3.2.2	Uitstoot broeikasgassen	24
3.2.3	Circulariteit en grondstoffengebruik	25
3.2.4	Toekomstbestendigheid.....	25
4.	Effectbeoordeling alternatieven.....	26
4.1	Effectbeoordeling	26
4.1.1	Beoordelingscriterium: inpassing energie-infrastructuur	26
4.1.2	Beoordelingscriterium: uitstoot broeikasgassen	28
4.1.3	Beoordelingscriterium: circulariteit/grondstoffengebruik.....	30
4.1.4	Beoordelingscriterium: toekomstbestendigheid	39
4.2	Cumulatieve effecten	40
4.3	Maatregelen en aanbevelingen.....	41
4.4	Leemten in kennis	42
5.	Effectbeoordeling VKA	43
5.1	Inleiding	43
5.2	Effectbeoordeling	43
5.2.1	Beoordelingscriterium: inpassing energie-infrastructuur	43
5.2.2	Beoordelingscriterium: uitstoot broeikasgassen	44
5.2.3	Beoordelingscriterium: circulariteit/grondstoffengebruik.....	45
5.2.4	Beoordelingscriterium: toekomstbestendigheid	48
5.3	Maatregelen en aanbevelingen.....	49
5.4	Leemten in kennis	49
6.	Referenties	50

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

1.1.1 Gnephhoek Alphen aan den Rijn

De gemeente Alphen aan den Rijn werkt aan de ontwikkeling van een plan voor woningbouw en natuurontwikkeling in de polder Gnephhoek. De polder ligt aan de noordwestzijde van Alphen aan den Rijn, ten westen van de Heimanswetering en ten noorden van de Oude Rijn. De polder Gnephhoek heeft een oppervlakte van ca. 200 ha (zie Figuur 1.1). Het projectgebied beslaat een deel van de polder. Waar in het vervolg van dit rapport de Gnephhoek benoemd wordt gaat het over een plangebied en niet over de hele polder.



Figuur 1.1 Polder Gnephhoek en omgeving

De kern van de ontwikkeling wordt gevormd door de realisatie van circa 5.500 woningen en de realisatie van 90 hectare water en groen, waaronder 60 hectare natuurgebied. De ontwikkeling van woningen in de Gnephhoek past binnen de gemeentelijke Omgevingsvisie maar nog niet binnen het omgevingsplan van de gemeente en de vigerende Zuid-Hollandse Omgevingsverordening (ZHOV) van de provincie Zuid-Holland. Daarom werkt de gemeente aan het aanpassen van het gemeentelijk omgevingsplan en de provincie aan het aanpassen van de provinciale omgevingsverordening en het programma. Bij een ontwikkeling van deze

omvang zijn (milieu)effecten niet op voorhand uit te sluiten. Daarom wordt voor deze besluiten de procedure van de milieueffectrapportage (mer) doorlopen en een Milieueffectrapport (MER) opgesteld.

1.1.2 Doel voorliggend rapport

In het MER worden de effecten van de ontwikkeling van de Gnephhoek beschreven. Dit gebeurt voor alle relevante thema's die een relatie hebben met de fysieke leefomgeving. Een van de thema's waar in het MER aandacht aan wordt besteed is Duurzaamheid. Voorliggend rapport levert de input voor de effectbeschrijving en -beoordeling van de voorgenomen ontwikkeling voor dit thema.

Dit rapport heeft in het proces van het MER op twee momenten input geleverd:

1. Een effectanalyse voor vier alternatieven met als doel input leveren voor het samenstellen van een voorkeursalternatief.
2. Een effectanalyse van het voorkeursalternatief.

1. Vier alternatieven

In de eerste stap zijn de effecten onderzocht van vier alternatieven

- Basisalternatief (= Contourenplan Gnephhoek)
- Alternatief Water, bodem en natuur
- Alternatief Mobiliteit
- Alternatief Duurzame energie/circulariteit

De alternatieven worden uitgebreid beschreven in Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving). Het basisalternatief is de ontwikkeling van de Gnephhoek zoals beschreven in het Contourenplan Gnephhoek (6 juli 2023) en vastgelegd in de bestuursovereenkomst Ontwikkeling Gnephhoek (BOOG, oktober 2024). Dit basisalternatief bevat uitgangspunten voor het programma van de woningbouw, de natuurontwikkeling en de voorzieningen. Verder zijn in het basisalternatief uitgangspunten en ambities beschreven voor de invulling van de thema's natuur/groen, waterhuishouding, klimaatadaptatie, mobiliteit en circulariteit en energie. In dit basisalternatief zit als het ware het basis ambitieniveau van de gemeente voor de Gnephhoek.

Ter verrijking van het basisalternatief is per alternatief voor het betreffende thema op een aantal onderwerpen een in de meeste gevallen maximaal realistisch ambitieniveau uitgewerkt. In het alternatief 'Water, bodem en natuur' is maximaal invulling gegeven aan maatregelen die ertoe leiden dat de ontwikkeling van de Gnephhoek zo klimaatrobust mogelijk is en de natuurontwikkeling zo hoogwaardig mogelijk is. Dit betreft dus een aanvulling op de thema's klimaat, bodem, waterhuishouding en natuur. Voor de overige thema's is dit alternatief gelijk aan het basisalternatief. Het alternatief 'Mobiliteit' geeft daarentegen maximaal invulling aan de maatregelen die ertoe leiden dat de ontwikkeling van de Gnephhoek qua mobiliteit zo duurzaam mogelijk in te vullen. Daarnaast zijn in dit alternatief een aantal varianten meegenomen voor de manier waarop het gebied wordt ontsloten. Dit zijn niet allemaal per definitie duurzamere invullingen, dit moet nog blijken uit het effectonderzoek. In sommige gevallen geeft een variant invulling aan discussies of vragen vanuit betrokkenen. Voor de overige thema's is dit alternatief weer gelijk aan het basisalternatief. Het alternatief 'Duurzame energie/circulariteit' geeft maximaal invulling aan het thema energie en circulariteit. Ook hier geldt weer dat de overige thema's in dit alternatief gelijk zijn aan de invulling daarvoor in het basisalternatief.

Voorliggend rapport levert input voor de effectenanalyse van de vier alternatieven voor het thema Duurzaamheid.

Voorkeursalternatief

Op basis van de effectanalyse van de vier alternatieven is in het MER een Voorkeursalternatief (VKA) samengesteld. Dit VKA bestaat uit een combinatie van onderdelen/maatregelen uit de verschillende alternatieven. Daarnaast zijn ook zaken meegenomen die niet in het MER zijn meegenomen, maar wel van belang zijn in de keuzevorming. Denk bijvoorbeeld aan zaken als economische haalbaarheid, technische uitvoerbaarheid, risico's, etc. De elementen waaruit het VKA bestaat zijn beschreven in Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving). Voor dit VKA is vervolgens gekeken of dit leidt tot andere effecten dan reeds in beeld gebracht bij de vier bovengenoemde alternatieven. In voorliggend rapport worden de effecten van het VKA beschreven voor het thema Duurzaamheid.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten beschreven die zijn gehanteerd bij het onderzoek. Er wordt onder meer ingegaan op het studiegebied, de relevante kaders vanuit wet- en regelgeving en beleid, het beoordelingskader en de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd.

De effecten van de planontwikkeling worden onderzocht ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie wordt gevormd door de huidige situatie, aangevuld met de autonome ontwikkelingen. Een beschrijving van de voor het voorliggend onderzoek relevante referentiesituatie is opgenomen in hoofdstuk 3. Belangrijk bij de referentiesituatie is dat het om de situatie gaat die ontstaat als het plan voor de Gnephoeek niet doorgaat. Dus hoe ontwikkelt het gebied zich autonoom, zonder dat er woningbouw en natuurontwikkeling wordt gerealiseerd.

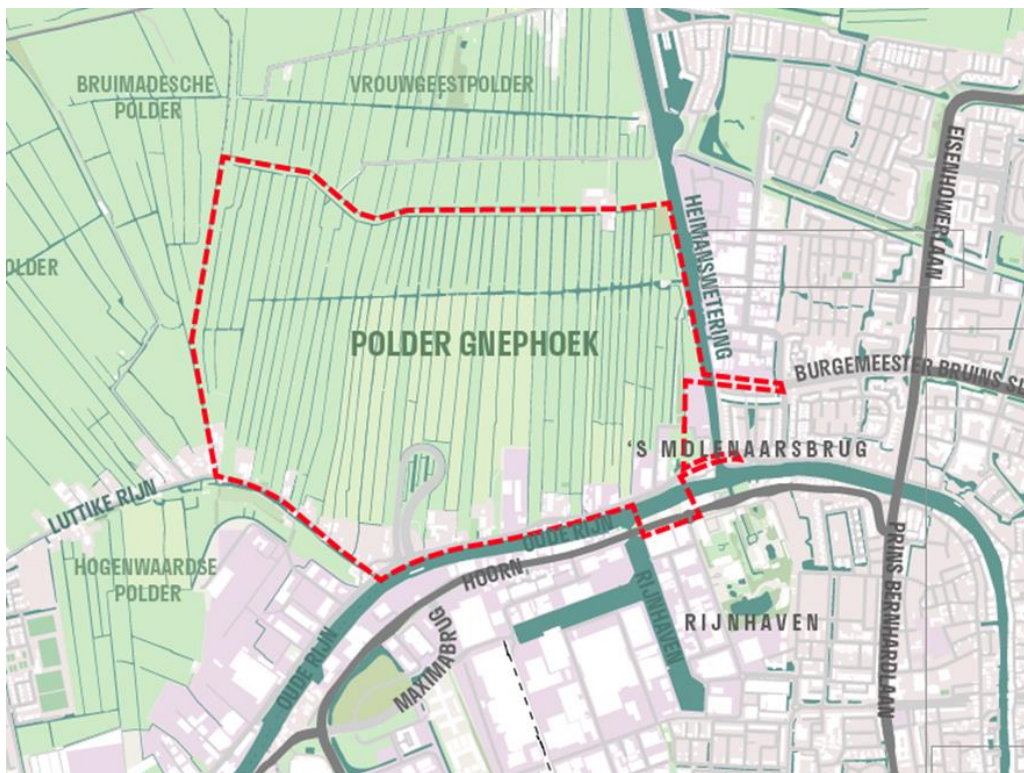
In hoofdstuk 4 worden de effecten van de vier alternatieven beschreven. In dat hoofdstuk worden per criterium de effecten beschreven en beoordeeld. Vervolgens worden de cumulatieve effecten en eventuele maatregelen en aanbevelingen besproken. Het hoofdstuk eindigt met een beschrijving van leemten in kennis indien deze er zijn.

Tot slot wordt in hoofdstuk 5 in beeld gebracht wat de effecten zijn van het voorkeursalternatief.

2. Uitgangspunten effectonderzoek

2.1 Plangebied en studiegebied

In het MER is het te onderzoeken gebied aangeduid met twee termen: het plangebied en het studiegebied. Het plangebied is het gebied waarbinnen de ontwikkelingen plaatsvinden. Het plangebied is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Plangebied Gnephoek

Naast het plangebied is er het gebied waar de effecten van de ontwikkelingen mogelijk merkbaar zijn, het zogenoemde studiegebied. Het studiegebied omvat dus het plangebied en een gebied waar de verschillende omgevingseffecten duidelijk merkbaar zijn.

Het studiegebied voor het thema Duurzaamheid behelst alle energie en materialen die de gebiedsontwikkeling mogelijk maken. De effecten hiervan vinden zowel binnen als buiten het studiegebied plaats. De mate waarin verschilt per criterium:

- De effecten op de omliggende regio in kader van energie-infrastructuur worden meegenomen.
- Milieu-impact en CO₂ uitstoot overschrijdt de grenzen van het plangebied: van waar de materialen gedolven worden tot waar ze als afvalstroom verwerkt worden, inclusief transportafstanden en bouwwerkzaamheden.
- De tijdshorizon loopt tot 2040, wanneer het gebied opgeleverd wordt. Echter, de beheer en onderhoudsfase loopt dan nog minimaal 50 jaar door.

2.2 Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen

Op Europees, nationaal en regionaal niveau is er een groot aantal beleids- en wetstukken die betrekking hebben op het thema duurzaamheid. Deze bevatten bijvoorbeeld relevante doelen en eisen waar dit project aan bij kan dragen of aan moet voldoen. Voor het thema duurzaamheid zijn de volgende wettelijke en/of beleidskaders relevant¹:

Tabel 2.1 | Relevante regelgeving en beleid

Europese kaders	
Europese klimaatwet & de Europese Green Deal	De Europese klimaatwet en de Europese Green Deal zijn Europese kaders om klimaatneutraliteit te bereiken voor 2050. Deze wetgeving bevat doelstellingen om de lidstaten aan te moedigen hun broeikasgasemissies te reduceren. Voor de kortere termijn zijn er concrete doelstellingen vastgesteld, zoals de vermindering van de CO ₂ -uitstoot met 55% ten opzichte van het niveau van 1990, die moet worden gerealiseerd vóór 2030. Daarnaast wordt het belang benoemt van duurzaam materiaalgebruik en het streven naar een circulaire economie, waarbij de hoeveelheid afval tot een minimum wordt beperkt.
Rijksbeleid	
Nationale programma Circulaire economie	Het Rijksbrede programma Nederland Circulair schetst de transitie naar een volledig circulaire economie in 2050. In 2017 is het Grondstoffenakkoord ondertekend en zijn voor vijf sectoren transitieagenda's gepubliceerd, waaronder de transitieagenda circulaire bouwconomie. Een van de specifieke doelen voor de bouwconomie is dat de overheden vanaf 2023 alle opdrachten 100% circulair uitvaart. Een ander landelijk tussendoel is om 2030 50% minder primaire grondstoffen te gebruiken.
Nationale omgevingsvisie (NOVI) (2020)	In de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) zijn 21 nationale belangen voor de fysieke leefomgeving uiteengezet. Deze belangen zijn samengebracht in vier belangrijke speerpunten: ruimte voor klimaatadaptatie en energietransitie, eenduurzaam en (circulair) economisch groeipotentieel, het ontwikkelen van sterke en gezonde steden en regio's, en toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied. Bij het afwegen van deze belangen staat een evenwichtige benutting van de fysieke leefomgeving centraal, zowel boven als onder de grond. Voor dit project zijn de uitgangspunten waardebehoud van gebruikt materiaal (circulair) en het realiseren van betaalbare en CO ₂ -arme (duurzame) energievoorzieningen van toepassing.
Nederlandse Klimaatwet	In de Nederlandse Klimaatwet staan bindende klimaatdoelen vastgelegd voor Nederland. In de klimaatwet wordt gecommitteerd aan de doelstellingen om de uitstoot van broeikasgassen in Nederland met 55% te verminderen in 2030 ten opzichte van 1990 en een volledige CO ₂ -neutrale elektriciteitsproductie in 2050. De wet legt de verantwoordelijkheid bij de overheid om deze doelen te behalen en verplicht de overheid om over de voortgang te monitoren en te rapporteren.
Het Nederlandse Klimaatakkoord en Klimaatplan	De Europese doelstellingen uit de Europese Green Deal en de Europese klimaatwet zijn vertaald naar Nederlandse doelstellingen. Belangrijke punten binnen het klimaatakkoord zijn: overstappen op duurzame energiebronnen zoals wind- en zonne-energie, verbeteren van de energie-efficiëntie van gebouwen door isolatie en duurzame verwarmingssystemen en het stimuleren van elektrisch vervoer en verzuurzaam van openbaar vervoer. Daarnaast beschrijft het klimaatplan de concrete maatregelen die de overheid neemt om de doelen van het klimaatakkoord te bereiken.
Energiewet	De nieuwe Energiewet, die in 2024 is aangenomen, vervangt de oude Gaswet en Elektriciteitswet 1998 en biedt een modern kader voor de energietransitie in Nederland. De wet biedt bescherming van Consumenten, introduceert maatregelen om het volle elektriciteitsnet beter te benutten, geeft nieuwe regels voor gegevens uitwisseling en het biedt mogelijkheden voor consumenten en bedrijven om actief deel te nemen aan de energiemarkt. Dit laatste kan

¹ Hierin staan alleen voor dit deelrapport relevante documenten.

	bijvoorbeeld via energiegemeenschappen die zelf geproduceerde elektriciteit verkopen en leveren. De nieuwe wet verheldert en versimpelt en neemt onnodige verschillen tussen regelgeving voor gas en elektriciteit weg.
Kamerbrief Circulaire economie	De kamerbrief circulaire economie van februari 2024 behandelt verschillende onderwerpen die relevant zijn voor de transitie naar een circulaire economie in Nederland. Een belangrijk onderwerp voor dit project is de verduurzaming van de GWW-sector waarbij er gewerkt wordt aan een dwingende sturing op verduurzaming van de GWW-sector met gebruik van MKI.
Besluit bouwwerken leefomgeving	Het besluit bouwwerken leefomgeving is een van de vier AmvB's die uitvoering geven aan de omgevingswet. Het besluit bevat regels over veiligheid, gezondheid, duurzaamheid en bruikbaarheid bij het (ver)bouwen van een bouwwerk, de staat van het bouwwerk, het gebruik van het bouwwerk en het uitvoeren van bouw- en sloopwerkzaamheden. De bouwwerken zijn bijvoorbeeld gebouwen, wegen en bruggen.
Provinciaal/regionaal beleid	
RES Holland Rijnland 1.0	In regionaal verband wordt de energiestrategie bepaald. De gemeente Alphen aan den Rijn doet dit samen met de gemeenten Hillegom, Noordwijk, Lisse, Katwijk, Teylingen, Oestgeest, Leiden, Leiderdorp, Kaag en Braasem, Nieuwkoop, Voorschoten en Zoeterwoude. In 2021 is de 1.0 versie vastgesteld. Daarin staat – relevant voor gebiedsontwikkeling Gnephok – de volgende keuze: - Inzet van de regio is om Leiden en de direct omliggende gemeenten van de benodigde warmte te voorzien met restwarmte uit de regio Rotterdam (Warmte Transport Systeem Zuid-Holland – zie hoofdstuk 4). De resterende benodigde warmte haalt de regio zo veel mogelijk uit geothermie, aquathermie en zonthermie. Als laatste zijn er nog oplossingen in de vorm van groen gas en warmtepompen. - Binnen de Gnephok bevinden zich enkel wat zoekgebieden voor zon op grote daken. Er is geen zoekgebied voor zon op veld of wind. - Er ligt nog een restambitie om 1,05 TWh aanvullende opwek van hernieuwbare elektriciteit te realiseren voor 2030. De gemeente Alphen aan den Rijn is niet een direct omliggende gemeente van Leiden, daarom geldt voor de gemeente Alphen aan den Rijn dat warmte wordt gehaald uit geothermie, aquathermie, zonthermie, groen gas en warmtepompen.
Energieakkoord Holland Rijnland 2017-2025	Gezamenlijke ambitie van ondertekende partijen om in 2050 energieneutraal te zijn.
Gemeentelijk beleid	
Omgevingsvisie en omgevingsplan	De omgevingsvisie is onder de Omgevingswet een verplicht instrument van het Rijk (NOVI) maar ook van de provincies en gemeentes. De doelstellingen vanuit de NOVI worden hier ook in overgenomen en aangepast / aangescherpt op de betreffende omgeving. Binnen de provinciale en regionale omgevingsvisies zijn duurzaamheid en toekomstbestendigheid belangrijke uitgangspunten. De uitwerking van de omgevingsvisie vertaalt zich door naar het Omgevingsplan. In het omgevingsplan staan alle plaatselijke regels. Het gaat over activiteiten die gevolgen kunnen hebben voor de openbare ruimte. De gemeente richt zich op ontmoeten en verbinden, duurzaam en groen en veerkrachtig wonen en leven. Er wordt ingezet op duurzaam en slim vervoer en het verduurzamen van gebouwen. Door slim en duurzaam te ontwikkelen wil de gemeente de kwaliteit van het Groene hart verbeteren.
Duurzaamheidsprogramma 2021-2030	De gemeente Alphen aan den Rijn heeft duurzaamheidsambities voor 2030 en 2050 opgenomen in het duurzaamheidsprogramma. Voor energietransitie en circulaire economie geldt: 2030: - Energiebesparing van 1,5% per jaar. 15% besparing in 2030 ten opzichte van 2020. 20% hernieuwbare energiegebruik ten opzichte van het totale bruto verbruik. - Opwek hernieuwbare elektriciteit in lijn met de RES-HR. 20% van de bestaande gebouwen voorraad is aardgasvrij (ready). 17% CO₂ reductie in de mobiliteit t.o.v. 1990. - Evenwichtige balans tussen vraag en aanbod van energie, bijvoorbeeld voorkomen van congestie. - Alle gemeentelijke projecten worden maatschappelijk verantwoord (waaronder circulair) aanbesteed. - Huishoudelijk afval wordt volledig hergebruikt als grondstof. - We gebruiken volgens de landelijke norm 50% minder primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen). - Circulaire concepten binnen sectoren, zoals landbouw, sierteelt, bouw en renovatie, maakindustrie en logistiek, hebben lokaal tot nieuwe circulaire economische kansen en samenwerking geleid. - Op 80% van de bedrijventerreinen werken bedrijven samen aan circulaire concepten.

	2050: In 2050 energieneutraal en aardgasvrij betekent dat in 2050 het energieverbruik binnen de regio volledig wordt gedekt door energie uit duurzame energiebronnen of restbronnen. Daarvan komt minstens 80% uit onze eigen regio. In 2050 energieneutraal en aardgasvrij betekent dat in 2050 het energieverbruik binnen de regio volledig wordt gedekt door energie uit duurzame energiebronnen of restbronnen. Daarvan komt minstens 80% uit onze eigen regio. We willen in 2050 dat de economie volledig circulair is.
Transitievisie Warmte	De Transitievisie Warmte (TVW) beschrijft de oplossingsrichtingen binnen de warmtetransitie van de gemeente Alphen aan den Rijn tot 2050. Dit is een verdere aanscherping van de RES op het gebied van warmte. De gemeente zet in op drie warmteoplossingen: een warmtepomp, duurzaam gas en een warmtenet. Duurzaam gas is een oplossing voor oude (monumentale) woningen die moeilijk te isoleren zijn. Dit is niet van toepassing binnen de Gnephhoek. De warmtepomp wordt ingezet voor goed geïsoleerde nieuwbouw woningen en het warmtenet bij dichtbebouwd gebied. Dit is beide relevant voor de Gnephhoek. De warmtebronnen die in de gemeente Alphen aan den Rijn een grote potentie hebben voor lage temperatuursystemen zijn: bodemenergie, aquathermie, aardwarmte/geothermie, riothermie en restwarmte. • Bodemenergie: een eerste inschatting van de totale capaciteit van de bodem in de gemeente Alphen aan den Rijn is 1.500 – 5.000 TJ per jaar voor respectievelijk open en gesloten systemen. Er gelden geen locatie-gebonden restricties. • Aquathermie: uit de Oude Rijn kan mogelijk 1.000 TJ aan warmte worden gewonnen. De Oude Rijn stroomt daarnaast langs de Gnephhoek. • Aardwarmte/geothermie: uit onderzoek blijkt een potentie van 30 TJ per jaar ten noordwesten van de stad Alphen aan den Rijn. • Riothermie: de afvalwaterzuiveringsinstallaties en rioolgemalen hebben gezamenlijk een restwarmtepotentie van 119 TJ. De locaties liggen dicht bij bestaande woonwijken dan bij Gnephhoek. • Restwarmte: is er mogelijk lage temperatuur restwarmte beschikbaar bij verschillende bedrijven, een supermarkt en een datacenter. Hier komt condenswarmte vrij wat kan worden benut. Deze locaties liggen dicht bij bestaande woonwijken dan bij Gnephhoek.
Programma energietransitie	Het Programma Energietransitie beschrijft de strategie van de gemeente Alphen aan den Rijn om de energietransitie te realiseren. Het richt zich op lokale uitdagingen zoals beschikbaarheid en betaalbaarheid van energie, verduurzaming van bedrijventerreinen en samenwerking met externe stakeholders. Het programma omvat ook aandacht voor sociale aspecten, zoals de impact op kwetsbare groepen en de noodzaak van participatie van inwoners en bedrijven. Daarnaast is de integratie van de energietransitie met andere gemeentelijke opgaven, zoals woningbouw en mobiliteit een belangrijk aspect.

2.3 Beoordelingskader

Voor het MER is op basis van de NRD en het advies van de Commissie m.e.r.² een beoordelingskader vastgesteld. Voor het thema duurzaamheid geldt het beoordelingskader zoals in Tabel 2.2. De beoordelingscriteria worden in dit hoofdstuk nader toegelicht.

Tabel 2.2 | Beoordelingscriteria voor duurzaamheid

Thema	Beoordelingscriteria	Toelichting	Beoordelings-niveau
Duurzaamheid	Inpassing energie-infrastructuur	Invloed van de ontwikkeling op de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk in Zuid-Holland.	Semi-kwantitatief
	Uitstoot broeikasgassen	Mate van CO2 uitstoot.	Kwantitatief
	Circulariteit/grondstoffengebruik	Mate van circulair grondstofgebruik.	Kwantitatief
	Toekomstbestendigheid	Mate waarin de kosten voor het toekomstig beheer en onderhoud worden beperkt (met name in relatie tot bodemdaling).	Kwalitatief

Toelichting/methodiek beoordeling alternatieven

Voor het thema duurzaamheid is een 7-schaals klassenindeling te gedetailleerd. Dat komt omdat er weinig concrete niveaus belegd zijn in regelgeving of beleid die klassengrenzen kunnen onderscheiden van elkaar. Als gevolg daarvan is een 'sterke' beoordeling (- - of + +) niet van toepassing, omdat er geen kaders zijn vanuit klimaat, circulariteit of energie welke de gebiedsontwikkeling onmogelijk maken. Hieronder wordt per beoordelingscriterium een toelichting gegeven op de methodiek en gekozen klassengrenzen.

2.3.1 Inpassing energie-infrastructuur

Bepaling klassegrenzen

Voor de inpassing van de energie-infrastructuur zijn twee aspecten van belang:

- 1) de warmte- en energietransitie om van fossiele energiedragers te gaan naar hernieuwbare energiebronnen, en;
- 2) netcongestie waardoor nieuwe netaansluitingen lastig in te passen zijn in het huidige energienet.

Door rekening te houden met beide aspecten kan een kwalitatieve beoordeling worden gegeven over het effect op de regio. Daarin spelen de mate van eigen opwek en de omvang van de netaansluiting een grote rol. Het regionale netwerk staat in de huidige situatie onder druk. Daarom is het uitgangspunt dat het geen positieve ontwikkeling is als het planvoornemen grote hoeveelheden energie aan dit netwerk toevoegt. Om die reden is een energieleverend plangebied niet meegenomen in de klasse-indeling. Het realiseren van een woonwijk die volledig los van het regionale energienetwerk staat (zoals een balanswijk) wordt als onrealistisch gezien. In de regel heeft een balanswijk namelijk hetzelfde oppervlak als de

² Het advies is te vinden op [Adviezen - Commissiener.nl](https://adviezen-commissiener.nl)

wijk zelf nodig voor accu's, en dat is gezien de omvang van de Gnephoek onwenselijk. Ook deze optie is daarom niet meegenomen in de klasse-indeling.

Dit betekent dat voor dit thema een neutrale beoordeling, waarbij het planvoornemen een bijna onmerkbaar effect heeft op de regio met een kleine netaansluiting en tegelijkertijd energieneutraal is, als maximaal haalbare situatie wordt beschouwd. De effecten voor dit criterium worden kwantitatief bepaald, zie kopje 'methodiek'. Hierdoor is de beoordeling semi-kwantitatief. *Tabel 2.3* beschrijft op basis van welke afwegingen een bepaalde effectscore wordt toegekend aan het alternatief.

Tabel 2.3 | Klassegrenzen criterium inpassing energie-infrastructuur

++	n.v.t.
+	n.v.t.
0/+	n.v.t.
0	De ontwikkeling leidt niet tot grotere pieken (kleine netaansluiting) op het regionale netwerk. Het planvoornemen is energieneutraal.
0/-	De ontwikkeling leidt tot grotere pieken (grote netaansluiting) op het regionale netwerken, het planvoornemen is energieneutraal.
-	De ontwikkeling leidt tot grotere pieken (grote netaansluiting) op het regionale netwerk en is niet energieneutraal.
--	n.v.t.

Methodiek

Om de beoordeling van het criterium 'inpassing van de energie-infrastructuur' zoveel mogelijk te baseren op kwantitatieve aspecten, wordt voor de relevante alternatieven een energiebalans opgesteld. De energiebalans bestaat uit een inschatting van het totale elektriciteitsgebruik van het plangebied (in kWh per jaar) en een inschatting van de mogelijke opwek van duurzame elektriciteit in het plangebied (in kWh per jaar). Daarnaast wordt gekeken naar de omvang van de netaansluiting die nodig is om de levering van energie in het alternatief te garanderen.

Voor de inschatting van het totale elektriciteitsgebruik wordt gekeken naar:

- Woningen: Gebouwgebonden elektriciteitsverbruik, zowel de koude- als warmtevraag, tapwater, installaties en persoonlijk/huishoudelijk gebruik.
- Voorzieningen: Gebouwgebonden elektriciteitsverbruik, zowel de koude- als warmtevraag, tapwater, installaties en gebruik.
- Elektrische mobiliteit (zie paragraaf 2.4.2 voor de uitgangspunten hierbij).
- Openbare ruimte: verlichting, riolering, drinkwater en gemalen.

Voor de inschatting van mogelijke opwek van duurzame elektriciteit in het plangebied wordt gekeken naar:

- PV-panelen op daken van zowel woningen als voorzieningen.
- PV-panelen op overige horizontale oppervlakten, zoals solar carports, weidevelden en oppervlaktewater.

De omvang van de netaansluiting wordt berekend aan de hand van het benodigde vermogen van woningen en voorzieningen in het gebied dat gelijktijdig nodig zou zijn. Dit wordt aangevuld met extra capaciteit die nodig is om opgewekte energie te herverdelen.

2.3.2 Uitstoot broeikasgassen

Bepaling klassegrenzen

Voor de beoordeling van het criterium uitstoot broeikasgassen wordt gekeken naar de gebruiksfase (CO₂ uitstoot tijdens de realisatiefase is meegenomen in het criterium circulariteit/grondstoffengebruik door middel van de MKI). Het gaat om de situatie die ontstaat in 2040. De klassegrenzen zijn gebaseerd op de maximaal beoogde uitstoot van de gehele gebouwde omgeving in de gemeente Alphen aan den Rijn in 2040. Dit noemen we de uitstootruimte.

De uitstootruimte van de woningen is berekend op basis van de uitstoot van de woningen in Alphen aan den Rijn in 2023. Volgens de klimaatmonitor³ is dat 6.516 kg CO₂-eq per woning per jaar, voor elektriciteitsverbruik, warmteverbruik en fossiele voertuigbrandstoffen. Met de Rijksambitie om in 2050 klimaatneutraal te zijn, het advies vanuit de Europese commissie om in 2040 al 90% reductie te hebben behaald³ en om meer woningen te bouwen, betekent dat er in de gebouwde omgeving in 2040 ruimte is voor een uitstoot van 918 per woning. In tabel *Tabel 2.4* staan deze gegevens op een rijtje gezet.

Tabel 2.4 | Gemiddelde uitstoot van woningen in de gemeente Alphen aan den Rijn.

Jaartal	Uitstoot (kg CO ₂ -eq)	Woningen (aantal)	Gemiddelde uitstoot per woning (kg CO ₂ -eq/woning)
2023 (huidige cijfers)	326.000.000 ⁴	50.031	6.516
2040 (geïnterpoleerde cijfers)	54.880.000	59.816	918
2050 (doelstelling)	0	66.340 ⁵	0

Deze uitstootruimte gebruiken we als grenswaarde in het beoordelingscriterium (zie *Tabel 2.5*). Er zal een negatieve beoordeling gegeven worden wanneer de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen boven de uitstootruimte uitkomt, omdat het behalen van de klimaatdoelen daarmee in het gedrang komt. Andersom, zal er een positieve waarde worden toegekend wanneer de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen onder de uitstootruimte uitkomt, omdat het gebied in dat geval meer dan gemiddeld bijdraagt aan het behalen van de klimaatdoelen. Een neutrale beoordeling wordt gegeven als de uitstoot van broeikasgassen 25% afwijkt van de uitstootruimte. In dat geval beschouwen we het plangebied 'op koers' om de klimaatdoelen te halen.

Tabel 2.5 | Klassegrenzen criterium uitstoot broeikasgassen

++	n.v.t.
+	De CO ₂ -uitstoot van het plangebied is lager dan 688 kg CO ₂ -eq per woning. (lager dan de uitstootruimte - 25%)
0/+	De CO ₂ -uitstoot van het plangebied ligt tussen 688 kg CO ₂ -eq en 918 kg CO ₂ -eq per woning. (waarde tussen de uitstootruimte en 25% daaronder)
0	De CO ₂ -uitstoot van het plangebied is 918 kg CO ₂ -eq per woning. (conform uitstootruimte)
0/-	De CO ₂ -uitstoot van het plangebied ligt tussen 918 kg CO ₂ -eq en 1.146 kg CO ₂ -eq per woning. (waarde tussen de uitstootruimte en 25% daarboven)
-	De CO ₂ -uitstoot van het plangebied is hoger dan 1.146 kg CO ₂ -eq per woning. (hoger dan de uitstootruimte + 25%)
--	n.v.t.

³ [Aanbeveling voor de doelstelling voor 2040, om tegen 2050 klimaatneutraliteit te bereiken - Europese Commissie](#)

⁴ [DASHBOARD - CO₂-uitstoot - Alphen aan den Rijn](#)

⁵ [Alphen aan den Rijn in Cijfers - Wonen - Alphen aan den Rijn](#)

Methodiek

De uitstootruimte gaat over elektriciteitsverbruik, warmteverbruik en fossiele voertuigbrandstoffen. Omdat de elektriciteitsmix in 2040 nog niet volledig duurzaam is, stoot het gebruik van de “grijze elektriciteitsmix” CO₂ uit. De ingeschatte emissiefactor in 2040 is 0,117 kg CO₂ eq / kWh⁶. In het gebied wordt geen aardgasaansluiting meer aangelegd, waardoor het warmteverbruik volledig elektrisch is. Daarnaast is aangenomen dat nog niet alle auto's in 2040 elektrisch zijn. Het aandeel dat nog op benzine rijdt, zal meegenomen worden in de berekening van de uitstoot van broeikasgassen. De emissiefactor van benzine in 2040 is ingeschat op 3,073 kg CO₂ eq. / liter⁷.

2.3.3 Circulariteit/grondstoffengebruik

Bepaling klassengrenzen

Een gebiedsontwikkeling heeft vaak automatisch een negatief effect op circulariteit en grondstoffengebruik, want daar waar gebouwd wordt, worden primaire en schaarse grondstoffen gebruikt. Er zijn echter veel maatregelen te treffen om dit effect te verkleinen, danwel volledig te mitigeren.

Een goed referentieniveau om te bepalen of er sprake is van circulair grondstoffengebruik is Het Nieuwe Normaal 1.1 (HNN). Het is een nieuwe, door de markt gedragen raamwerk voor circulair bouwen met haalbare én ambitieuze circulaire prestaties voor gebouwen, infra en gebied. Wanneer wordt voldaan aan de prestatieniveaus van HNN kan worden gezegd dat een project circulair is en daarmee heeft het een positief effect op circulair grondstoffengebruik. De prestatieniveaus van HNN scherpen zich aan afhankelijk van ontwikkelingen in de markt en wetgeving.

Wanneer niet wordt voldaan aan de prestatieniveaus van HNN, put het project grondstoffen uit en krijgt het een neutrale of negatieve beoordeling. De neutrale beoordeling wordt gegeven aan projecten die niet voldoen aan prestatieniveaus van HNN, maar wel voldoen aan de (geplande maar uitgestelde) aangescherpte MPG-eisen van het Rijk⁸. Een negatieve beoordeling wordt gegeven als het plan voldoet aan de huidige MPG-eisen, maar waarbij het aannemelijk is dat de aangescherpte MPG-eisen van het Rijk niet worden behaald.

In dit specifieke beoordelingscriterium wordt de ‘lichte’ beoordeling (0/- of 0/+) overgeslagen. De stap om binnen dit beoordelingskader en klasse op te schuiven is dusdanig groot dat een lichte beoordeling te weinig urgentie meegeeft en geen recht doet aan de inspanning en investeringen die nodig is beter te scoren.

Tabel 2.6 | *Klassegrenzen criterium circulariteit/ grondstoffengebruik*

++	n.v.t.
+	Het effect op circulair grondstoffengebruik is positief als het plan voldoet aan de prestatieniveaus van Het Nieuwe Normaal.
0/+	n.v.t.
0	Het effect op circulair grondstoffengebruik is neutraal als kan worden voldaan aan de beoogde aanscherping van de MPG-eis. Daarbij overschrijdt het plan wel de prestatieniveaus van Het Nieuwe Normaal.
0/-	n.v.t.

⁶ [factsheet-mobiliteit-co2-uitstoot-elektrische-auto-jan-2024-v2-0.pdf](#)

⁷ [Factoren - Brandstoffen voertuigen | CO₂-emissiefactoren](#)

⁸ In juli 2025 zouden de MPG eisen aangescherpt worden. Eind 2024 is deze wijziging door de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening voor onbepaalde tijd uitgesteld. [Brief aan Parlement, 3 oktober 2024.](#)

-	Het effect op circulair grondstoffengebruik is negatief het plan vermoedelijk niet voldoet aan de beoogde aanscherping van de MPG-eis. Tevens overschrijdt het plan de prestatieniveaus van Het Nieuwe Normaal.
- -	n.v.t.

Methodiek

De mate van circulair grondstoffengebruik wordt bepaald aan de hand van twee indicatoren: milieu-impact en herkomst materialen.

Milieu-impact wordt berekend met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Projecten, de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken, de Nationale MilieuDatabase en rekenprogramma DuboCalc. De milieu-impact wordt berekend over de gehele levenscyclus van de gebiedsontwikkeling (in LCA-termen: module A t/m D), exclusief categorie 3 toeslag (dat wil zeggen zonder penalty voor het gebruiken van algemene data). We verwijzen naar deze berekening met de afkorting MKI.

De herkomst van materialen wordt berekend aan de hand van de Material Circularity Indicator van het Ellen MacArthur Foundation. De herkomst wordt uitgedrukt als massa percentage niet-primaire grondstoffen. Niet-primair wil zeggen dat de grondstoffen komen uit hergebruik, recycling of hernieuwbare bronnen. We verwijzen naar deze berekening met de afkorting MCI.

Voor zowel MKI als MCI worden de volgende aspecten beschouwd:

- Bouwrijp maken
- Gebouwen
- Openbare ruimte
- Kunstwerken

Overig gebruik van grondstoffen wordt buiten beschouwing gelaten. Dit kan bijvoorbeeld gaan over het grondstoffengebruik van de voedselkringloop, consumentenartikelen en vervoersmiddelen. Utiliteitsbouw anders dan kantoren hebben vanuit het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (Bbl) en vanuit HNN geen grenswaarden voor milieu-impact en herkomst materialen. Deze worden daarom in de beoordeling buiten beschouwing gelaten.

In Tabel 2.7 staan de prestatieniveaus uit HNN opgenomen die gebruikt worden voor de beoordeling van het criterium circulariteit/grondstoffengebruik.

Tabel 2.7 | Prestatieniveaus uit HNN die gebruikt worden voor de effectbeoordeling van het criterium circulariteit/grondstoffengebruik.

Aspect	Onderscheidende aspecten	eenheid	MKI [€MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]
Bouwrijp maken	Per alternatief verschillend	Totaal plangebied	Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.	
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%
Kunstwerken	Beweegbare bruggen	m ²	≤19	≥46%
	Tunnels	m ²	≤12	≥3%

2.3.4 Toekomstbestendigheid

Bepaling klassengrenzen

Bij een traditionele gebiedsontwikkeling gaan we er vanuit dat de openbare ruimte een levensduur heeft van 50 jaar en dat deze zonder groot onderhoud in prima staat verkeerd. Voor de woningen is een langere technische levensduur mogelijk, maar voor het gemak houden we hier ook een minimale levensduur van 50 jaar.

Als er redenen zijn dat de levensduur van de openbare ruimte of gebouwen in de Gnephoek in het geding kan komen, dan wordt de beoordeling op toekomstbestendigheid negatief ingeschat.

Als er redenen zijn dat de levensduur van de openbare ruimte of gebouwen in de Gnephoek ruimschoots gehaald worden, dan wordt de beoordeling op toekomstbestendigheid positief ingeschat.

Tabel 2.8 | *Klassegrenzen criterium toekomstbestendigheid.*

++	n.v.t.
+	n.v.t.
0/+	De ontwikkeling heeft een beperkt positieve invloed op toekomstbestendigheid als de beheerkosten lager zijn dan bij een traditionele gebiedsontwikkeling.
0	De ontwikkeling heeft een neutrale invloed op toekomstbestendigheid als de beheerkosten vergelijkbaar zijn bij een traditionele gebiedsontwikkeling
0/-	De ontwikkeling heeft een beperkt negatieve invloed op toekomstbestendigheid als de beheerkosten hoger zijn dan bij een traditionele gebiedsontwikkeling.
-	n.v.t.
--	n.v.t.

Methodiek

De kosten voor het toekomstig beheer en onderhoud zijn afhankelijk van meerdere factoren. In dit criterium gaat het in het specifiek over de eventuele verhoogde kosten veroorzaakt door autonome bodemdaling en zetting, waardoor infrastructuur en gebouwen (vroegtijdig) schade ondervinden en daardoor een verkorte levensduur hebben. De informatie hierover heeft overeenkomsten met het deelrapport water, bodem en natuur, waar de effecten door (o.a.) bodemdaling en zetting uitvoerig worden beoordeeld. De beoordeling is een kwalitatieve beschrijving op basis van de beschikbare gegevens over de verwachte bodemdaling en zetting per alternatief.

2.4 Aannames en uitgangspunten

Voor de effectbeoordeling worden uitgangspunten gehanteerd die in lijn zijn het met Contourenplan en de alternatievenbeschrijving. Daarnaast is het voor de effectbeoordeling soms nodig om aannames te doen die helpen de effectbeoordeling zo kwantitatief en objectief mogelijk te benaderen. Deze aannames zijn gebaseerd op kengetallen, gemiddelden en expert judgement. In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten en aannames beschreven.

2.4.1 Algemeen

De verdeling van het plangebied is gebaseerd op de ruimteverdeling (grex) uit 2023 welke is gebruikt voor het contourenplan, zie Tabel 2.9.

Tabel 2.9 | Verdeling van het grondgebruik gebruikt voor de kwalitatieve onderbouwing.

Grondgebruik	Aandeel [%]	Oppervlakte [m2]	Bron
Natuur	30%	627.880	Ruimteverdeling in het contourenplan, GREX 16-06-2023
Groen en water stedelijk gebied	19%	402.313	
Tuinen	33%	348.647	
Bebouwing		348.647	
Verharding (straten)	19%	397.684	
Totaal plangebied		2.125.170	

Voor het doorrekenen van de verschillende typen woningen, wat zowel van toepassing is voor het criterium inpassing energie-infrastructuur als het criterium circulariteit/grondstofgebruik, is gebruik gemaakt van de verdeling van het bouwprogramma zoals aangegeven in Tabel 2.10 en Tabel 2.11.

Tabel 2.10 | Bouwprogramma woningen.

Totaal aantal woningen			5.500	GBO	(gem)	Woonlagen
Sociale huur						
1	- appartement	huur	1.100	20,0%	60	m2 4-6
2	- rijwoning	huur	550	10,0%	80	m2 2
Middelduur						
3	- appartement	huur	550	10,0%	65	m2 4-6
4	- rijwoning	huur	275	5,0%	80	m2 2
5	- appartement	koop	385	7,0%	75	m2 4-6
6	- rijwoning + bijzondere woonvorm	koop	715	13,0%	80	m2 2
7	- bijzondere woonvorm	koop	0	0	70	m2 1-4
Duur						
8	- appartement	koop	275	5,0%	110	m2 4-6
9	- rijwoning	koop	440	8,0%	125	m2 3
10	- herenhuis	koop	385	7,0%	150	m2 3-4
11	- 2 ^e 1 kapwoning	koop	550	10,0%	150	m2 3
12	- vrijstaande woning	koop	275	5,0%	180	m2 3

Tabel 2.11 | Bouwprogramma voorzieningen.

	GBO [m2]
scholen	4.750
winkels	5.000
overige voorzieningen	14.500

2.4.2 Inpassing energie-infrastructuur

Voor het berekenen van het elektriciteitsgebruik zijn de kengetallen uit Tabel 2.12 gebruikt die anders zijn voor het basisalternatief en het alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

Daarnaast zijn er aanvullende uitgangspunten, welke gelden voor alle alternatieven:

- In het basisalternatief wordt uitgegaan van 1,18 auto's per woning.
- 75% van de auto's is in 2040 elektrisch, waarvan 60% in de wijk oplaadt.

- Voor de openbare ruimte gaan we uit van 20 lichtpunten per hectare, over een totale oppervlakte van ongeveer 150 ha.
- Voor de openbare ruimte gaan we uit van een laag elektriciteitsverbruik voor waterpeilbeheer omdat dit het gemiddelde is van het hele gebied van het waterschap en alleen rekening houdt met het gebied voor wonen en hoofdinfrastructuur (totaal ongeveer 150 ha).

Tabel 2.12 | Kengetallen energiegebruik geldend voor het basisalternatief en alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

		Basisalternatief	Alternatief duurzame energie/circulariteit
Woningen	Warmtevraag	25,0 kWh	15,0 kWh*
	Tapwater	15,0 kWh	6,0 kWh
	Koeling	1,5 kWh	1,5 kWh
	Overig elektriciteitsverbruik	22,5 kWh	22,5 kWh
	Rendement warmtepomp (COP)	3,5 (lucht)	9,0 (geothermie)
Voorzieningen	Warmtevraag	25,5 kWh	Idem
	Tapwater	0 kWh**	Idem
	Koeling	5,0 – 10,0 kWh	Idem
	Overig elektriciteitsverbruik	50,0 – 60,0 kWh	Idem
	Rendement warmtepomp (COP)	3,5 (lucht)	15,0 (geothermie)

* Het uitgangspunt van het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' is dat 50% van het GBO bestaat uit passieve woningen. Dit betreft omgerekend 72% van de grondgebonden woningen in aantallen. Passief bouwen wordt gedefinieerd conform de certificeringsgrens van een woning die 15 kWh/m² aan warmte nodig heeft per jaar.

** Het elektriciteitsverbruik voor warm tapwater van voorzieningen zit verwerkt in de post overig. Gebruikelijk is namelijk dat warm tapwater niet centraal opgewekt bij voorzieningen maar decentraal met kleine elektrische boilers dicht bij de plaatsen waar het warm tapwater nodig is.

Voor het berekenen van de opwekking van duurzame energie zijn de kengetallen uit Tabel 2.13 gebruikt die anders zijn voor het basisalternatief en het alternatief 'duurzame energie/circulariteit'. Daarnaast zijn er aanvullende uitgangspunten, welke gelden voor alle alternatieven:

- 80% van de daken zijn schuin, dat is een inschatting op basis van beschikbare beeldkwaliteit in het contourenplan.
- De getallen voor solarparking, zon op veld en zon op water zijn vergelijkbaar omdat voor alle deze opties het uitgangspunt is dat de panelen vergelijkbaar geplaatst worden (horizontaal).
- De 3,5 en 5,0 MW voor windturbines zijn "gebruikelijke" vermogens voor wind op land.
- Door het optioneel plaatsen van extra zonnepanelen of een windturbine om 80%, 100% of 120% van het verbruik in de wijk op te wekken is extra aansluitvermogen nodig.
- In geval van zonnepanelen is meer MW nodig dan in het geval van wind omdat er meer uren zijn dat de wind waait dan dat de zon schijnt.
- Wind heeft een stapsgewijs effect op het aansluitvermogen omdat er geen "halve" windturbine geplaatst kan worden. Daarom betekent een windturbine dat de netaansluiting 3,5 of 5 MW groter wordt.

Tabel 2.13 | Kengetallen energie opwek geldend voor het basisalternatief en alternatief 'duurzame energie/circulariteit'. Voor het basisalternatief is een gemiddelde dekkingsgraad aangehouden en voor het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' en maximale dekkingsgraad.

	Basisalternatief	Alternatief duurzame energie/circulariteit
Woningen schuin dak gemiddeld	30%	50%

		Basisalternatief	Alternatief duurzame energie/circulariteit
Dekkingsgraad pv-panelen op daken	Woningen schuin dak Oost-West	50%	75%
	Woningen plat dak/ appartement/ utiliteit	35%	50%

Daarnaast wordt in het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' toegewerkt naar een netbewuste woonwijk. Netbewust bouwen betekent rekening houden met de ontwerpprincipes voor netbewuste nieuwbouw⁹. Voor het MER zijn een aantal ontwerpprincipes meer en minder relevant. De maatregelen die zijn meegenomen in de energiebalans zijn:

- Een warmtenet met geothermie
- Woningen voor 72% passief (beperken warmte- en koudevraag)
- Maximale lokale opwekking op de woningen

Aangevuld met andere netbewuste maatregelen (welke niet onderdeel zijn van energiebalans en daarom ook niet van deze effectbeoordeling) wordt de piekbelasting op het net kleiner. Voor het meenemen van het effect hiervan is de aanname dat de piek op wijkniveau hiermee met 30%¹⁰ kan worden gereduceerd.

2.4.3 Circulariteit/grondstoffengebruik

De uitgangspunten die te maken hebben met het criterium circulariteit/grondstoffengebruik gaan met name over het benaderen van een realistische MKI en MCI waarde voor de verschillende aspecten per alternatief. In Tabel 2.14 gaat het over het aspect bouwrijp maken. In Tabel 2.15 gaat het over het aspect gebouwen. De uitgangspunten wat betreft de openbare ruimte en kunstwerken worden verder in de tekst behandeld.

Tabel 2.14 | MKI en MCI uitgangspunten voor de verschillende manieren van bouwrijp maken.

Maatregel	Uitgangspunt	MKI / m2	MCI [%]	Bron
Ophogen met zand	Gemiddeld 1,59 meter incl. overhoogte*	5,00	0%	milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/75/NL24-648800269-105908 .
Afgraven van grond	Gemiddeld 2 meter, vrijkomend materiaal	-0,03	100%	milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/75/
Pontons	Staal	22,56	21%	milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/99/
Onderheien	Gewapende funderingsvloer, damwanden, ankers, beton heipalen	62,07	0%	milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/160/
EPS	Gemiddeld 0,93 meter (geen overhoogte)	5,67	0%	milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/75/

* Een gemiddelde ophoging (inclusief overhoogte) van 1,59m. Dit is bepaald op basis van: A5 Bijlage W4 – BouwRijpMaken Gnephoek.

Voor het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' is gekeken naar innovatieve en duurzame woningconcepten om MKI-waardes door te rekenen die passen binnen het contourenplan. Hiervoor is op basis van het type woning en aantal woonlagen een woningconcept uitgekozen uit de brochure: [Lancering nieuwe woningconceptenbrochure 2024 - Cirkelstad](#).

⁹ [ontwerpprincipes-netbewuste-nieuwbouw-2.pdf](#)

¹⁰ Getal op basis van expert judgement, gedeeld tijdens de alternatieven sessies in december 2024 en januari 2025.

Tabel 2.15 | Uitgangspunten voor het alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

Totaal aantal woningen		Woonlagen	Uitgangspunt Woningconcepten 2024	MKI/m2 BVO
Sociale huur				
1	- appartement	4-6	IDS Woonmodule, Heddes	0,498
2	- rijwoning	2	Compact wonen in Hout	0,286
Middelduur				
3	- appartement	4-6	Ekowood Houses Gallerij	0,435
4	- rijwoning	2	Da Vinci Green, Hurks	0,489
5	- appartement	4-6	Daiwa House Modular Europe	0,584
6	- rijwoning + bijzondere woonvorm	2	Draisma Houtbouwsysteem Woningen Eerbeek	0,399
7	- bijzondere woonvorm	1-4	Nvt	
Duur				
8	- appartement	4-6	VDL De Meeuw-Wonen	0,441
9	- rijwoning	3	Startblock Roots Hellend	0,438
10	- herenhuis	3-4	Sheltr biobased woningen Reeve	0,266
11	- 2^1 kapwoning	3	MorenWonen Meppel	0,455
12	- vrijstaande woning	3	Van Goeden Huizen	0,453

3. Referentiesituatie

In het Milieueffectrapport (MER) wordt de combinatie van de huidige situatie en de autonome In de mer-systematiek is het belangrijk om de zogenoemde referentiesituatie te bepalen. Dit is de situatie waarmee de milieueffecten van het planvoornemen en de alternatieven worden vergeleken. De referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie en autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen zijn ontwikkelingen die zich ook voordoen als het planvoornemen niet wordt uitgevoerd. Omdat het streven is de gehele gebiedsontwikkeling in 2040 gereed te hebben, wordt gekeken naar autonome ontwikkelingen tot 2040.

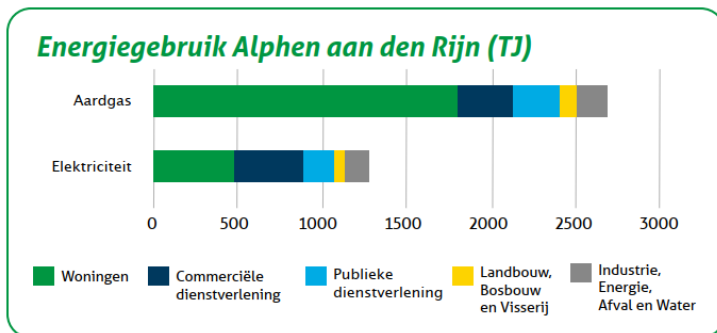
Belangrijk bij de referentiesituatie is dat het om de situatie gaat die ontstaat als het plan voor de Gnephoek niet doorgaat. Dus hoe ontwikkelt het gebied zich autonoom, zonder dat er woningbouw en natuurontwikkeling wordt gerealiseerd. Dat betekent dat sommige situaties of ontwikkelingen die in de referentiesituatie worden beschreven niet overeenkomen met hetgeen is afgesproken in het Contourenplan en de bestuursovereenkomst Ontwikkeling Gnephoek.

3.1 Huidige situatie

De huidige situatie wordt hieronder toegelicht en gaat in op de vier beoordelingscriteria: uitstoot broeikasgassen, circulariteit/grondstoffengebruik, energie infrastructuur en toekomstbestendigheid.

3.1.1 Inpassing energie-infrastructuur

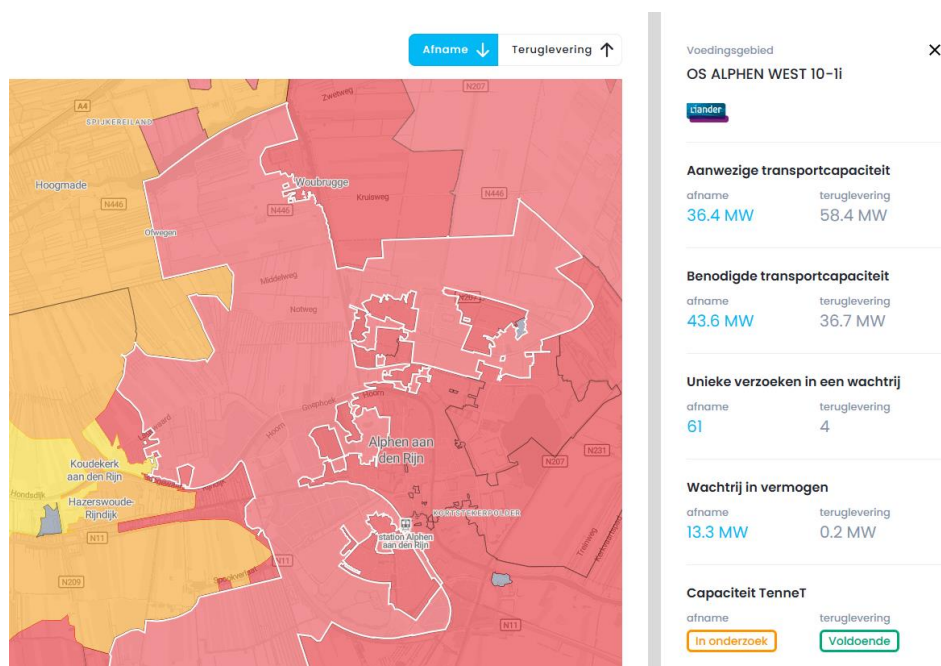
De factoren die inzicht geven in de energie-infrastructuur in Alphen aan den Rijn is het energieverbruik en ook de capaciteit van het net. Het totale energieverbruik (waaronder gebouwde omgeving, verkeer en vervoer en industrie) van de gemeente Alphen aan den Rijn lag in 2022 rond de 5.800 TJ. De onderverdeling van het energieverbruik in Alphen aan den Rijn is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 | Totaal energieverbruik in de gemeente Alphen aan den Rijn onderverdeeld in aardgasverbruik en elektriciteitsverbruik in terajoule (TJ) (Transitievisie Warmte 2021.).

Daarnaast wordt er een aandeel elektriciteit hernieuwbaar opgewekt in de gemeente Alphen aan den Rijn. Dat gaat om 572 TJ in 2022¹¹, oftewel een aandeel 10% ten opzichte van het gebruik.

Wat betreft netcongestie is er momenteel een tekort aan transportcapaciteit van het net in de omgeving van Alphen aan den Rijn, zie Figuur 3.2. Voor het vergroten van de afname capaciteit in de regio waar de Gnephoek zich bevindt is er op dit moment een wachtrij. Voor het vergroten van de terugleveringscapaciteit in de regio waar de Gnephoek zich bevindt is er op dit wel transportcapaciteit beschikbaar zonder wachtrij.



Figuur 3.2 | Status netcapaciteit in de regio van de Gnephoek ([Capaciteitskaart elektriciteitsnet](#)).

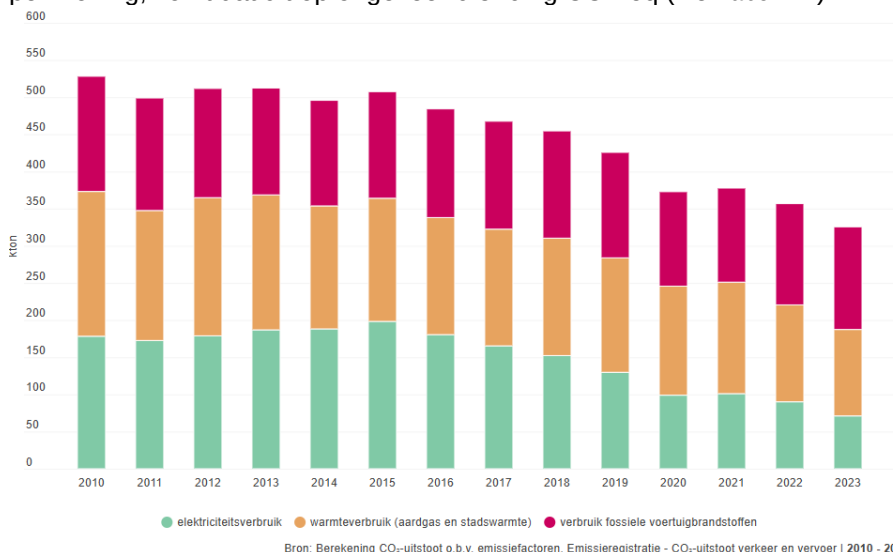
De energie-infrastructuur in het plangebied is beperkt; het bestaat naar verwachting voornamelijk uit energiegebruik voor agrarische toepassingen. Daarnaast is er geen grootschalige duurzame energieproductie zoals zonne- of windenergie in het gebied aanwezig.

¹¹ [DASHBOARD - Hernieuwbare Energie - Alphen aan den Rijn](#)

3.1.2 Uitstoot broeikasgassen

In de meest recente situatie was de hoeveelheid uitstoot aan CO₂ in Alphen aan den Rijn ongeveer 326 kiloton. Dit gaat over de CO₂ uitstoot in 2023 van de gehele gemeente, waarin de uitstoot van vier sectoren is meegenomen: 1) gebouwde omgeving, 2) verkeer en vervoer, 3) industrie, energie, afval en 4) water en landbouw. In Figuur 3.3 zijn de drie belangrijkste verbruiksvormen uitgesplitst: elektriciteit, warmte (aardgas en stadswarmte) en fossiele voertuigbrandstoffen.

Als we de totale uitstoot van de gemeente Alphen aan den Rijn omrekenen naar CO₂ uitstoot per woning, komt dat uit op ongeveer 6.516 kg CO₂-eq (zie Tabel 2.4).



Figuur 3.3 | CO₂-uitstoot naar verbruiksvorm van Alphen aan den Rijn (Regionale klimaatmonitor, 2023).

3.1.3 Circulariteit/grondstoffengebruik

Er zijn momenteel geen bekende circulaire initiatieven in het projectgebied. Het gebied wordt in de huidige situatie voornamelijk gebruikt voor landbouw, waarbij afvalstromen vooral zullen bestaan uit agrarisch afval en organisch materiaal.

De huidige stand van zaken in het behalen van circulariteitsdoelen is niet kenbaar op de website van de gemeente of voortgangsrapportages. Wel heeft de gemeente in haar duurzaamheidsprogramma 2021-2030 de ambitie gesteld om een volledig circulaire economie te bereiken in 2050.

3.1.4 Toekomstbestendigheid

De toekomstbestendigheid van het gebied wordt beïnvloed door factoren zoals bodemdaling, waterbeheer en beheerkosten.

- **Bodemdaling:** De lagen van veen binnen het plangebied zijn gevoelig voor inklinking. Dit zorgt voor structurele verzakking en kan leiden tot hogere onderhoudskosten voor wegen- en waterkeringen¹².
- **Kosten voor toekomstig beheer:** De structurele bodemdaling verhoogt de kosten voor waterbeheer zoals bemaling en dijkversterking, om overstromingsrisico's te beheersen.

¹² Projectdocumentatie over de Gnephokpolder: 'Toekomstperspectief'

- Watersysteem: Het gebied is sterk afhankelijk van een actief waterbeheer om waterpeilen te reguleren en verzilting tegen te gaan. Dit maakt het beheer complex en potentieel kostbaar¹³.
- Infrastructuur: De infrastructuur in de huidige situatie is beperkt, maar toekomstige verzakking kan extra onderhoud vergen aan wegen en andere infrastructuur¹⁴.

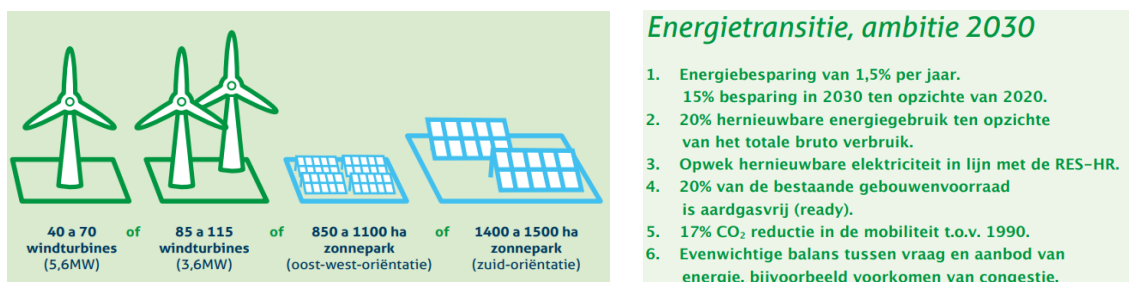
3.2 Autonome ontwikkeling

Naast de huidige situatie zullen er autonome ontwikkelingen plaatsvinden in het gebied, onafhankelijk van de gebiedsontwikkeling plannen van de Gnephoek.

3.2.1 Inpassing energie-infrastructuur

In en rondom het plangebied dienen twee 50 kV elektriciteitsstations te komen (volgens de beschikbare informatie op 12-03-2025). Deze zijn deels nodig om aan de huidige opgave rondom netcapaciteit te voldoen, maar ook om de gebiedsontwikkeling in de Gnephoek mogelijk te maken. De stations worden als een gegeven beschouwd en niet iets wat afhankelijk is van de uitkomsten van de alternatieven. Binnen de Gnephoek betekent dit een ruimtegebruik van 4.000 tot 5.000 m², waarbij het onduidelijk is of het ten koste gaat van andere functies.

De gemeente Alphen aan den Rijn heeft als doelstelling om in 2050 volledig energieneutraal te zijn wat invloed heeft op de energiesamenstelling. De plannen en ambities voor de energietransitie zijn weergegeven in Figuur 3.4. Nederland ligt echter niet op schema om het klimaatdoel van 55% minder CO₂-uitstoot in 2030 te halen. Volgens de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024 wordt met het huidige beleid een vermindering van 42% tot 52% verwacht (RVO, 2024). Dit komt deels door tegenslagen bij ontwikkelingen van verduurzaming van de energiemix, zoals problemen bij het bouwen van windparken op zee en vertraging in groene waterstofprojecten¹⁵. In 2030 zal 75% van de elektriciteit in Nederland uit hernieuwbare bronnen komen.



Figuur 3.4: Ambitie om in 2030 1 TWh hernieuwbare elektriciteit op te wekken via grootschalige wind en zon projecten op land (links). Energietransitie ambitie 2030 van gemeente Alphen aan den Rijn (rechts).

3.2.2 Uitstoot broeikasgassen

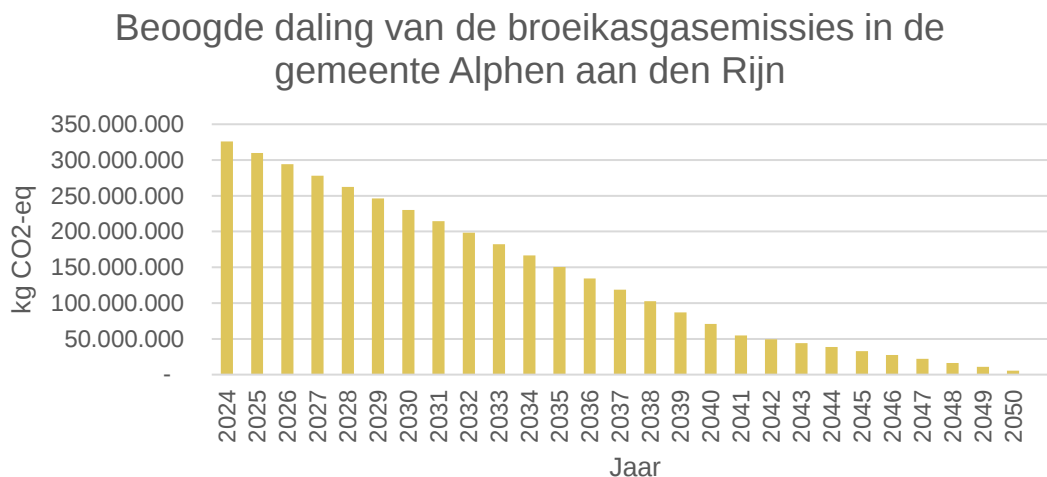
Er vinden in het plangebied geen autonome ontwikkelingen plaats die invloed hebben op de uitstoot van broeikasgassen.

¹³ Projectdocumentatie over de Gnephoekpolder: 'Contourenplan'

¹⁴ Projectdocumentatie over de Gnephoekpolder: 'Landschapsbiografie'

¹⁵ Bron: RVO <https://www.rvo.nl/nieuws/klimaat-en-energieverkenning-2024>

Op gemeentelijk niveau speelt de benodigde afname aan uitstoot van de gehele gemeente Alphen aan den Rijn een rol om de netto-nul ambitie van 2050 te behalen, zie Figuur 3.5. Per jaar is er een maximale hoeveelheid aan CO₂ die de gemeente kan uitstoten waar de uitstoot van de Gnephoek een onderdeel van wordt. Hierbij wordt rekening gehouden met het advies van de Europese Commissie om in 2040 al 90% van de CO₂ reductie te hebben behaald ten opzichte van 1990¹⁶.



Figuur 3.5 | Lineaire, geïnterpoleerde afname van CO₂ uitstoot met 2050 als net-zero ambitie.

3.2.3 Circulariteit en grondstoffengebruik

Er vinden geen autonome ontwikkelingen plaats die invloed hebben op het lokale gebruik van grondstoffen. De gemeente Alphen aan den Rijn stimuleert wel circulaire initiatieven, zoals afvalreductie en hergebruik. Daarbij is de ambitie uitgesproken om een circulaire economie te bereiken in 2050 (Duurzaamheidsprogramma 2021-2030, gemeente Alphen aan den Rijn). Dit zal naar verwachting invloed hebben op afvalstromen in het plangebied.

3.2.4 Toekomstbestendigheid

Er vinden geen autonome ontwikkelingen plaats die invloed hebben op de toekomstbestendigheid. Wanneer de huidige situatie blijft bestaan, zal bodemdaling een mogelijke uitdaging blijven met toenemende beheerkosten voor infrastructuur en waterbeheer. Het gebied zal hierin afhankelijk blijven van bemaling en dijkversteving. Daarnaast zet de gemeente actief in op maatregelen tegen hittestress, wateroverlast en biodiversiteitsherstel, wat mogelijke gevolgen heeft voor het beheerskosten van het plangebied (Duurzaamheidsprogramma 2021-2030, gemeente Alphen aan den Rijn).

¹⁶ [Aanbeveling voor de doelstelling voor 2040, om tegen 2050 klimaatneutraliteit te bereiken - Europese Commissie](#)

4. Effectbeoordeling alternatieven

4.1 Effectbeoordeling

4.1.1 Beoordelingscriterium: inpassing energie-infrastructuur

Basisalternatief

Energiegebruik: het energiegebruik is een combinatie van gebouwgebonden energie, functioneel gebruik en mobiliteit. Dit geldt voor zowel de woningen als maatschappelijke functies en openbare ruimte. In onderstaande tabel staat het energiegebruik uiteengezet.

Tabel 4.1 | Energiegebruik basisalternatief.

	kWh/jaar
Woningen	18.781.479
Voorzieningen	1.545.714
Elektrische mobiliteit	6.624.003
Openbare ruimte	473.312
Totaal	27.424.508

Opwek: De opwek van elektriciteit vindt plaats door de daken van woningen en voorzieningen gemiddeld te benutten met pv-panelen. Daarmee wordt voor 55% voldaan aan de elektriciteitsvraag in het gebied. Om voor 80% zelfvoorzienend te zijn, dient er een resterende hoeveelheid energie opgewekt te worden. Als dit met pv-panelen wordt gedaan, is er 5,25 hectare nodig. Dit kan ingevuld worden met solar carports of met pv op land of op water. De opbrengst tussen deze vormen verschilt niet significant per hectare.

Tabel 4.2 | Energie opwek basisalternatief.

	kWh/jaar
Pv-panelen op woningen	14.312.117
Pv-panelen op voorzieningen	798.525
Aanvullende hoeveelheid pv 5,25 ha	6.828.965
Totaal	21.939.607

Netaansluiting: met bovengenoemde energiebalans is een netaansluiting van 38,0 MW nodig. Dit komt enerzijds door de grote elektriciteitsvraag en anderzijds doordat elektriciteit volledig door pv wordt opgewekt. Dat betekent dat er grote pieken en dalen zijn, welke de benodigde netcapaciteit bepalen.

Samenvatting: in het basisalternatief wordt minder energie opgewekt dan wordt gebruikt (80%), daarnaast is het energienet weinig in balans: grote opwek door middel van pv en grote

niet-gecoördineerde afname van elektriciteit leiden tot grote pieken en dalen in het net. Het effect daarop op de regio is groot, de energie-opgave wordt vermoeilijkt. De beoordeling op het criterium inpassing energie-infrastructuur is daarom negatief (effectbeoordeling: -).

Tabel 4.3 Beoordeling basisalternatief

Duurzaamheid	Basisalternatief
Inpassing energie-infrastructuur	-

Alternatieven

In Tabel 4.4 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *inpassing energie-infrastructuur* leidt tot een andere beoordeling. De kolom 'Basisalternatief' geeft de beoordeling weer zoals hierboven beschreven. In de kolommen daarna zijn de alternatieven naast elkaar gezet. Met roze is aangegeven welke alternatieven tot een andere beoordeling leiden. Onder de tabel wordt dit nader toegelicht.

Tabel 4.4 Beoordeling alternatieven (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: duurzaamheid	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Inpassing energie-infrastructuur	-	-	-	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

De energiebalans voor het alternatief 'water, bodem en natuur' is gelijk aan het basisalternatief. Wijzingen in bemalingscapaciteit ten behoeve van de waterpeilen leiden niet tot een andere beoordeling omdat het aandeel van de openbare ruimte überhaupt klein is ten opzichte van de gehele ontwikkeling.

Alternatief mobiliteit

De energiebalans voor het alternatief 'mobiliteit' valt iets lager uit omdat de parkeernorm wordt verlaagd van 1,18 naar 0,9. Het effect hiervan is een verlaging van het energiegebruik van 6.624.003 kWh/jaar naar 5.077.487 kWh/jaar voor elektrische mobiliteit. Op het totale energiegebruik is dat een reductie van 6% en kan de netaansluiting 1,4 MW kleiner worden aangelegd. Dit leidt echter niet tot een andere beoordeling ten opzichte van het basisalternatief, omdat het energiesysteem alsnog een negatief effect heeft op de regio.

Alternatief duurzame energie/circulariteit

Energiegebruik: het energiegebruik is een combinatie van gebouwgebonden energie, functioneel gebruik en mobiliteit. Dit geldt voor zowel de woningen als maatschappelijke functies en openbare ruimte. In onderstaande tabel staat het energiegebruik uiteengezet. De woningen hebben een gereduceerde energievraag vanwege het passief wonen concept en de hoge energetische warmtebron geothermie.

Tabel 4.5 | Energiegebruik alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

	kWh/jaar
Woningen	13.962.215
Maatschappelijke functies	1.412.917
Elektrische mobiliteit	6.624.003
Openbare ruimte	473.312
Totaal	22.472.447

Opwek: De opwek van elektriciteit vindt plaats door de daken van woningen en voorzieningen maximaal te benutten met pv-panelen. Daarmee wordt voor 84% voldaan aan de elektriciteitsvraag in het gebied. Om minimaal 100% zelfvoorzienend te zijn, dient er een resterende hoeveelheid energie opgewekt te worden. Als dit met pv-panelen wordt gedaan, is er 2,82 hectare nodig. Dit kan ingevuld worden met solar carports of met pv op land of op water. De opbrengst tussen deze vormen verschilt niet significant per hectare.

Tabel 4.6 | Energie opwek alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

	kWh/jaar
Pv-panelen op woningen	17.668.672
Pv-panelen op voorzieningen	1.140.750
Aanvullende hoeveelheid pv 2,82 ha	3.663.026
Totaal	22.472.447

In plaats van aanvullende pv-panelen kan er ook gekozen worden voor een windturbine. In dat geval is een derde van een middelgrote windturbine (0,30 windturbine van 3,5 MW) voldoende om tot 100% eigen energie opwek te komen. Een volledige windturbine zou daarom bijdragen aan een energieleverend gebied.

Netaansluiting: met bovengenoemde energiebalans is een netaansluiting van 24,9 MW nodig. De netaansluiting kan verder verkleind worden door pieken en dalen in het energienet te temperen. In het alternatief duurzame energie/circulariteit worden daarom netbewuste maatregelen getroffen. Dit levert een optimalisatie op die de netaansluiting met 30% kan verkleinen. Daarmee komt het alternatief op een netaansluiting van 17,4 MW.

Samenvatting: in het alternatief duurzame energie/circulariteit wordt in potentie minimaal net zoveel energie opgewekt als wordt gebruikt (>100%). Daarnaast wordt er met netbewuste maatregelen rekening gehouden met pieken en dalen in het net. Er is alsnog een grote netaansluiting nodig, waardoor het effect op de regio beperkt negatief is (effectbeoordeling: 0/-). Wanneer als onderdeel van het energiesysteem ook energie opgewekt wordt met windturbines, zou dit de seizoensvraag meer in balans brengen, waardoor de beoordeling neutraal zou zijn.

4.1.2 Beoordelingscriterium: uitstoot broeikasgassen

Basisalternatief

Het basisalternatief wekt voor 80% eigen elektriciteit op. De resterende hoeveelheid benodigde elektriciteit wordt aangevoerd vanuit het net. Hiervoor geldt de emissiefactor van de elektriciteitsmix in 2040. Daarnaast is in 2040 75% van de auto's elektrisch. De overige 25% gebruikt benzine en stoot daarmee CO₂ uit.

Tabel 4.7 | Uitstoot broeikasgassen in de gebruiksfase van het basisalternatief.

	Hoeveelheid	Eenheid	CO ₂ emissiefactor [kg CO ₂ -eq/eenheid]	Uitstoot broeikasgassen [kg CO ₂ -eq]
Elektriciteitsmix 2040	5.484.902	kWh	0,117	641.733
Benzine gebruik	1.375.908	Liter	3,073	4.228.166
Totaal				4.869.900
Per woning				885

Uit Tabel 4.7 volgt dat de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen in 2040 885 kg CO₂-eq per woning per jaar is. Dit ligt binnen 25% onder de beoogde uitstootruimte, waardoor het plangebied bijdraagt aan het behalen van de beoogde klimaatdoelen. Het basisalternatief wordt beoordeeld met een 0/+.

Tabel 4.8 Beoordeling basisalternatief

Duurzaamheid	Basisalternatief
Uitstoot broeikasgassen	0/+

Alternatieven

In Tabel 4.9 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *uitstoot broeikasgassen* leidt tot een andere beoordeling. De kolom 'Basisalternatief' geeft de beoordeling weer zoals hierboven beschreven. In de kolommen daarna zijn de alternatieven naast elkaar gezet. Met roze is aangegeven welke alternatieven tot een andere beoordeling leiden. Onder de tabel wordt dit nader toegelicht.

Tabel 4.9 Beoordeling alternatieven (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: Duurzaamheid				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Uitstoot broeikasgassen	0/+	0/+	+	0/+

Alternatief 'water, bodem en natuur'.

De energiebalans, en daarmee het resterende gebruik van de elektriciteitsmix en benzine, is gelijk aan het basisalternatief.

Alternatief mobiliteit

Het alternatief 'mobiliteit' heeft een andere energiebalans dan het basisalternatief, omdat er 0,9 auto's per huishouden zijn, in plaats van 1,18. Hierdoor is het elektriciteitsverbruik en het benzineverbruik minder dan het basisalternatief. De overige uitgangspunten blijven gelijk.

Tabel 4.10 | Uitstoot broeikasgassen in de gebruiksfase van het alternatief 'mobiliteit'.

	Hoeveelheid	Eenheid	CO ₂ emissiefactor [kg CO ₂ -eq/eenheid]	Uitstoot broeikasgassen [kg CO ₂ -eq]
Elektriciteitsmix 2040	5.175.598	kWh	0,117	605.545
Benzine gebruik	869.022	Liter	3,073	2.670.505
Totaal				3.276.050
Per woning				596

Uit Tabel 4.10 volgt dat de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen in 2040 596 kg CO₂-eq per woning per jaar is. Dit ligt meer dan 25% onder de beoogde uitstootruimte, waardoor het plangebied op koers is om bij te dragen aan het behalen van de klimaatdoelen. Het alternatief 'mobiliteit' wordt beoordeeld met een +.

Alternatief duurzame energie / circulariteit

Het alternatief 'duurzame energie/ circulariteit' heeft een andere energiebalans dan het basisalternatief, omdat 100% van de elektriciteit in eigen gebied wordt opgewekt. Daardoor is de aanvoer vanuit het net 0 kWh. Het benzinegebruik is echter wel gelijk gebleven, want er zijn nog steeds evenveel auto's die op benzine rijden als in het basisalternatief.

Tabel 4.11 | Uitstoot broeikasgassen in de gebruiksfase van het alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

	Hoeveelheid	Eenheid	CO ₂ emissiefactor [kg CO ₂ -eq/eenheid]	Uitstoot broeikasgassen [kg CO ₂ -eq]
Elektriciteitsmix 2040	0	kWh	0,117	0
Benzine gebruik	1.375.908	Liter	3,073	4.228.166
Totaal				4.228.166
Per woning				769

Uit Tabel 4.11 volgt dat de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen in 2040 769 kg CO₂-eq per woning per jaar is. Dit ligt binnen 25% onder de beoogde uitstootruimte, waardoor het plangebied op koers is om bij te dragen aan het behalen van de klimaatdoelen. Het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' wordt beoordeeld met een 0/+, gelijk aan het basisalternatief.

4.1.3 Beoordelingscriterium: circulariteit/grondstoffengebruik

Basisalternatief

Bouwrijp maken: de strategie voor bouwrijp maken is functie gerelateerd ophogen. Dat betekent dat openbaar groen en tuin niet worden opgehoogd. De openbare ruimte wordt wel opgehoogd en voorbelast met zand. De bebouwde omgeving wordt in z'n geheel onderheid.

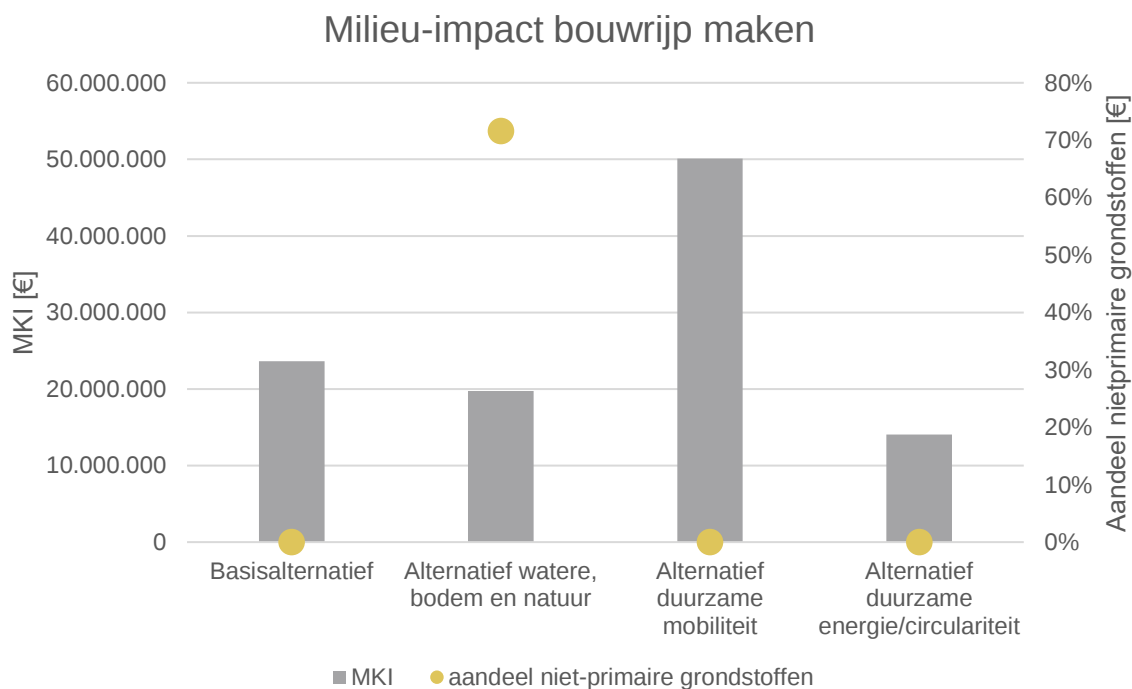
Tabel 4.12 | MKI en MCI waarden bouwrijp maken Basisalternatief.

	Aandeel	Oppervlakte [m ²]	Strategie bouwrijp maken	DuboCalc MKI/m ²	MKI-waarde [€]	MCI [%]
Openbaar groen en tuinen	35%	750.960	Niet ophogen/ voorbelasten	0	0	0%
Openbare infrastructuur	19%	397.684	Ophogen / voorbelasten	5,00	1.988.420	0%

	Aandeel	Oppervlakte	Strategie	DuboCalc	MKI-waarde	MCI [%]
		[m2]	bouwrijp maken	MKI/m2	[€]	
Bebouwing gestapeld	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Bebouwing grondgebonden	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Totaal					23.628.939	0%

In Tabel 4.12 staat de MKI en MCI berekening uitgesplitst per bouwrijp strategie. In totaliteit zorgt het bouwrijp maken in het basisalternatief voor een milieu-impact van €23.628.939,- waarbij het aandeel niet-primaire grondstoffen 0% is. Dat komt omdat zand nieuw gewonnen en het onderheiden grotendeels bestaat uit beton zonder secundaire grondstoffen.

De beoordeling voor het bouwrijp maken is relatief ten opzichte van de andere alternatieven, omdat er geen prestatieniveaus zijn vanuit HNN. Figuur 4.1 vergelijkt de verschillende alternatieven. De resultaten van het basisalternatief (Tabel 4.12), het alternatief water, bodem en natuur (Tabel 4.20), het alternatief duurzame mobiliteit (Tabel 4.22) en het alternatief duurzame energie/circulariteit (Tabel 4.24) zijn hierin opgenomen. Het basisalternatief scoort hier in vergelijking tot de andere alternatieven gemiddeld op MKI, en matig op MCI. Daarom krijgt dit aspect een neutrale beoordeling (0).



Figuur 4.1 | Resultaat MKI-berekening voor het bouwrijp maken van de verschillende alternatieven. De grijze staven zijn de resultaten van de MKI-berekening en horen bij de linker y-as. De gele stippen zijn de resultaten van de MCI-berekening en horen bij de rechter y-as.

Gebouwen: de gebouwen worden op traditionele wijze gebouwd conform de MPG waarden uit het Besluit bouwwerken leefomgeving. Dat betekent dat zowel gestapelde als grondgebonden woningen een milieu-impact hebben van 0,8 MKI/m2 BVO. Er is een inschatting gedaan voor het aandeel niet-primaire grondstoffen voor traditionele woningbouw. Dat ligt voor alle woningen op 10%.

Tabel 4.13 | MKI en MCI waarden gestapelde gebouwen basisalternatief

Type gestapelde woningen	Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO Huidig (wettelijk)	MCI
Sociaal appartement	1100	77,92	0,8	10%
Middelduur appartement	550	84,42	0,8	10%
Middelduur appartement	385	97,40	0,8	10%
Duur appartement	275	142,86	0,8	10%
Totaal	2310		0,80	10%

Tabel 4.14 | MKI en MCI waarden grondgebonden gebouwen basisalternatief.

Type grondgebonden woningen	Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO Huidig (wettelijk)	MCI
Sociaal - rijwoning	550	103,90	0,8	10%
Middelduur - rijwoning	275	103,90	0,8	10%
Middelduur - rijwoning + bijzondere woonvorm	715	103,90	0,8	10%
Duur - herenhuis	385	194,81	0,8	10%
Duur - 2^1 kapwoning	550	194,81	0,8	10%
Duur - vrijstaande woning	275	233,77	0,8	10%
Duur - rijwoning	440	162,34	0,8	10%
Totaal	3190		0,80	10%

Zowel voor gestapelde woningen als voor grondgebonden woningen ligt de MKI en MCI waarde boven de prestatieniveaus van HNN. Daarom krijgen deze aspecten een negatieve beoordeling (-).

Openbare ruimte: de openbare ruimte wordt met traditionele materialen gebouwd. De betonelementen van de straten, parkeerplaatsen en overige openbare ruimte bestaat over het algemeen 15% secundaire grondstoffen.

Tabel 4.15 | MKI en MCI waarden openbare ruimte basisalternatief.

	Aandeel [%]	Oppervlakte [m2]	Strategie inrichting openbare ruimte	MKI-waarde [€]	MKI/m2/jaar	MCI
Gebieds- ontsluitingswegen	19%	397.684	Betonstraatsteen en aanleggen zandbed	4.255.219	0,21	15%

Uit Tabel 4.15 blijkt dat de MKI-waarde en MCI-waarde van straten slechter dan de prestatieniveaus van HNN, daarom krijgt dit onderdeel een negatieve beoordeling (-).

Kunstwerken: de kunstwerken worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen. De MKI-waarden zijn gebaseerd op standaard elementen uit de objectenbibliotheek uit DuboCalc. De elementen uit de objectenbibliotheek zijn gemiddeld opgebouwd en geschikt om in projectfasen toe te passen waarin de exacte uitwerking nog niet bekend is.

De fietsbrug bestaat grotendeels uit staal, maar voor een deel ook uit beton voor de fundering. Staal bestaat voor ongeveer 80% uit secundair staal. Stel dit zou op basis van massapercentage ongeveer 50% van de brug zijn, dan is het aandeel niet-primair materiaal 40%.

Het aquaduct bestaat voor een groot deel uit beton en wapening. Van het beton wordt aangenomen dat het uit volledig primaire grondstoffen bestaat. Op basis van massa zit er ongeveer 1% wapeningsstaal per massa beton in. Dat betekent een gehalte van niet-primair materiaal van afgerond 1%

Tabel 4.16 | MKI en MCI waarden kunstwerken basisalternatief.

Kunstwerk	Uitgangspunten	MKI-waarde [€]	Oppervlakte kunstwerk [m ²]	MKI/m ² /jaar	MCI [%]
Fietsbrug staal	- 90 meter over water (beweegbaar)	218.719	2.250	1,94	40%
	- 360 meter boven grond				
	- 5 meter breed				
	- Levensduur van 50 jaar				
	- Diverse sjablonen huisstijl RWS				
Aquaduct	- 4 rijbanen + fiets-/voetpad	7.521.262	16.940	8,88	1%
	- Inclusief toe- en afrit				
	- Totaal 550 meter 30,8 meter breed				
	- Levensduur van 50 jaar				
	- Diverse sjablonen huisstijl RWS				

Uit Tabel 4.16 blijkt dat de MKI-waarde van de fietsbrug en het aquaduct binnen de prestatieniveaus van HNN valt. De MCI-waarde van de fietsbrug is net 6% te laag, maar omdat dit een grovere inschatting is dan de MKI-waarde, is de MKI-waarde leidend in de beoordeling. Daarom scoort de fietsbrug een +. Het aquaduct scoort op MCI wel slechter dan de prestatieniveaus van HNN, daarom krijgt dit onderdeel een neutrale beoordeling (0).

Samenvatting: Bovenstaande beoordelingen zijn samengevat in Tabel 4.17. Omdat gemiddeld gezien de beoordeling negatief is, scoort het basisalternatief voor het criterium circulariteit/grondstoffengebruik negatief (effectbeoordeling: -).

Tabel 4.17 | Samenvatting van de beoordeling per aspect op basis van de prestatieniveaus van HNN.

Aspect	Onderscheidende aspecten	eenheid	MKI [€MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]	Beoordeling
Bouwrijp maken	Per alternatief verschillend	Totaal plangebied	Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.		0
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%	-
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%	-
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%	-
Kunstwerken	Vaste bruggen	m ²	≤3,5	≥46%	+
	Tunnels	m ²	≤12	≥3%	0
Totaal beoordeling -					

Tabel 4.18 Beoordeling basisalternatief.

Thema: duurzaamheid	Basisalternatief
Circulariteit/grondstoffengebruik	-

Alternatieven

In Tabel 4.19 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *circulariteit/grondstoffengebruik* leidt tot een andere beoordeling. De kolom 'Basisalternatief' geeft de beoordeling weer zoals hierboven beschreven. In de kolommen daarna zijn de alternatieven naast elkaar gezet. Met roze is aangegeven welke alternatieven tot een andere beoordeling leiden. Onder de tabel wordt dit nader toegelicht.

Tabel 4.19 Beoordeling alternatieven (roze: beoordeling alternatief is anders dan het basisalternatief).

Thema: duurzaamheid				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Circulariteit/grondstoffengebruik	-	-	-	+

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Bouwrijp maken: de strategie voor bouwrijp maken is afgraven en drijvend bouwen. Dat betekent dat de openbaar ruimte (zowel openbaar groen en tuinen als de infrastructuur) met 2 meter wordt afgegraven. De wegen komen op drijvende pontons te liggen. In de bebouwde omgeving worden gestapelde woningen onderheid. Grondgebonden woningen worden drijvend gebouwd.

Tabel 4.20 | MKI en MCI waarden bouwrijp maken alternatief 'water, bodem en natuur'.

	Aandeel	Oppervlakte [m2]	Strategie bouwrijp maken	DuboCalc [MKI/m2]	MKI-waarde [€]	MCI [%]
Openbaar groen en tuinen	35%	750.960	Afgraven	-0,03	-22.529	100%
Openbare infrastructuur	19%	397.684	Afgraven	-0,03	-11.931	100%
			Pontons	22,56	8.971.751	21%
Bebouwing gestapeld	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Bebouwing grondgebonden	8%	174.324	Drijvend	0		0%
Totaal					19.757.551	72%

In Tabel 4.20 staat de MKI en MCI berekening uitgesplitst per bouwrijp strategie. In totaliteit zorgt het bouwrijp maken in het alternatief 'water, bodem en natuur' voor een milieu-impact van €19.757.551,- waarbij het aandeel niet-primaire grondstoffen 72% is. Dat komt omdat het afgraven van zand zorgt voor het vrijkomen van secundaire grondstoffen. Daarnaast bestaan in dit rekenvoorbeeld de pontons uit staal, welke voor 21%¹⁷ uit secundaire grondstoffen bestaan.

De beoordeling voor het bouwrijp maken is relatief aan de andere alternatieven, omdat er geen prestatieniveaus zijn vanuit HNN. Figuur 4.1 vergelijkt de verschillende alternatieven.

¹⁷ milieudatabase.nl/nl/rapporten-tool/report/99/

Het alternatief 'water, bodem en natuur' scoort hier redelijk goed op MKI en als beste op MCI. Daarom krijgt dit aspect een positieve beoordeling (+).

Gebouwen: de gebouwen worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen, gelijk aan het basisalternatief.

Openbare ruimte: de openbare ruimte worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen, gelijk aan het basisalternatief.

Kunstwerken: de kunstwerken worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen, gelijk aan het basisalternatief.

Samenvatting: De resultaten zijn samengevat in Tabel 4.21. Anders dan het basisalternatief heeft het bouwrijp maken van alternatief 'water, bodem en natuur' een positieve beoordeling. Desondanks scoort blijft de gemiddelde beoordeling negatief (effectbeoordeling: -).

Tabel 4.21 | Samenvatting van de beoordeling per aspect op basis van de prestatieniveaus van HNN.

Aspect	Onderscheidende aspecten	eenheid	MKI [€MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]	Beoordeling
<i>Bouwrijp maken</i>	<i>Per alternatief verschillend</i>	<i>Totaal plangebied</i>	<i>Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.</i>		<i>+</i>
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%	-
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%	-
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%	-
Kunstwerken	Vaste bruggen	m ²	≤3,5	≥46%	0
	Tunnels	m ²	≤12	≥3%	0
Totaal beoordeling					-

Alternatief mobiliteit

Bouwrijp maken: de strategie voor bouwrijp maken is zoveel mogelijk fixeren. Dat betekent dat openbaar groen en tuin worden opgehoogd en voorbelast. Infrastructuur en de bebouwde omgeving wordt in z'n geheel onderheid.

Tabel 4.22 | MKI en MCI waarden bouwrijp maken alternatief 'mobiliteit'.

	Aandeel	Oppervlakte [m ²]	Strategie bouwrijp maken	DuboCalc [MKI/m ²]	MKI-waarde [€]	MCI [%]
Openbaar groen en tuinen	35%	750.960	Ophogen / voorbelasten	5,00	3.754.800	0%
Openbare infrastructuur	19%	397.684	Onderheien	62,07	24.684.246	0%
Bebouwing gestapeld	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Bebouwing grondgebonden	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Totaal					50.079.565	0%

In Tabel 4.22 staat de MKI en MCI berekening uitgesplitst per bouwrijp strategie. In totaliteit zorgt het bouwrijp maken in het alternatief 'mobiliteit' voor een milieu-impact van €50.079.565,- waarbij het aandeel niet-primaire grondstoffen 0% is. Dat komt omdat zand nieuw gewonnen en het onderhouden grotendeels bestaat uit beton zonder secundaire grondstoffen

De beoordeling voor het bouwrijp maken is relatief aan de andere alternatieven, omdat er geen prestatieniveaus zijn vanuit HNN. Figuur 4.1 vergelijkt de verschillende alternatieven. Het alternatief 'water, bodem en natuur' scoort hier slecht op MKI en matig op MCI. Daarom krijgt dit aspect een negatieve beoordeling (-).

Gebouwen: de gebouwen worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen, gelijk aan het basisalternatief.

Openbare ruimte: de openbare ruimte worden op reguliere wijze gebouwd met traditionele materialen, gelijk aan het basisalternatief.

Kunstwerken: bij het alternatief mobiliteit komt de fietsbrug te vervallen en komt er in plaats van een aquaduct een beweegbare brug. In onderstaande tabel is hiervan de MKI-waarde opgenomen. Deze is niet significant anders dan het basisalternatief waardoor het geen effect heeft op de beoordeling.

Kunstwerk	Uitgangspunten	MKI-waarde [€]	Oppervlakte kunstwerk [m2]	MKI/m2/jaar	MCI
Fietsbrug staal	- Komt te vervallen	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Beweegbare brug	- 4 rijbanen + fiets-/voetpad - Inclusief toe- en afrit - Totaal 550 meter - 19 meter breed - Levensduur van 50 jaar - Diverse sjablonen huisstijl RWS	6.978.676	10.450	13,35	1%

Samenvatting: De resultaten zijn samengevat in Tabel 4.23. Anders dan het basisalternatief heeft het bouwrijp maken van alternatief mobiliteit een negatieve beoordeling. Daarnaast vervalt de beoordeling op de fietsbrug. Desondanks blijft de gemiddelde effectbeoordeling negatief (effectbeoordeling: -).

Tabel 4.23 | Samenvatting van de beoordeling per aspect op basis van de prestatieniveaus van HNN.

Aspect	Onderscheidende aspecten	eenheid	MKI [€/MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]	Beoordeling
Bouwrijp maken	Per alternatief verschillend	Totaal plangebied	Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.	-	-
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%	-
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%	-
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%	-
Kunstwerken	Vaste bruggen	m ²	≤3,5	≥46%	N.v.t.
	Beweegbare brug	m ²	≤19	≥34%	+
Totaal beoordeling -					

Alternatief duurzame energie / circulariteit

Bouwrijp maken: de strategie voor bouwrijp maken is amfibisch bouwen en het gebruik van licht ophoogmateriaal (polystyreen). Dat betekent dat openbaar groen en tuin niet worden opgehoogd. De openbare ruimte wordt wel opgehoogd met EPS. In de bebouwde omgeving worden gestapelde woningen onderheid. Grondgebonden woningen worden met EPS gebouwd.

Tabel 4.24 | MKI en MCI waarden bouwrijp maken alternatief 'duurzame energie/ circulariteit'.

	Aandeel	Oppervlakte [m2]	Strategie bouwrijp maken	DuboCalc [MKI/m2]	MKI-waarde [€]	MCI [%]
Openbaar groen en tuinen	35%	750.960	Niet ophogen/ voorbelasten	0	0	0%
Openbare infrastructuur	19%	397.684	EPS	5,67	2.254.868	0%
Bebouwing gestapeld	8%	174.324	Onderheien	62,07	10.820.260	0%
Bebouwing grondgebonden	8%	174.324	EPS	5,67	988.414	0%
Totaal					14.063.542	0%

In Tabel 4.24 staat de MKI en MCI berekening uitgesplitst per bouwrijp strategie. In totaliteit zorgt het bouwrijp maken in het basisalternatief voor een milieu-impact van €14.063.542,- waarbij het aandeel niet-primair grondstoffen 0% is. Dat komt omdat EPS wordt gemaakt van aardolie bestaat het volledig uit primair materialen en het onderheiden grotendeels bestaat uit beton zonder secundaire grondstoffen.

De beoordeling voor het bouwrijp maken is relatief aan de andere alternatieven, omdat er geen prestatieniveaus zijn vanuit HNN. Figuur 4.1 vergelijkt de verschillende alternatieven. Het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' scoort als beste op MKI en matig op MCI. Daarom krijgt dit aspect een neutrale beoordeling (0).

Gebouwen: de gebouwen worden met innovatieve en duurzame woonconcepten gebouwd. Innovatief en duurzaam bouwen verlaagt de MKI/m2 BVO en verhoogt het aandeel niet-primair grondstoffen. Voor de doorrekeningen van de effectbeoordeling zijn verschillende woonconcepten uit de catalogus¹⁸ gekozen die passen bij het type woning in de Gnephoek.

Tabel 4.25 | MKI en MCI waarden gestapelde gebouwen alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

Type gestapelde woningen	Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO Geoptimaliseerd	aandeel niet-primair grondstoffen
Sociaal appartement	1100	77,92	0,498	13%
Middelduur appartement	550	84,42	0,435	21%
Middelduur appartement	385	97,40	0,584	21%
Duur appartement	275	142,86	0,441	40%
Totaal	2310		0,49	21%

¹⁸ Woningconcepten en hun prestaties, oktober 2024. Bron: [Lancering nieuwe woningconceptenbrochure 2024 - Cirkelstad](#)

Tabel 4.26 | MKI en MCI waarden grondgebonden gebouwen alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

Type grondgebonden woningen	Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO Huidig (wettelijk)	aandeel niet- primaire grondstoffen
Sociaal - rijwoning	550	103,90	0,286	37%
Middelduur - rijwoning	275	103,90	0,489	35%
Middelduur - rijwoning + bijzondere woonvorm	715	103,90	0,399	34%
Duur - herenhuis	385	194,81	0,266	93%
Duur - 2^1 kapwoning	550	194,81	0,455	6%
Duur - vrijstaande woning	275	233,77	0,453	45%
Duur - rijwoning	440	162,34	0,438	62%
Totaal	3190		0,40	43%

Zowel voor gestapelde woningen als voor grondgebonden woningen ligt de MKI en MCI waarde binnen de prestatieniveaus van HNN. Daarom krijgen deze aspecten een positieve beoordeling (+).

Openbare ruimte: Bij de inrichting van de openbare ruimte wordt voor 50% van het materiaal gebruik gemaakt van niet-primaire grondstoffen. Dit geeft een reductie op 50% van de MKI-waarde.

Tabel 4.27 | MKI en MCI waarden openbare ruimte alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

	Aandeel [%]	Oppervlakte [m2]	Strategie inrichting openbare ruimte	MKI-waarde [€]	MKI/m2/jaar	MCI
Gebieds- ontsluitingswegen	19%	397.684	Betonstraatsteen en aanleggen zandbed	2.127.609	0,11	50%

Uit Tabel 4.27 blijkt dat de MKI-waarden van straten binnen de prestatieniveau van HNN valt. De MCI-waarden komt net te kort, maar omdat dit een grovere inschatting is dan de MKI-waarde, is de MKI-waarde leidend in de beoordeling. Daarom scoren de wegen een neutraal (+).

Kunstwerken: de fietsbrug worden op duurzame wijze gebouwd met biobased materialen. Dit kan 80% van de brug uitmaken¹⁹. Het aquaduct blijft gelijk aan het basisalternatief. De MKI-waarden zijn gebaseerd op standaard elementen uit de objectenbibliotheek uit DuboCalc. De elementen uit de objectenbibliotheek zijn gemiddeld opgebouwd en geschikt om in projectfasen toe te passen waarin de exacte uitwerking nog niet bekend is.

Tabel 4.28 | MKI en MCI waarden kunstwerken alternatief 'duurzame energie/circulariteit'.

Kunstwerk	Uitgangspunten	MKI-waarde [€]	Oppervlakte kunstwerk [m2]	MKI/m2/jaar	MCI [%]
Fietsbrug hout	- 90 meter over water (beweegbaar)	133.602	2.250	1,19	80%
	- 360 meter boven grond				
	- 5 meter breed				
	- Levensduur van 50 jaar				
	- Diverse sjablonen huisstijl RWS				
Aquaduct	- 4 rijbanen + fiets-/voetpad	7.521.262	16.940	8,88	1%

¹⁹ [Krachtmeting unieke Friese biobrug – Sweco Nederland](#)

Kunstwerk	Uitgangspunten	MKI-waarde [€]	Oppervlakte kunstwerk [m ²]	MKI/m ² /jaar	MCI [%]
	- Inclusief toe- en afrit - Totaal 550 meter - 30,8 meter breed - Levensduur van 50 jaar - Diverse sjablonen huisstijl RWS				

Uit Tabel 4.28 blijkt dat de MKI en MCI waarde van de fietsbrug binnen de prestatieniveau van HNN valt. Daarom scoort de fietsbrug +. Het aquaduct scoort gelijk aan het basisalternatief, een 0.

Samenvatting: Bovenstaande beoordelingen zijn samengevat in Tabel 4.29. Omdat gemiddeld gezien de beoordeling positief is, scoort het alternatief 'duurzame energie / circulariteit' een positieve beoordeling (effectbeoordeling: +).

Tabel 4.29 | Samenvatting van de beoordeling per aspect op basis van de prestatieniveaus van HNN.

Aspect	Onderscheidende aspecten	eenheid	MKI [€MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]	Beoordeling
Bouwrijp maken	Per alternatief verschillend	Totaal plangebied	Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.		0
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%	+
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%	+
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%	+
Kunstwerken	Vaste bruggen	m ²	≤3,5	≥46%	+
	Tunnels	m ²	≤12	≥3%	0
Totaal beoordeling +					

4.1.4 Beoordelingscriterium: toekomstbestendigheid

Basisalternatief

De toekomstbestendigheid draait om de mate waarin de kosten voor het toekomstig beheer en onderhoud worden beperkt (met name in relatie tot bodemdaling). In het basisalternatief wordt rekening gehouden met de wijze van bouwrijp maken en de restzettingseis. De keuze voor de locatie van woningbouw houdt rekening met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond, waarbij de minst zettingsgevoelige gebieden zijn geselecteerd voor woningbouw. De toelaatbare zetting is vastgesteld op 10 cm/30 jaar, wat betekent dat de infrastructuur en woningen een levensduur van ongeveer 60 jaar kunnen hebben. Hierdoor zijn de beheerkosten vergelijkbaar met een traditionele gebiedsontwikkeling. Dat leidt tot een neutrale beoordeling (effectbeoordeling: 0).

Tabel 4.30 Beoordeling basisalternatief

Duurzaamheid	Basisalternatief
Toekomstbestendigheid	0

Alternatieven

In Tabel 4.31 is weergegeven of een alternatief voor het aspect *toekomstbestendigheid* leidt tot een andere beoordeling. De kolom 'Basisalternatief' geeft de beoordeling weer zoals hierboven beschreven. In de kolommen daarna zijn de alternatieven naast elkaar gezet. Met

roze is aangegeven welke alternatieven tot een andere beoordeling leiden. Onder de tabel wordt dit nader toegelicht.

Tabel 4.31 Beoordeling alternatieven.

Thema: duurzaamheid				
	Basisalternatief	Alternatief water, bodem en natuur	Alternatief mobiliteit	Alternatief duurzame energie / circulariteit
Toekomstbestendigheid	0	0/-	0/+	0/-

Alternatief 'water, bodem en natuur'

Dit alternatief kent dezelfde restzettingseis van 10 cm/30 jaar als het basisalternatief. Echter, zoals uitgelegd in het deelrapport 'water, bodem en natuur' kan het gebruik van pontons risico's met zich meebrengen wat betreft schade en onderhoudskosten. Hier kunnen de beheerkosten hoger uitpakken dan bij een traditionele gebiedsontwikkeling. Het alternatief 'water, bodem en natuur' is daarom beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Alternatief mobiliteit

Dit alternatief kent dezelfde restzettingseis van 10 cm/60 jaar dat is een langere onderhoudsvrije periode dan het basisalternatief. Een groot deel van het plangebied wordt volledig onderheid (gefixeerd), waardoor de kans op schade en verhoogde beheerkosten minimaal is en in ieder geval ver in de tijd liggen. Het alternatief mobiliteit is daarom beperkt positief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/+).

Alternatief duurzame energie/ circulariteit

Dit alternatief kent dezelfde restzettingseis van 10 cm/ 30 jaar als het basisalternatief. Echter, zoals uitgelegd in het deelrapport 'water, bodem en natuur' kan het gebruik van EPS risico's met zich meebrengen wat betreft schade en onderhoudskosten. Daarnaast zijn reconstructies waarbij lichte ophoogmaterialen zijn toegepast in de praktijk duurder zijn dan reconstructies die met een ophoging door voorbelasting. Hier kunnen de beheerkosten hoger uitpakken dan bij een traditionele gebiedsontwikkeling. Het alternatief 'duurzame energie/circulariteit' is daarom beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

4.2 Cumulatieve effecten

Bij cumulatie wordt gekeken naar de kans dat er sprake is van een stapeling van gelijksoortige effecten door verschillende oorzaken, bronnen of projecten. Het moet gaan om projecten die nog niet zijn uitgevoerd, maar waarvan wel zeker is dat deze uitgevoerd gaan worden omdat er juridisch bindende besluitvorming heeft plaatsgevonden. Voor het thema duurzaamheid zijn geen cumulatieve effecten te verwachten met andere projecten/ontwikkelingen in de omgeving met betrekking tot uitstoot broeikasgassen, circulariteit en toekomstbestendigheid. Mogelijk ontstaan wel cumulatieve effecten met betrekking tot energie-opwek en netcongestie. Er zijn echter geen concrete projecten in beeld waarmee dit zou kunnen gebeuren.

4.3 Maatregelen en aanbevelingen

Voor elk onderzoeksthema is geanalyseerd of er maatregelen noodzakelijk en/of wenselijk zijn om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen mitigerende, optimaliserende en compenserende maatregelen. Mitigerende en compenserende maatregelen zijn verplicht in het geval dat als gevolg van het planvoornemen niet aan de norm kan worden voldaan of als de basiskwaliteit niet gegarandeerd kan worden. Wanneer mitigatie van negatieve effecten niet volstaat of mogelijk is, is het nodig om compenserende maatregelen toe te passen. Optimaliserende maatregelen kunnen worden getroffen om een neutraal of positief effect positiever te maken. Deze maatregelen zijn niet noodzakelijk maar kunnen bijdragen aan het inpassen van het project en/of het verkrijgen van draagvlak.

In deze paragraaf wordt aangegeven of er effecten zijn waarvoor het nodig is om eventuele maatregelen al in het kader van het voorkeursalternatief (VKA) verder uit te werken of dat er maatregelen zijn die later in de planvorming meegenomen kunnen worden.

Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

In dit deelrapport zijn negatieve effecten naar voren gekomen op het gebied van energie-infrastructuur. Door wijzigingen door te voeren in het VKA kunnen deze negatieve effecten gemitigeerd worden. Dit leidt mogelijk tot relevante beslisinformatie voor de besluitvorming. Daarom zijn deze maatregelen in het VKA onderzocht. Het gaat om de volgende maatregelen:

- Geadviseerd wordt om niet meer dan 100% opwek te ambiëren omdat dit direct effect heeft op de grootte van de netaansluiting. Hoe meer opgewekt wordt, hoe groter de opgave wordt om dit lokaal op te slaan. In dat geval moeten aanvullende maatregelen worden getroffen.
- Los van de pv-panelen op daken, is er in alle gevallen aanvullende opwek nodig. Geadviseerd wordt om te kijken naar windenergie omdat de opwek uit wind meer evenredig door het jaar verdeeld is.
- De combinatie passieve woning + geothermie als warmtebron zorgt voor een flinke reductie in de energievraag. Van deze reductie komt een derde door passief te bouwen en twee derde door geothermie. Een passieve woning in deze combinatie gebruikt elektriciteit voor koeling en het opwarmen van tapwater. Aanvullende maatregelen om het verkleinen van de koude-vraag is in dit geval nodig.
- Voor het afvlakken van pieken in het elektriciteitsnet is het belangrijk om zo netbewust mogelijk te bouwen. Dit om het dag-nacht ritme van energievraag zo goed mogelijk aan te laten sluiten met de energie opwek.
- Voor het maximaliseren van de opbrengst van pv-panelen op daken is het nodig om zoveel mogelijk schuine daken te realiseren (<80%). De oriëntatie van de daken moet daarnaast oost-west zijn voor een betere afstemming met de ochtend- en middagpiek.
- Vanuit de beoordeling uitstoot broeikasgassen blijkt dat het reduceren van het aantal parkeerplekken van 1,18 naar 0,9 een sterk positief effect heeft op de uitstoot van broeikasgassen in het gebied.
- Vanuit circulariteit is het van belang om volgens innovatieve en circulaire bouwconcepten (industriële) te bouwen. Zelfs met hoge doelstellingen, zoals bouwen met 50% minder primaire grondstoffen is het niet altijd vanzelfsprekend dat de prestatieniveaus van Het Nieuwe Normaal worden gehaald.
- Vanuit circulariteit wordt het sterk afgeraden om alle infrastructuur en bebouwing te onderhouden. Dit leidt tot grote milieu-impact.

4.4 Leemten in kennis

Er zijn voor het thema duurzaamheid een paar belangrijke leemten in kennis en/of informatie die een goede besluitvorming over de omgevingsverordening/-programma en omgevingsplan in de weg staan:

- Het energiesysteem: parallel aan deze effectbeoordeling wordt een onderzoek verricht naar verschillende energiesystemen in het gebied. Dit onderzoek vergelijkt meerdere energiesystemen en beschouwt hierin ook technische en economische aspecten. De effectbeoordeling is nog steeds een beoordeling van de hoeken van het speelveld en de verwachting is dat de uitkomsten van dit onderzoek leiden tot een energiesysteem wat binnen deze hoeken blijft. Voor verdere verdieping van de alternatieven is het echter nodig om meer te trechteren op één of enkele energiesystemen.
- Opslag: Netbewust bouwen is tot nu toe in algemeenheid meegenomen, waarbij een totaalpakket aan maatregelen leidt tot een kleinere netaansluiting. De verschillen in vraag en aanbod gedurende het jaar en gedurende een dag zijn echter niet in detail meegenomen. Daarom leidt de effectbeoordeling niet tot conclusies op het gebied van gebruikersgemak of benodigde opslagcapaciteit.
- Biobased gewas: In en rondom het plangebied zijn plannen voor het kweken van een gewas wat kan worden gebruikt als biobased bouw materiaal. Biobased gewassen dragen bij aan circulaire economie. De keuze voor het gewas is afhankelijk van vele factoren, waarbij het belangrijkste op dit moment is dat er een keten kan worden gevonden van het gewas tot en met het toepassen van de materialen in gebouwen. Het eerste is afhankelijk van de agrarische mogelijkheden en dat laatste van de certificering van bouw materiaal.

5. Effectbeoordeling VKA

5.1 Inleiding

In voorgaand hoofdstuk zijn de effecten beschreven van de alternatieven die in het MER Gnephoek zijn onderzocht. Op basis van de alternatievenvergelijking is een voorkeursalternatief (VKA) vastgesteld. Het voorkeursalternatief bestaat uit elementen uit alle vier de onderzochte alternatieven. De elementen waaruit het voorkeursalternatief bestaat zijn beschreven in hoofdstuk 6 van Bijlage 1 van het MER (Alternatievenbeschrijving).

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 5.2 de effecten van het voorkeursalternatief beschreven. Paragraaf 5.3 vat de conclusies samen en geeft indien van toepassing aanbevelingen voor het vervolgtraject. Daarbij wordt waar mogelijk ook aangegeven of er nog extra maatregelen getroffen kunnen worden om effecten te voorkomen/beperken. In paragraaf 5.4 wordt beschreven of er nog relevante leemten in kennis zijn.

Om snel te kunnen zien op welke punten de effecten van het voorkeursalternatief afwijkt van de effecten van het basisalternatief, worden afwijkende effecten ten opzichte van het basisalternatief gemarkeerd weergegeven.

5.2 Effectbeoordeling

5.2.1 Beoordelingscriterium: inpassing energie-infrastructuur

Energiegebruik: het energiegebruik is een combinatie van gebouwgebonden energie, functioneel gebruik en mobiliteit. Dit geldt voor zowel de woningen als maatschappelijke functies en openbare ruimte. In Tabel 5.1 staat het energiegebruik uiteengezet. De woningen en voorzieningen worden gebouwd conform de BENG isolatie-eisen. Dit in tegenstelling tot passief bouwen, waarbij de nadruk ligt op het reduceren van de warmtevraag, terwijl in het plangebied de nadruk ligt op het reduceren van de koudevraag. Dat wordt verwezenlijkt door veel groen en blauw in het straatbeeld. Voor mobiliteit is gerekend met een parkeernorm van 1,01.

Tabel 5.1 | Energiegebruik voorkeursalternatief.

	kWh/jaar
Woningen	17.531.074
Voorzieningen	2.433.384
Elektrische mobiliteit	5.750.976
Openbare ruimte	485.588
Totaal	26.201.022

Opwek: Alle schuine daken in het gebied worden benut voor pv-panelen, dat is het geval bij 80% van de grondgebonden woningen. Daarnaast wordt 50% van de platte daken benut voor pv-panelen. Uitgangspunt hierbij is dat alle gestapelde woningen en de voorzieningen die niet in de plint zitten een plat dak hebben. De parkeerhubs en parkeerkoffers/hofjes worden voorzien van een solar carport. De daken worden optimaal benut voor pv-panelen, wat betekent dat woningen minimaal energieneutraal zijn en bijna Nul-op-de-Meter. Het plangebied is met deze uitgangspunten voor 85% zelfvoorzienend.

Tabel 5.2 | Energie opwek voorkeursalternatief.

	kWh/jaar
Pv-panelen op woningen	16.573.277
Pv-panelen op voorzieningen	1.415.934
Pv-panelen op parkeerhubs/solarparking	4.197.258
Totaal	22.186.469

Netaansluiting: In het gebied worden netbewuste maatregelen getroffen. Door middel van deze maatregelen is er netaansluiting nodig van 22,8 MW.

Samenvatting: De maatregelen van het VKA zijn meer gericht op netbewust bouwen dan energieneutraliteit. Dat betekent dat er flinke verbeteringen zijn gemaakt ten op zichten van het basisalternatief om pieken op het stroomnet te verkleinen. De netaansluiting is nu zelfs kleiner dan bij alternatief duurzame energie/circulariteit, wat erg positief is. Desondanks scoort het VKA negatief (-) op het criterium Inpassing energie-infrastructuur, omdat de realisatie van de Gnephoek nog steeds zorgt voor grotere pieken op het regionale netwerk en de ontwikkeling niet energieneutraal is.

Tabel 5.3 Beoordeling voorkeursalternatief.

Duurzaamheid	VKA
Inpassing energie-infrastructuur	-

5.2.2 Beoordelingscriterium: uitstoot broeikasgassen

Het VKA wekt voor 85% eigen elektriciteit op. De resterende hoeveelheid benodigde elektriciteit wordt aangevoerd vanuit het net. Hiervoor geldt de emissiefactor van de elektriciteitsmix in 2040. Daarnaast is in 2040 75% van de auto's elektrisch. De overige 25% gebruikt benzine en stoot daarmee CO₂ uit.

Tabel 5.4 | Uitstoot broeikasgassen in de gebruiksfase van het voorkeursalternatief.

	Hoeveelheid	Eenheid	CO ₂ emissiefactor [kg CO ₂ -eq/eenheid]	Uitstoot broeikasgassen [kg CO ₂ -eq]
Elektriciteitsmix 2040	4.104.248	kWh	0,117	469.703
Benzine gebruik	1.235.986	Liter	3,073	3.619.024
Totaal				4.088.727
Per woning				743

Uit Tabel 5.4 volgt dat de gemiddelde uitstoot van broeikasgassen in 2040 743 kg CO₂-eq per woning per jaar is. Dit ligt binnen 25% onder de beoogde uitstootruimte, waardoor het plangebied bijdraagt aan het behalen van de beoogde klimaatdoelen. Het VKA wordt beoordeeld met een 0/+.

Tabel 5.5 Beoordeling basisalternatief

Duurzaamheid	VKA
Uitstoot broeikasgassen	0/+

5.2.3 Beoordelingscriterium: circulariteit/grondstoffengebruik

Bouwrijp maken: de strategie voor bouwrijp maken is functie-gerelateerd ophogen, waarbij in het hoogstedelijk gebied integraal wordt opgehoogd. Van dorps naar landelijk wordt in toenemende mate partiele ophoging gebruikt. Dat vertaalt zich naar een gereduceerde milieu impact per vierkante meter ten opzichte van integraal ophogen. Voor natuur en de groene vingers wordt ophogen zoveel als mogelijk vermeden en het natuurgebied wordt zelfs circa 20-30 cm afgegraven. De gebouwen worden onderheid.

Tabel 5.6 | MKI en MCI waarden bouwrijp maken voorkeursalternatief.

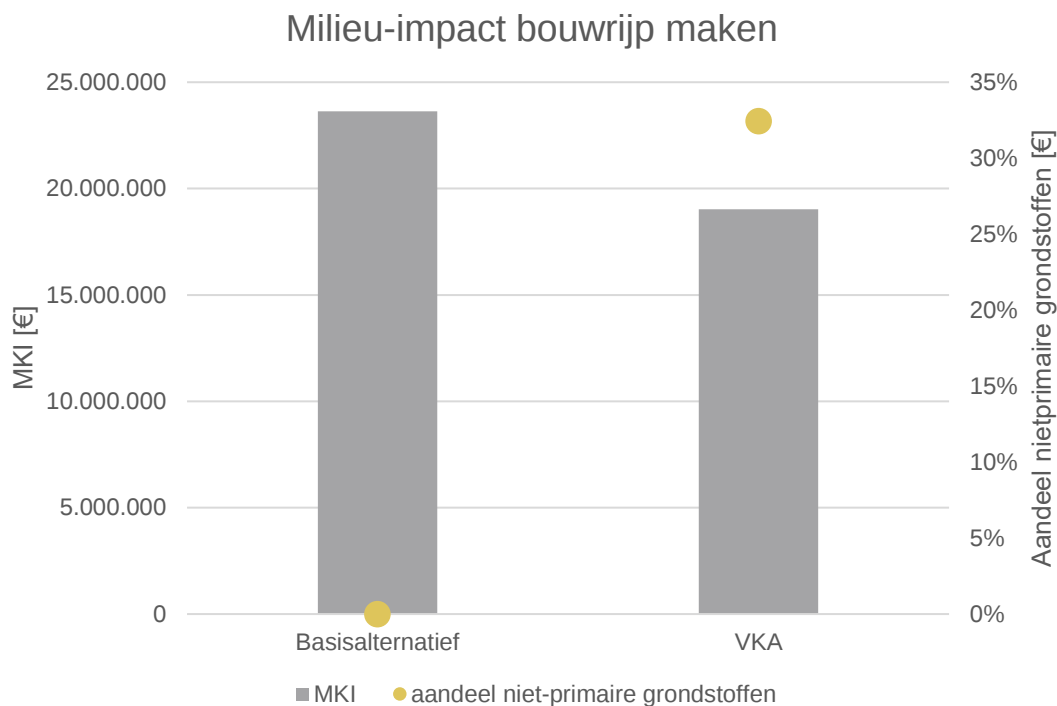
	Aandeel	Oppervlakte [m2]	Strategie bouwrijp maken	DuboCalc MKI/m2	MKI-waarde [€]	MCI [%]
Natuur	36%	600.000	Afgraven	-0,01	-6.000	0%
Openbare infra, bouwkavels en tuinen dorps/ landelijk	27%	800.000 ²⁰	Partieel ophogen	3,15	2.520.000	100%
Openbare infra en bouwkavels hoogstedelijk	11%	200.000 ²⁰	Integraal ophogen	5,00	1.000.000	0%
Bebouwing gestapeld en grondgebonden	9%	250.000 ²¹	Onderheien	62,07	15.517.500	0%
Totaal					19.031.500	32%

In Tabel 5.6 staat de MKI en MCI berekening uitgesplitst per bouwrijp strategie. In paragraaf 2.3.3. worden de definities van MKI en MCI beschreven. In totaliteit zorgt het bouwrijp maken in het VKA voor een milieu-impact van €19.031.500,- waarbij het aandeel niet-primaire grondstoffen 32% is. Dat komt omdat er grond vrijkomt bij het afgraven en deze een nieuwe bestemming krijgt, daardoor is er sprake van hoogwaardig hergebruik.

De beoordeling voor het bouwrijp maken is relatief ten opzichte van de andere alternatieven, omdat er geen prestatieniveaus zijn vanuit HNN. Figuur 5.1 vergelijkt de verschillende alternatieven. Het VKA scoort hier in vergelijking tot het basisalternatief beter op MKI, en beter op MCI. Daarom krijgt dit aspect een positieve beoordeling (+).

²⁰ Gebaseerd op gebiedsindeling Ruimtegebruikskaart Gnephoek(werkgroep ruimtelijke kwaliteit (d.d. 3 mei 2023), waarbij gebied 6a, 6b en 7 bij hoogstedelijk zijn opgeteld en gebied 1 t/m 5 bij dorps/landelijk. Afgerond op duizendtalen.

²¹ Gebaseerd op het totale dakoppervlak, zoals gebruikt in de energieberekening (245.621 m2).



Figuur 5.1 | Resultaat MKI-berekening voor het bouwrijp maken van het VKA vergeleken met het basisalternatief. De grijze staven zijn de resultaten van de MKI-berekening en horen bij de linker y-as. De gele stippen zijn de resultaten van de MCI-berekening en horen bij de rechter y-as.

Gebouwen: Dezelfde woningbouwconcepten als het alternatief duurzame energie/circulariteit zijn doorgerekend. Het basisalternatief is dan ook anders dan het VKA. Wel is het bouwprogramma aangepast. Zo zijn er minder gestapelde woningen en meer rijwoningen. Dit heeft een klein negatief effect op de doorberekening op MKI en MCI (deze stijgen daardoor), maar alsnog blijven de gestapelde en grondgebonden woningen binnen de prestatieniveaus van HNN. In Tabel 5.7 en Tabel 5.8 staan de resultaten per woningtype.

Tabel 5.7 | MKI en MCI waarden gestapelde gebouwen voorkeursalternatief.

Type gestapelde woningen		Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO	MCI
Sociaal	appartement	1100	77,92	0,498	13%
Middelduur	appartement	495	84,42	0,435	21%
Middelduur	appartement	330	97,40	0,584	21%
Duur	appartement	275	142,86	0,441	40%
Totaal		2200		0,49	21%

Tabel 5.8 | MKI en MCI waarden grondgebonden gebouwen voorkeursalternatief.

Type grondgebonden woningen		Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO	MCI
Sociaal	rijwoning	550	103,90	0,286	37%
Middelduur	rijwoning	55	103,90	0,489	35%
Middelduur	rijwoning + bijzondere woonvorm	770	103,90	0,399	34%
Duur	herenhuis	0	194,81	0,266	93%
Duur	2^1 kapwoning	550	194,81	0,455	6%

Type grondgebonden woningen	Aantal	m2 BVO (vormfactor 0,77)	MKI / m2 BVO	MCI
Duur vrijstaande woning	275	233,77	0,453	45%
Duur rijwoning	1100	162,34	0,438	62%
Totaal	3300		0,42	40%

Openbare ruimte: Bij de inrichting van de openbare ruimte gelden voor het VKA dezelfde uitgangspunten als het alternatief duurzame energie/ circulariteit.. Het doel is dat bij 50% van het materiaal gebruik gemaakt wordt van niet-primaire grondstoffen. Dit geeft een reductie op 50% van de MKI-waarde ten opzichte van het basisalternatief.

Tabel 5.9 | MKI en MCI waarden openbare ruimte voorkeursalternatief.

	Aandeel [%]	Oppervlakte [m2]	Strategie inrichting openbare ruimte	MKI-waarde [€]	MKI/m2/jaar	MCI
Gebieds- ontsluitingswegen	19%	397.684 ²²	Betonstraatsteen en aanleggen zandbed	2.127.609	0,11	50%

Uit Tabel 5.9 blijkt dat de MKI-waarden van straten binnen de prestatieniveau van HNN valt. De MCI-waarden komt net te kort, maar omdat dit een grovere inschatting is dan de MKI-waarde, is de MKI-waarde leidend in de beoordeling. Daarom scoren de wegen positief (+).

Kunstwerken: In het VKA dienen de kunstwerken te voldoen aan de prestatieniveaus van het HNN. Er zijn echter nog geen ontwerpkeuzes gemaakt op materiaalniveau. Daarom wordt uitgegaan van de standaardobjecten bibliotheek in DuboCalc, gemaakt door Rijkswaterstaat. De elementen uit de objectenbibliotheek zijn gemiddeld opgebouwd en geschikt om in projectfasen toe te passen waarin de exacte uitwerking nog niet bekend is.

De fietsbrug bestaat grotendeels uit staal, maar voor een deel ook uit beton voor de fundering. Staal bestaat voor ongeveer 80% uit secundair staal. Stel dit zou op basis van massapercentage ongeveer 50% van de brug zijn, dan is het aandeel niet-primair materiaal 40%.

Het aquaduct bestaat voor een groot deel uit beton en wapening. Van het beton wordt aangenomen dat het uit volledig primaire grondstoffen bestaat. Op basis van massa zit er ongeveer 1% wapeningsstaal per massa beton in. Dat betekent een gehalte van niet-primair materiaal van afgerond 1%.

Tabel 5.10 | MKI en MCI waarden kunstwerken voorkeursalternatief.

Kunstwerk	Uitgangspunten	MKI-waarde [€]	Oppervlakte kunstwerk [m2]	MKI/m2/jaar	MCI [%]
Fietsbrug staal	- 90 meter over water (beweegbaar)	218.719	2.250	1,94	40%
	- 360 meter boven grond				
	- 5 meter breed				
	- Levensduur van 50 jaar				
	- Diverse sjablonen huisstijl RWS				
Aquaduct	- 2 rijbanen + fiets-/voetpad	5.189.671	12.925	8,03	1%
	- Inclusief toe- en afrit				
	- Totaal 550 meter				
	- 23,5 meter breed				
	- Levensduur van 50 jaar				
	- Diverse sjablonen huisstijl RWS				

²² Zie Tabel 2.9.

Uit Tabel 5.10 blijkt dat de MKI-waarde van de fietsbrug en het aquaduct binnen de prestatieniveaus van HNN valt. De MCI-waarde van de fietsbrug is net 6% te laag, maar omdat dit een grovere inschatting is dan de MKI-waarde, is de MKI-waarde leidend in de beoordeling. Daarom scoort de fietsbrug een +. Het aquaduct scoort op MCI wel slechter dan de prestatieniveaus van HNN, daarom krijgt dit onderdeel een neutrale beoordeling (0).

Samenvatting: Bovenstaande beoordelingen zijn samengevat in Tabel 5.11. Omdat gemiddeld gezien de beoordeling positief is, scoort het VKA een positieve beoordeling (effectbeoordeling: +).

Tabel 5.11 | Samenvatting van de beoordeling per aspect op basis van de prestatieniveaus van HNN.

Aspect	Onderscheidende aspecten	Eenheid	MKI [€MKI/eenheid/jaar]	MCI [massa% niet-primair]	Beoordeling
Bouwrijp maken	Per alternatief verschillend	Totaal plangebied	Geen prestatieniveau beschikbaar, relatief aan elkaar beoordeeld.		+
Gebouwen	Woningbouw grondgebonden	m ² BVO	≤0,45	≥25%	+
	Woningbouw gestapeld	m ² BVO	≤0,50	≥20%	+
Openbare ruimte	Gebiedsontsluitingswegen	m ²	≤0,17	≥62%	+
Kunstwerken	Vaste bruggen	m ²	≤3,5	≥46%	+
	Tunnels	m ²	≤12	≥3%	0
Totaal beoordeling					+

Tabel 5.12 Beoordeling voorkeursalternatief.

Thema: duurzaamheid	VKA
Circulariteit/grondstoffengebruik	+

5.2.4 Beoordelingscriterium: toekomstbestendigheid

De toekomstbestendigheid draait om de mate waarin de kosten voor het toekomstig beheer en onderhoud worden beperkt (met name in relatie tot bodemdaling). In het VKA wordt rekening gehouden met de wijze van bouwrijp maken en de restzettingseis. De keuze voor de locatie van woningbouw houdt rekening met de zettingsgevoeligheid van de ondergrond, waarbij de minst zettingsgevoelige gebieden zijn geselecteerd voor woningbouw. De toelaatbare zetting is vastgesteld op 10 cm/30 jaar, wat betekent dat de infrastructuur en woningen een levensduur van ongeveer 60 jaar kunnen hebben. Hierdoor zijn de beheerkosten vergelijkbaar met een traditionele gebiedsontwikkeling. Dat leidt tot een neutrale beoordeling (effectbeoordeling: 0).

Tabel 5.13 Beoordeling voorkeursalternatief.

Duurzaamheid	VKA
Toekomstbestendigheid	0

5.3 Maatregelen en aanbevelingen

De strategie voor het bouwrijp maken in het VKA is geoptimaliseerd op basis van functie, wat terug is te zien in een lagere MKI-waarde. Aanvullend is het belangrijk dat de vrijkomende grond een hoogwaardige eindbestemming krijgt (in of buiten het gebied) en om de fundering van de woningen zo slank mogelijk uit te voeren. Transport via het water is vanwege de nabijheid van de Oude Rijn goed mogelijk. Dit is niet alleen van belang vanuit duurzaamheidsoogpunt, maar ook vanwege de impact op de omgeving. Een kuub zand per as (dus vervoerd over de weg) heeft bijvoorbeeld 3% meer milieuschade dan een kuub zand per schip. Als het zand vervolgens ook een secundaire oorsprong heeft – zoals uit andere projecten – dan scheelt dat 42% milieuschade.

Het is voor het stedenbouwkundig plan belangrijk om rekening te houden met minimaal 80% schuine daken voor grondgebonden woningen, anders is er het risico dat er minder energie opgewekt kan worden. Ook is voor het stedenbouwkundig plan belangrijk om ruimte te bieden aan biobased en industriële woningbouwconcepten, anders bestaat het risico dat duurzame concepten niet gebouwd worden met als gevolg dat de circulariteitsdoelen niet worden gehaald. Op dit moment is er besloten dat in het plangebied en voor het VKA windenergie niet is opgenomen. Uit de effectbeoordeling van de alternatieven blijkt dat windenergie een goede optie is voor energie opwek omdat de opwek uit wind meer evenredig door het jaar verdeeld is. Een aanbeveling is om de mogelijkheid voor windenergie elders in de gemeente mee te nemen in het project.

De netaansluiting is kleiner dan bij het alternatief duurzame energie/circulariteit. Desondanks zorgt de realisatie van Gnephoek nog steeds voor grote pieken. Deze kunnen afgevlakt worden door het flexibel inzetten van apparaten zoals laadpalen en warmtepompen of door gebruik van batterijen.

De solar parking – met name bij de parkeerhofjes – draagt voor een substantieel deel bij aan de opwek van elektriciteit in het gebied. Het is daarom van belang om in de verdere afwegingen over parkeervoorzieningen de opwekcapaciteit mee te wegen en daarbij kan de afweging gemaakt worden of het reduceren van parkeren leidt tot reductie in CO₂ uitstoot.

5.4 Leemten in kennis

De ambitie van het VKA is dat de Gnephoek voor een groot deel zelfvoorzienend is en het uitgangspunt is dat er maatregelen worden getroffen om zo netbewust mogelijk te bouwen. Dat wil niet zeggen dat de dag- en nacht verschillen en de seizoen verschillen tussen elektriciteit opwek en -verbruik opgelost zijn. Daarvoor is opslagcapaciteit nodig; de mate waarin dat wordt gerealiseerd is afhankelijk van de doelen die daaraan worden gesteld. Bijvoorbeeld het doel om het overschot aan elektriciteit dat overdag wordt opgewekt, 's avonds te benutten. In dat geval moet berekend worden hoeveel kWh er gemiddeld te veel wordt geproduceerd. Hiervoor zijn op dit moment nog geen doelen geformuleerd, waardoor dit niet in de effectbeoordeling meegenomen kon worden.

De beoordeling van de kunstwerken is gemaakt op basis van standaardprofielen met standaard materialen, omdat het ontwerptraject van de kunstwerken zich op een abstracter niveau bevindt. Om ruimte te bieden aan verschillende ontwerpen en afwegingen wordt hier in het MER-traject bewust geen keuze in gemaakt. Wel is het mogelijk om in een later proces materiaalloptimalisaties te maken die de MKI verlaagt en MCI verhoogt. Om de prestatieniveaus van HNN in te toekomst te behalen is voor het aquaduct een MKI reductie nodig van 16% en een verhoging van de MCI van 2%. Dit verschil is gedurende de ontwerp- en aanbestedingsfase goed te overbruggen.

6. Referenties

Woningconcept en hun prestaties, oktober 2024. Productie van Cirkelstad, Alba Concepts, Netwerk Conceptueel Bouwen, Building Balance, Marjet Rutten, Platform Prefab en Citydeal Circulair en Conceptueel Bouwen. Te downloaden via: [Lancering nieuwe woningconceptenbrochure 2024 - Cirkelstad](#)

Objectenbibliotheek DuboCalc, oktober 2021. Productie van Rijkswaterstaat. Te downloaden via: [Objectenbibliotheek in DuboCalc —](#)

Quickscan duurzaam energiesysteem Gnephoek, mei 2025. Onderzoek van Buro Loo. Offline beschikbaar.

A5 Bijlage W4 - Verkenning bouwrijp maken Gnephoek, Ten behoeve van het contourenplan Gnephoek te Alphen aan den Rijn. Onderzoek van Sweco. Te downloaden via: [Projectinformatie | Gnephoek](#)

Het Nieuwe Normaal, leidraad infra versie 1.1. Samenwerking onder leiding van Cirkelstad. Meer informatie te vinden op: [Het Nieuwe Normaal | Cirkelstad](#)

Blauwdruk voor een circulaire wijk, visiedocument circulariteit gebiedsontwikkeling Gnephoek, mei 2025. Productie van Sweco in samenwerking met bpd en AM. Offline beschikbaar.