

6. ENERGIE

Energieparagraaf MER

Rapportage

Energieparagraaf MER

Opdrachtgever
Witteveen + Bos, raadgevend ingenieurs
Postbus 233
7400 AE Deventer
contactpersoon: Drs. D.J.F. Bel
tel: 0570 - 69 79 11

Uitvoering
W/E adviseurs duurzaam bouwen
Postbus 733
2800 AS Gouda
tel: 0182 - 68 34 34
K. Bakker

W/E projectnummer 5334

Inleiding

Strandpoort is een nieuwbouwlocatie aan de oostkant van Almere. In een periode van ca. 15 jaar wordt hier een omvangrijk bouwprogramma gerealiseerd: ca. 12.000 woningen, kantoren, voorzieningen, een sport- en leisurecentrum en bedrijven. De gemeente Almere heeft aan bureau Witteveen en Bos opdracht gegeven voor het opstellen van een Milieueffectrapport voor de locatie. W/E adviseurs duurzaam bouwen heeft in deze studie de energieaspecten uitgewerkt.

Energie

Het gebruik van deze gebouwen en voorzieningen gaat gepaard met het gebruik van energie. Er wordt verwarmd en/of gekoeld, er wordt warm tapwater gebruikt, de gebouwen worden verlicht en er wordt allerlei apparatuur gebruikt. Het energiegebruik strekt zich over een zeer lange periode uit en heeft daardoor een grote impact op het milieu. Er wordt een aanslag gedaan op de voorraad fossiele brandstoffen, het gebruik gaat gepaard met de uitstoot van broeikasgassen (CO₂) en verzurende emissies. Een doordachte en efficiënte energievoorziening beperkt de belasting.

Een groot aantal keuzen die nu worden gemaakt is van invloed op de milieueffecten. Energiezuinig bouwen beperkt de vraag en heeft een direct effect. Hetzelfde geldt voor de inzet van energie uit duurzame bronnen en voor het gebruik van efficiënte technologie. Daarnaast zijn keuzen die nu worden gemaakt van invloed op het inpassen van nieuwe technologie in de toekomst. Er zijn legio mogelijkheden om de milieubelasting te beperken. Gedacht kan worden aan maatregelen op gebouwniveau en aan maatregelen in de ruimtelijke en fysieke infrastructuur.

Een typering van varianten waarin is gezocht naar maatregelen die samenhangen cq elkaar versterken maakt het mogelijk een vergelijking te maken en effecten te vergelijken. De vergelijking vindt dan plaats aan de hand van een autonome variant (referentie). Dit is een variant waarbij de locatie worden ontwikkeld zonder extra inspanning t.a.v. de energievoorziening, maar waarbij wel aan de wettelijk eisen t.a.v. energiezuinigheid wordt voldaan.

Referentie

De energiekwaliteit van de alternatieven wordt afgezet tegen een referentie. In deze rapportage wordt gebruikgemaakt van de 'referentie 2000'. In deze situatie is de energieprestatie-eis voor de woningbouw (bouwbesluit) aangescherpt tot een waarde van 1,0. Gebruik van deze referentie maakt het mogelijk het effect van de extra inspanning zichtbaar te maken.

Naast de vergelijking met de 'referentie 2000' wordt aangegeven in hoeverre de milieudoelstellingen van de gemeente Almere worden gerealiseerd. De doelstellingen zijn omschreven in de nota 'Duurzame Woonmilieus' van de gemeente Almere (dec. 1997). De doelstellingen zijn gerelateerd aan normen die van kracht waren in 1990, waarbij geen extra inspanning t.a.v. de energievoorziening zou worden geleverd. Resultaat zou dan zijn: een wijk volgens het Standaardalternatief, met een aardgas- en elektriciteitsnet. De woningen hebben een individuele cv-installatie en een EP-niveau van 1,57.

Voor utiliteitsbouwfuncties gelden verschillende energieprestatie-eisen. De eis in het Bouwbesluit is afhankelijk van de functie. Voor kantoorfuncties geldt vanaf 1995 een EP-eis van 1,9. Over mogelijke aanscherping van deze eis bestaat vooralsnog geen duidelijkheid.

Voor andere functies - met name de sport- en leisurefuncties - is een referentie veel moeilijker te geven. Voor een aantal onderdelen is geen energieprestatienorm van kracht, kengetallen ontbreken bij de veelal nieuwe typen van gebouwen. Deze functies zijn buiten de berekeningen van de energiekwaliteit gelaten. Er wordt een kwalitatieve beschrijving gegeven.

Milieueffectrapportage

Voor de Milieueffectrapportage zijn drie hoofdvarianten beschreven en doorgerekend op energiekwaliteit. De varianten zijn afgestemd op de volgende elementen:

- *Energiebeleid*
De ontwikkeling van energiebeleid vindt plaats op landelijk en op lokaal niveau.
- *De ruimtelijke alternatieven*
De ruimtelijke alternatieven worden beschreven in de startnotitie Milieueffectrapportage Strandpoort als *standaard*, *progressief* en *ambitieuw*.
- *De ambities*
De startnotitie geeft ook een aanzet voor de ambities die worden nagestreefd bij de ruimtelijke alternatieven.
- *De ontwikkelingsstrategie*
Gebruik wordt gemaakt van bestaande inzichten omtrent de efficiëntie van energie-infrastructuren.

Toetsingskader

De varianten worden in deze rapportage vergeleken op energiekwaliteit en duurzaamheid.

Energiekwaliteit

De energiekwaliteit komt voort uit het toekomstige energiegebruik op de gehele locatie. Milieubelastende factoren zijn het gebruik van fossiele (eindige) brandstoffen en de emissies die ontstaan bij omzetting (conversie) van deze brandstoffen. Indicatief voor de milieubelasting is het totaalgebruik aan fossiele brandstoffen uitgedrukt in primaire energie, en de omvang van de emissies (CO₂, zuren) die worden veroorzaakt door dit gebruik. De conversietechniek is van invloed op de emissies: waar en op welke wijze wordt de fossiele brandstof omgezet in warmte. Berekeningen geven inzicht in de omvang van de milieubelasting en zijn hulpmiddel om mogelijkheden te vergelijken. De bijlage geeft een uitgebreidere beschouwing over het begrip energiekwaliteit.

Toetsingskader :

- primair energiegebruik
- emissies van CO₂

Duurzaamheid

De energievoorziening moet nu én in de toekomst de milieubelasting zoveel mogelijk minimaliseren. Te verwachten toekomstige technologie moet kunnen worden ingepast. Flexibiliteit van de voorziening is daarmee een belangrijk aspect van duurzaamheid.

Toetsingskader:

- flexibiliteit in ontwikkeling en besluitvorming
- mogelijkheden voor inpassing toekomstige technologie

2 Variantontwikkeling

De startnotitie MER Strandpoort bevat drie *ruimtelijke* varianten voor de locatie Strandpoort. De varianten verschillen ondermeer in de ruimtelijke opzet, in de bebouwingsdichtheden en in de differentiatie naar woningtype. Het 'progressieve' en het 'ambitieuze' alternatief beogen hogere kwaliteitsniveaus dan het 'standaard' alternatief. In de startnotitie is een aanzet gegeven voor de beschrijving van het kwaliteitsniveau voor de energievoorziening.

De beschreven kwaliteitsniveaus vormen het uitgangspunt voor de uitwerking van de *energievarianten*. Vooraf moet gesteld worden dat bij elke ruimtelijke variant verschillende energievvarianten mogelijk zijn. Uitgewerkt zijn de varianten zoals aangeduid in de startnotitie.

In de uitwerking wordt ingegaan op de energiekwaliteit van de varianten. De bijlage geeft een definiëring van het begrip *energiekwaliteit*. De inleiding geeft de aanknopingspunten voor de ontwikkeling van de energievvarianten: energiebeleid, de ruimtelijke alternatieven, de ambities en de ontwikkelingsstrategie. Deze elementen worden hier nader toegelicht.

2.1. Energiebeleid

Nationaal energiebeleid

Het kader voor het nationale milieubeleid is vastgelegd in het Nationaal Milieubeleidsplan 3 (ministerie van VROM). Een specificering van het energiebeleid is uitgewerkt in de derde Energienota (ministerie van EZ) en de vervolgnota Klimaatverandering. De implicaties van de afspraken van de conferentie van Kyoto worden op dit moment nader uitgewerkt. Voorals zijn de aan te houden beleidsdoelstellingen:

De derde energienota uit 1993 geeft de volgende doelstellingen:

- 33% efficiëntie-verbetering in 25 jaar
- 10 % duurzame energie in 2020 (in 1996 is dat 1%)
- grootschalige introductie van zonneboilers (400.000 in 2010)
- CO2-emissies stabiliseren

Met de invoering van de energieprestatienorm (1995) heeft de rijksoverheid een instrument voor sturing op energie-efficiëntie van de woning- en utiliteitsbouw.

Recent is de methode Energieprestatie op locatie gepubliceerd. Hiermee wordt de kwaliteit van de gehele energievoorziening van een locatie in beeld gebracht. De kwaliteit wordt uitgedrukt in een getal met 10 als hoogst mogelijke waarde. Deze methode kan worden ingezet door de lokale overheden om ambities te formuleren en prestaties te monitoren cq te beoordelen. Het is vooralsnog niet duidelijk of dit instrument een plaats kan krijgen in de landelijke of lokale wet- en regelgeving.

Beleid gemeente Almere

Duurzaam Bouwen is een van de taken die de gemeente op zich heeft genomen binnen de VOGM-regeling. De uitvoering van die taken heeft ondermeer geleid tot het milieubeleidsplan gemeenten Almere en Zeewolde - 1996 - 2000. In dit plan wordt voor de bouw een verbetering van de energie-efficiëntie van 17 % geformuleerd (referentie 1990), te realiseren in het jaar 2000. Als vervolg hierop is in de nota Duurzame Woonmilieus het thema energie als een van de speerpunten opgenomen. Het beleid is vertaald in concrete ambities voor de locatie Strandpoort (zie beschrijving 2.3: ambities).

2.2 Ruimtelijke alternatieven

Voor de ontwikkeling van de energievarianten is de drie-stappen-strategie toegepast. Er is gewerkt vanuit de kenmerken van de locatie en de ruimtelijke varianten. Daarbij is aansluiting gezocht bij de ambities die zijn geformuleerd in de startnotitie Milieueffectrapportage Strandpoort (Gemeente Almere, november 1997). De ruimtelijke kenmerken zijn eveneens beschreven in de startnotitie.

Specifieke kenmerken die onderscheidend zijn voor de ruimtelijke varianten:

- *Standaard variant:* Structurering van de locatie door een groenzone, spoorlijn en waterlopen, waardoor grote bebouwde gebieden ontstaan. Dichtheid 20 tot 50 woningen per ha.
- *Progressieve variant* Sterkere structurering van de locatie. Water en eilandstructuur aan noordkant met lage dichtheid. Middendeel met de hogere dichtheid (35 - 50 woningen per ha). Concentratie van hoogwaardige bedrijven en sport- en leisurecentrum.

- *Ambitieuze variant* Structurering is verder doorgezet met accent op water. Centrumgebied met hogere dichtheid (65 woningen per ha). Eilanden met zeer lage dichtheid (15 woningen per ha).

2.3 Ambities (energie)

De gemeente Almere heeft forse ambities geformuleerd voor de energievoorziening van Strandpoort. Voor de energiezuinigheid van de gebouwen zijn aan te houden EP-niveaus geformuleerd. Daarnaast zijn ambities voor de inzet van duurzame energie benoemd. De ambities worden onderbouwd door voorbeelden van in te zetten maatregelen cq technologie. Het gaat om de volgende ambities:

- Energiezuinige bouw met in de eerste plaats maatregelen voor beperking van de energievraag. De ambitie wordt uitgedrukt in EP-niveaus tussen 0,7 en 0,8.
- Zongericht verkavelen en bouwen. De gemeentelijke ambitie is het realiseren van een verkaveling met 70% tot 80 % zuidverkaveling.
- Inzet van duurzame energie: 10 tot 40 % gebruik van energie uit duurzame bronnen.
- Efficiënte technologie: maximaal gebruik van efficiënte technologie die zowel technisch als economisch kan worden toegepast.

Noot:

Van belang is de nabijheid van een grootschalig warmtedistributienet in de nabijgelegen woonwijk en een warmte/krachteenheid. Het ligt voor de hand gebruik te maken van bestaande capaciteit.

2.4 De ontwikkelingsstrategie

De energievarianten geven inzicht in het gebouwgebonden energiegebruik. Dit energiegebruik kan worden beïnvloed door maatregelen cq keuzen in de gehele energieketen. Belangrijke elementen daarin zijn:

- de aan te spreken energiebronnen
- de conversie- en distributietechnieken
- de energiebesparende maatregelen.

Bij de ontwikkeling van de varianten is de drie-stappen-strategie aangehouden. Deze strategie wordt veel gebruikt om te komen tot efficiënte oplossingen. Kern van de strategie is dat de vraag naar energie zoveel mogelijk wordt beperkt (1) en dat de behoefte zoveel wordt gedekt door energie uit duurzame bronnen (2). De benodigde energie uit fossiele brandstoffen wordt vervolgens zo efficiënt mogelijk gebruikt (stap 3). Bij de energievarianten worden de stappen als volgt omschreven:

1 Reduceer de vraag op gebouwniveau

Dit wordt gezien als eerste stap voor elke variant. Aanscherping van het EP-niveau is hiervoor een ideaal instrument.

2 Inzet van duurzame bronnen

Duurzame bronnen dragen bij aan de beperking van CO₂-uitstoot én aan beperking van het gebruik van fossiele brandstoffen.

3 Efficiënte technologie

Efficiënte technologie kan worden ingezet op alle plaatsen in de energieketen. Het gaat om nu reeds beschikbare technologie of om toekomstige mogelijkheden. Warmtelevering bijvoorbeeld kan nu al worden ingezet om een substantiële bijdrage te leveren aan de CO₂-reductie.

3 **Energievarianten Strandpoort**

Beschreven worden drie energievarianten: *Zon in beeld*, *Combineren* en *Maatwerk*. Een variant wordt opgevat als oplossingsrichting. Gegeven worden dragende maatregelen voor de verschillende functies. Er wordt een doorkijk gegeven naar de inrichting van de energievoorziening. Hiermee wordt het mogelijk kwaliteit en milieueffecten te benoemen cq te berekenen.

Zon in beeld

Deze variant is toegesneden op het 'standaard' alternatief. Aangehouden is de ruimtelijke opzet en bouwprogramma van dit alternatief. De energievoorziening is gebaseerd op aardgaslevering met individuele installaties voor conversie. Bij elk object wordt maximaal gebruikgemaakt van zonne-energie. Efficiëntie wordt bereikt door vraagbeperking (stap 1), door benutting van zonne-energie op gebouwniveau (stap 2) en door efficiënte individuele installaties (stap 3).

De energievariant 'Zon in beeld' heeft een aardgas- en elektriciteitsnet. Elk object (woning en utiliteitsgebouw) heeft een eigen installatie voor ruimte- en tapwaterverwarming, waarbij veel gebruik wordt gemaakt van zonne-energie. Een groot deel van de gebouwen is op het zuiden geïoriënteerd. Gebouwen worden ontworpen op benutting van zoninstraling en er worden op grote schaal zonnecollectoren en PV-panelen toegepast. Benutting van zonne-energie wordt ingezet om een EP-niveau te realiseren van maximaal 0,85 (woningbouw).

Motivering

'Zon in beeld' is een alternatief dat is gebaseerd op de veel toegepaste aardgasvoorziening. Met een zongerichte verkaveling en reeds beschikbare technieken voor benutting van zonne-energie wordt de energiekwaliteit verbeterd. Op termijn kunnen verbeterde en nieuwe technieken worden toegepast. Er wordt gewerkt met individuele oplossingen. Dit levert een grote flexibiliteit op. De gewenste prestaties vormen onderhandelingspunt met de realisatoren (projectontwikkelaars). Deze variant heeft ruimtelijke en architectonische consequenties. De variant kan met reguliere technieken worden uitgewerkt.

Bij de ontwikkeling van de varianten is de drie-stappen-strategie aangehouden. Deze strategie wordt veel gebruikt om te komen tot efficiënte oplossingen. Kern van de strategie is dat de vraag naar energie zoveel mogelijk wordt beperkt (1) en dat de behoefte zoveel wordt gedekt door energie uit duurzame bronnen (2). De benodigde energie uit fossiele brandstoffen wordt vervolgens zo efficiënt mogelijk gebruikt (stap 3).

De toegepaste ontwikkelingsstrategie (zie ook 2.4).

Typering Zon in Beeld

In de typering wordt aangegeven wat de dragende maatregelen zijn waarmee de energie-infrastructuur wordt gerealiseerd. Onderscheid wordt gemaakt in de verschillende segmenten (woonfuncties, hoogwaardige bedrijven, logistiek en gemengde functies en industrie). Kleine stedelijke bedrijven zijn ondergebracht bij de woonfuncties (vergelijkbare energievraag). De berekeningen van de effecten richten zich op de gebouwgebonden functies. Logistieke, bedrijfs- en industriële functies zijn buiten de berekening van de effecten gelaten. Beschouwingen over het energiegebruik van deze functies zijn zeer specifiek en zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke bedrijfsprocessen.

Woningbouw / kleine stedelijke bedrijven

Een energiezuinige woning met een individuele installatie (HR), collectoren en PV-panelen staat borg voor een laag EP-niveau. Dragende maatregelen zijn:

- Aardgas en elektriciteitsnet
- Individuele installaties voor conversie
HR-ketel, in de toekomst mogelijk warmtepomp, micro-warmte/kracht of brandstofcel
- Zongerichte verkaveling

De verkaveling is zodanig dat 70 % van de woningen een oriëntatie heeft op de zon: van $\pm 20^\circ$ t.o.v zuid.

- EP-niveau gemiddeld 0,85
Een laag EP-niveau wordt gerealiseerd met individuele maatregelen voor benutting van zonne-energie: PZE-principes met toepassing van collectoren bij 70 % van de woningen. Het gemiddelde niveau is ook te realiseren door een geleidelijke aanscherping van 1,0 naar 0,7.
- Aanvullend: PV-panelen bij 10% van de woningen, en de mogelijkheid dit aantal op te voeren (reserveren).

Kantoren, hoogwaardige bedrijven en voorzieningen

De hoogwaardige utiliteitsbouwfuncties worden zeer energiezuinig gerealiseerd met individuele installaties. De individuele oplossingen laten zich combineren met de toepassing van collectoren en PV. Het bouwbesluit anno 1998 geeft EP-niveaus die afhankelijk zijn van de functie. Gerealiseerd worden niveaus die ca. 40% lager zijn. Dragende maatregelen zijn:

- Aardgas en elektriciteitsnet
- Individuele installaties voor conversie
HR-ketel, in de toekomst mogelijk warmtepomp, micro-warmte/kracht of brandstofcel
- Aanscherping EP-niveau met 40%
EP-niveau kantoorfuncties maximaal 1,2
- Zonne-energie

Gemengde- en logistieke bedrijven, industrie

De segmenten met gemengde en logistieke bedrijven krijgen dezelfde infrastructuur. Maatregelen op gebouwniveau (kantoorfuncties) worden ingezet om het EP-niveau te reduceren tot 40% onder de referentie (Bouwbesluit 1998).

Voor de industriële en logistieke functies wordt een gelijke infrastructuur voorzien. Vooralsnog wordt een energie-extensieve invulling aangenomen en worden deze functies niet in de berekeningen opgenomen.

Sport en Leisure

De sport- en leisurfuncties worden gerealiseerd met oplossingen op complexniveau. Voor deze categorie gebouwen bestaat geen energieprestatienorm. Prestaties zijn niet aan te sturen met algemene prestatie-eisen. De energiekwaliteit van elk complex wordt in de ontwerpfase geoptimaliseerd en verantwoord. Dragende maatregelen zijn:

- Aardgas en elektriciteitsnet
- Individuele installaties voor conversie
De sport- en leisuurevoorzieningen worden opgevat als individuele objecten, bij elk object wordt een eigen energieconcept ontwikkeld.
- Zonne-energie
Collectorvelden en PV-installaties worden ingezet voor tapwaterverwarming en elektriciteitsproductie.

Stadion: een inspirerend voorbeeld voor het stadion vormt de energievoorziening van het Gelredome in Arnhem. In dit stadion wordt gebruikgemaakt van zonne-energie. Collectoren dragen bij aan warm water voor de douche en er is een PV-centrale van 320 m². Een combinatie van een grote warmtepomp en opslag van warmte cq koude in de bodem zorgt voor koeling van het stadion in de zomer en verwarming van het veld in de winter.

Ruimtelijke aanwijzingen

De variant stelt hoge eisen aan het stedenbouwkundig ontwerp (hoog percentage zuid-verkaveling en onbelemmerde zontoetreding). De toepassing op grote schaal van collectoren en PV-panelen is een gegeven dat in de architectuur moet worden verwerkt.

Zongericht verkavelen

Een zongerichte verkaveling biedt een gunstige randvoorwaarde voor het benutten van de zon. De zon kan op passieve- en op actieve wijze worden benut.

passief

De woning wordt verwarmd door zoninstraling door glasvlakken. Glasvlakken op het zuiden met een afwijking van 20° benutten de zoninstraling optimaal. Een woning profiteert optimaal bij een a-symmetrische glasverdeling, met 70 % van het totaal glasoppervlak op het zuiden met maximaal de gestelde afwijking. Het effect van zoninstraling telt mee bij de bepaling van de EP-waarde van een gebouw.

actief

Thermisch: een collector zet zonlicht om in warmte. De warmte wordt benut voor ruimteverwarming en / of tapwaterverwarming (zonneboiler). De collector is minder oriëntatie-gevoelig dan de passieve toepassing. De optimale hellingshoek is 35 °, de oriëntatie ligt tussen +/- 45° t.o.v zuid voor zonneverwarming en +/- 60 ° voor de zonneboiler. Het effect van de collector wordt verwerkt in de EP-berekening.

Elektrisch (PV): panelen met zonnecellen zetten zonlicht om in elektriciteit. Een converter zorgt voor omzetting van de gelijkspanning in wisselspanning waardoor aansluiting op het landelijk elektriciteitsnet mogelijk wordt. Zonnecellen functioneren optimaal bij een hellingshoek van 36 ° en een oriëntatie tussen +/- 45° t.o.v zuid. Op termijn wordt woninggebonden PV verwerkt in de EP-berekening.

Versterking van de variant Zon in Beeld

Aanvullend op de dragende maatregelen kan de variant Zon in beeld op verschillende manieren worden versterkt. Om effecten in beeld te brengen zijn de volgende maatregelen verwerkt:

- Het aantal woningen dat wordt voorzien van PV-panelen wordt opgehoogd van 10% naar 70 %.
- Er vindt productie plaats van duurzame elektriciteit vanuit een windmolenpark met 20 grote windmolens.
- Er wordt een PV-centrale gerealiseerd met 10.000 m² PV-panelen.

Combineren van technieken

Deze variant is toegesneden op de ambities van de 'progressieve' variant. Aangehouden is de ruimtelijke opzet en bouwprogramma van dit alternatief. Rekening is gehouden met de verschillende dichtheden van bebouwing. Ca. 75 % van de woningbouw wordt gerealiseerd in hoge dichtheid (≥ 30 woningen per ha), het overige deel in een lagere dichtheid.

Naast de vraagbeperking (stap 1) wordt beperkt gebruikgemaakt van duurzame bronnen (zon en groene stroom). Efficiënte installaties zijn voorzien op collectief én individueel niveau.

Grootschalige elektriciteits- en warmteproductie biedt de basis voor de energie-efficiëntie.

Dragers van deze energievoorziening vormen een grootschalig warmtedistributienet. Hiermee is een hoge energiekwaliteit mogelijk. Dit net wordt toegepast in de plandelen met een dichtheid van meer dan 30 woningen per ha, en in plandelen met kantoren, multifunctionele voorzieningen en het sport- en leisurecentrum. Warmte wordt geproduceerd vanuit een centrale eenheid waarin warmte- en elektriciteit wordt geproduceerd (STEG). Het net kan worden gekoppeld aan het bestaande warmtedistributienet van Almere.

De hoge energiekwaliteit van warmtelevering wordt niet gehaald in plandelen met een lage dichtheid. De distributieverliezen zijn dan te hoog.

De woningbouw met de lage en zeer lage dichtheid wordt voorzien van individuele 'all-electric' installaties (warmtepomp).

Motivering

De ontwikkeling van deze variant wordt gemotiveerd vanuit de volgende overwegingen:

- Warmtelevering vanuit een STEG-eenheid is een zeer efficiënte vorm van energielevering voor plandelen met een hoge dichtheid van bebouwing.
- Voor plandelen met een zeer lage dichtheid wordt de efficiëntie van warmtelevering minder (meer distributieverlies). Voor deze delen is de elektrische warmtepomp een interessante optie: gebruik wordt gemaakt van omgevingswarmte, elektriciteit wordt op termijn steeds effectiever geproduceerd.
- Voor plandelen waarin veel waterlopen zijn geprojecteerd kan de aanleg van een warmtedistributienet complicaties geven (technisch, financieel).
- De combinatie van elektriciteitsproductie (STEG) en elektriciteitsvraag (warmtepomp) werkt stabiliserend op de totale input aan elektriciteit op de locatie. Dit wordt gezien als bijdrage aan de efficiëntie van de elektriciteitsvoorziening.

Bij de ontwikkeling van de varianten is de drie-stappen-strategie aangehouden. Deze strategie wordt veel gebruikt om te komen tot efficiënte oplossingen. Kern van de strategie is dat de vraag naar energie zoveel mogelijk wordt beperkt (1) en dat de behoefte zoveel mogelijk wordt gedekt door energie uit duurzame bronnen (2). De benodigde energie uit fossiele brandstoffen wordt vervolgens zo efficiënt mogelijk gebruikt (stap 3).

De toegepaste ontwikkelingsstrategie (zie ook 2.4).

Met de variant Combineren wordt in één keer richting gegeven aan een efficiënte energievoorziening. Opgemerkt moet worden dat een vergaande vraagbeperking van invloed is op het warmteverlies door transport (het verlies neemt relatief toe) en op het exploitatieperspectief.

Typering Combineren

In de typering wordt aangegeven wat de dragende maatregelen zijn waarmee de energie-infrastructuur wordt gerealiseerd. Onderscheid wordt gemaakt in de verschillende segmenten

(woonfuncties, hoogwaardige bedrijven, logistieke en gemengde functies en industrie). Kleine stedelijke bedrijven zijn ondergebracht bij de woonfuncties (vergelijkbare energievraag). De berekeningen van de effecten richten zich op de gebouwgebonden functies. Logistieke, bedrijfs- en industriële functies zijn buiten de berekening van de effecten gelaten. Beschouwingen over het energiegebruik van deze functies zijn zeer specifiek en zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke bedrijfsprocessen.

Woningbouw 1 (hoge dichtheid, ca. 75% van de woningbouw)

Energiezuinig bouwen (beperking van de vraag) en warmtelevering vanuit een efficiënte warmte/kracht-centrale (STEG) staan borg voor een hoge mate van energie-efficiëntie. Dragende maatregelen zijn:

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Collectieve installatie voor conversie: STEG
Een grootschalige productie-eenheid wordt ook ingezet voor de hoogwaardige utiliteitsbouw en de sport- en leisurevoorzieningen. Een groot vermogen levert de meest gunstige prestatie.
- EP-niveau 0,75
Warmtelevering draagt bij aan het realiseren van een laag EP-niveau.

Zongericht bouwen

Bij de variant Warmtelevering wordt minder nadruk gelegd op een strikte zuid-verkaveling. De beoogde kwaliteit wordt gerealiseerd door het EP-niveau (maatgevend voor energievraag) en de collectieve warmte/elektriciteitsproductie. Een hoog percentage zuidverkaveling (70%) is wel een gemeentelijk beleidsuitgangspunt. Een zuidgerichte oriëntatie heeft een kostenverlagend effect én wordt gezien als een vaste waarde voor de toekomst. Zie ook bijlage 'Zongericht bouwen'.

Het toepassen van collectoren ligt bij grootschalige warmtelevering niet voor de hand. Toepassing van PV is mogelijk met ruimere afwijkingen t.o.v. zuid.

Woningbouw 2 (lage dichtheid, ca. 25% van de woningbouw)

Zeer zuinige woningen worden tevens voorzien van collectoren en PV-panelen. Voor ruimte- en tapwaterverwarming wordt elke woning van een elektrische warmtepomp voorzien. Warmte wordt onttrokken aan de bodem, bijvoorbeeld uit watergedragen lagen in de bodem. De maatregelen maken een laag EP-niveau mogelijk. Dragende zijn:

- Elektriciteitsnet
- Individuele installatie voor conversie: elektrische warmtepomp
- Zongerichte verkaveling
De verkaveling is zodanig dat 70 % van de woningen een oriëntatie heeft op de zon: van $\pm 20^\circ$ t.o.v. zuid.
- EP-niveau 0,75
De toepassing van de PZE-principes, de warmtepomp en collectoren voor tapwaterverwarming dragen bij aan een laag EP-niveau.

Kantoren, hoogwaardige bedrijven en voorzieningen

De hoogwaardige functies maken gebruik van het aan te leggen warmtedistributienet. In combinatie met de sport- en leisurfuncties wordt tevens voorzien in de vraag naar koude. De hoogwaardige functies worden gerealiseerd met EP-niveaus die ca. 40 % lager zijn dan nu voorgeschreven (Bouwbesluit 1998).

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Koudelevering
- Collectieve installatie voor conversie: STEG

Alle energie-intensieve functies worden geconcentreerd en gegroepeerd op de behoefte aan warmte cq koude. Warmte- en koudelevering wordt gecombineerd met termijnsopslag in de bodem.

- Aanscherping EP-niveau met 40%
EP-niveau kantoorfuncties maximaal 1,2.

Gemengde en logistieke bedrijven

De segmenten met gemengde en logistieke bedrijven krijgen aardgasvoorziening. Maatregelen op gebouwniveau (kantoorfuncties) worden ingezet om het EP-niveau te reduceren tot 40% onder de referentie (Bouwbesluit 1998).

Voor de industriële en logistieke functies wordt zoveel mogelijk gebruikgemaakt van het aan te leggen warmtenet en naar behoefte een koudenet. De situering van de segmenten en een procedure voor de toewijzing van de bedrijfsterreinen kunnen een effectieve clustering van bedrijven mogelijk maken.

Sport en leisure

De sport- en leisurfuncties worden eveneens aangesloten op het warmtenet en naar behoefte op het koudenet. Uitwisseling van warmte en koude maakt kans bij een aantal functies (bijvoorbeeld zwembad - healthness - ski-piramide - kunstijsbaan).

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Koudelevering
- Collectieve installatie voor conversie: STEG

Ruimtelijke aanwijzingen

Warmteverlies in het transport- en distributienet wordt mede bepaald door leidinglengten en daarmee door de dichtheid van bebouwing. Verhoging van de compactheid en een efficiënte situering van objecten en bouwblokken is van belang.

De aanleg van een warmtedistributienet kan in conflict raken met de aanleg van waterlopen. Een kruising van een transportleiding met een waterloop kan op technische problemen stuiten en tot kostenverhoging leiden. Het progressieve alternatief voorziet in waterlopen aan de noordkant van de locatie. In de uitwerking kan hiermee rekening worden gehouden: hoge dichtheid - warmtelevering - beperking van kruisingen. En lage dichtheid - all-electric - veel waterlopen.

Voor koudelevering geldt ook de redenering t.a.v leidinglengten en energieverlies. Een groepering van gebouwen met een intensieve energievraag is gunstig voor de kwaliteit.

Voor het plandeel woningbouw 2 (lage dichtheid) gelden de aanwijzingen voor zongericht

bouwen zoals uitgewerkt in de variant Zon in Beeld.

Combineren 2

Als alternatief bij de variant Combineren kan er voor worden gekozen het segment 'woningbouw 2' te ontwikkelen op basis van een aardgasvoorziening, bijvoorbeeld zoals beschreven in de variant Zon in Beeld. Deze optie is vooralsnog goedkoper te realiseren. In deze combinatie verdwijnt het beschreven voordeel van gelijktijdige productie en afname van elektriciteit. In de beschrijving van de effecten is deze subvariant aangegeven als 'Combineren 2'.

Versterking van de variant Combineren

De variant Combineren biedt de mogelijkheid om op termijn aardwarmte in te zetten. Onder aardwarmte wordt verstaan warmte uit zeer diepe aardlagen (2000 tot 3000 meter diep) en een temperatuur van ca. 80°.

In de beschouwing van de effecten is een variant meegenomen waarbij 50 % van de warmtevraag wordt gedekt door aardwarmte.

Maatwerk

Deze variant is toegesneden op de 'ambitieuze' ruimtelijke variant. Aangehouden is de ruimtelijke opzet en bouwprogramma van dit alternatief. Deze variant kenmerkt zich door grotere contrasten in de bebouwingsdichtheden en in de waterstructuur. Voor de ontwikkeling van de energievoorziening is rekening gehouden met de verschillende dichtheden van bebouwing: de helft van de woningbouw wordt uitgevoerd in een hoge dichtheid (40-60 woningen per ha), een kwart met een gemiddelde dichtheid (30-40 woningen per ha) en eveneens een kwart met een lage dichtheid (15-30 woningen per ha).

De energievoorziening in deze variant is gebaseerd op drie distributiestructuren. De structuur voor de plandelen met de hoge dichtheden is evenals in variant 2 gebaseerd op grootschalige warmtelevering (STEG). De grootschalige voorziening bereikt echter een kleiner deel van de woningbouw.

Voor een deel van de woningbouw met gemiddelde dichtheid worden bloksystemen toegepast. Op blokniveau (compacte blokken) wordt collectief warmte geproduceerd met mini-warmte/kracht of warmtepompen.

De woningbouw met de lage en zeer lage dichtheid wordt voorzien van individuele 'all-electric' installaties (warmtepomp).

Het ontwikkelen van de verschillende structuren in deze variant heeft een positief effect op de energie-efficiëntie. Belangrijk aspect is het afstemmen van de productie van en vraag naar elektriciteit.

De vraagreductie (stap 1) wordt verder doorgezet en vertaald in een laag EP-niveau van 0,70. Een zongerichte verkaveling maakt passieve benutting van zonne-energie mogelijk. Deze mogelijkheid wordt vooral uitgebuit bij de 'bloksystemen' en het 'all electric' deel. Hier worden ook individuele collectoren toegepast (stap 2). Daarnaast wordt gebruikgemaakt van efficiënte technologie op wijk-, blok- en individueel niveau (stap 3). De inzet van duurzame energie wordt opgevoerd als versterking van de variant. (zie 'versterking van de variant'). Het leveren van maatwerk creëert de nodige flexibiliteit om nieuwe technologie in te zetten.

De toegepaste ontwikkelingsstrategie (zie ook 2.4).

Motivering

De variant Maatwerk is een meer flexibele uitwerking van de variant Combineren. Voor een groot deel spelen dezelfde overwegingen (zie Combineren).

De flexibiliteit wordt geprojecteerd op een deel van het woningbouwprogramma dat wordt gerealiseerd met een gemiddelde dichtheid van bebouwing en waar kleinschalige bloksystemen worden toegepast. Deze systemen zijn te ontwikkelen voor zeer energiezuinige bouw waarmee zelfs een neutrale energiebalans tot de mogelijkheden behoort (energiegebruik weegt op tegen de opbrengst van bijvoorbeeld PV-panelen). Hiermee wordt de mogelijkheid opengelaten voor bouwen met verdergaande energieprestaties. In de kleinschalige systemen is ruimte voor ontwikkeling, experiment en nieuwe conversietechnologie (mini-warmte/kracht en warmtepompcombinaties, waterstoftechnologie/brandstofcel).

Woningbouw 1 (hoge dichtheid, ca. 50 % van de woningbouw)

Energiezuinig bouwen (beperking van de vraag) en warmtelevering vanuit een efficiënte warmte/kracht-centrale (STEG) staan borg voor een laag EP-niveau. Dragende maatregelen zijn:

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Collectieve installatie voor conversie: STEG
Een grootschalige productie-eenheid wordt ook ingezet voor de hoogwaardige utiliteitsbouw en de sport- en leisurevoorzieningen. Een groot vermogen levert de meest gunstige prestatie.
- EP-niveau 0,70
Warmtelevering draagt bij aan het realiseren van een laag EP-niveau.

Zongericht bouwen

Zongericht bouwen staat voorop bij de plandelen met 'bloksystemen' en het 'all electric' deel. In deze delen wordt zowel actief als passief gebruikgemaakt van de zon. Het gemeentelijk beleid t.a.v. zongericht bouwen wordt hier gerealiseerd.

Bij de grootschalige warmtelevering wordt minder nadruk gelegd op een strikte zuid-verkaveling. De beoogde energiekwaliteit wordt gerealiseerd door het EP-niveau (maatgevend voor energievraag) en de collectieve warmte/elektriciteitsproductie. Een zuid-gerichte oriëntatie heeft een kostenverlagend effect én wordt gezien als een vaste waarde voor de toekomst. Zie ook bijlage 'Zongericht bouwen'.

Het toepassen van collectoren ligt bij grootschalige warmtelevering niet voor de hand, toepassing van PV is mogelijk met ruimere afwijkingen t.o.v. zuid.

Woningbouw 2 (hoge dichtheid, ca. 30 % van de woningbouw)

Bloksystemen: zeer zuinige woningbouw wordt met een compact warmtenet en kleinschalige conversietechniek gerealiseerd. In deze opzet passen de toepassing van collectoren en PV-panelen. Er zijn lage EP-niveaus mogelijk.

- Verzameling compacte warmtenetten (bloksysteem) en elektriciteitsnet
- Collectieve conversie op blokniveau
- Zongerichte verkaveling
De verkaveling is zodanig dat 70 % van de woningen een oriëntatie heeft op de zon: van $\pm 20^\circ$ t.o.v. zuid.
- EP-niveau 0,70
De toepassing van de PZE-principes, de warmtepomp en collectoren voor tapwaterverwarming dragen bij aan een laag EP-niveau.

Woningbouw 3 (lage dichtheid, ca. 20 % van de woningbouw)

Zeer zuinige woningen worden tevens voorzien van collectoren en PV-panelen. Voor ruimte- en tapwaterverwarming wordt elke woning van een elektrische warmtepomp voorzien. Warmte wordt onttrokken aan de bodem, bijvoorbeeld uit watergedragen lagen in de bodem. De maatregelen maken een laag EP-niveau mogelijk. Dragere zijn:

- Elektriciteitsnet
- Individuele installatie voor conversie: elektrische warmtepomp

- Zongerichte verkaveling
De verkaveling is zodanig dat 70 % van de woningen een oriëntatie heeft op de zon: van ± 20° t.o.v. zuid.
- EP-niveau 0,70
De toepassing van de PZE-principes, de warmtepomp en collectoren voor tapwaterverwarming dragen bij aan een laag EP-niveau.

Noot: De typering van de variant Maatwerk voor de overige functies komt overeen met die van de variant Combineren

Kantoren, hoogwaardige bedrijven en voorzieningen

De hoogwaardige functies maken gebruik van het aan te leggen warmtedistributienet. In combinatie met de sport- en leisurfuncties wordt tevens voorzien in de vraag naar koude. De hoogwaardige functies worden gerealiseerd met EP-niveaus die ca. 40 % lager zijn dan nu voorgeschreven (Bouwbesluit 1998).

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Koudelevering
- Collectieve installatie voor conversie: STEG

Alle energie-intensieve functies worden geconcentreerd en gegroepeerd op de behoefte aan warmte cq koude. Warmte- en koudelevering wordt gecombineerd met termijnsopslag in de bodem.

- Aanscherping EP-niveau met 40%
EP-niveau kantoorfuncties maximaal 1,2.

Gemengde bedrijven

De segmenten met gemengde bedrijven krijgen aardgasvoorziening. Maatregelen op gebouwniveau (kantoorfuncties) worden ingezet om het EP-niveau te reduceren tot 40% onder de referentie (Bouwbesluit 1998).

Voor de industriële functies wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het aan te leggen warmtenet en naar behoefte een koudenet. De situering van de segmenten en een procedure voor de toewijzing van de bedrijfsterreinen kunnen een effectieve clustering van bedrijven mogelijk maken.

(In deze variant is geen segment opgenomen met logistieke functies).

Sport en leisure

De sport- en leisurfuncties worden eveneens aangesloten op het warmtenet en naar behoefte op

het koudenet. Uitwisseling van warmte en koude maakt kans bij een aantal functies (bijvoorbeeld zwembad - healthness - ski-piramide - kunstijsbaan).

- Warmte- en elektriciteitsnet
- Koudelevering
- Collectieve installatie voor conversie: STEG

Ruimtelijke aanwijzingen

Voor de plandelen woningbouw 1, de hoogwaardige bedrijven en de sport- en leisurfuncties gelden de aanwijzingen zoals uitgewerkt in variant 2.

Voor het plandeel woningbouw 2 wordt de energievoorziening opgebouwd uit compacte bloksystemen. Voor deze ontwikkeling zijn compacte eenheden van belang.

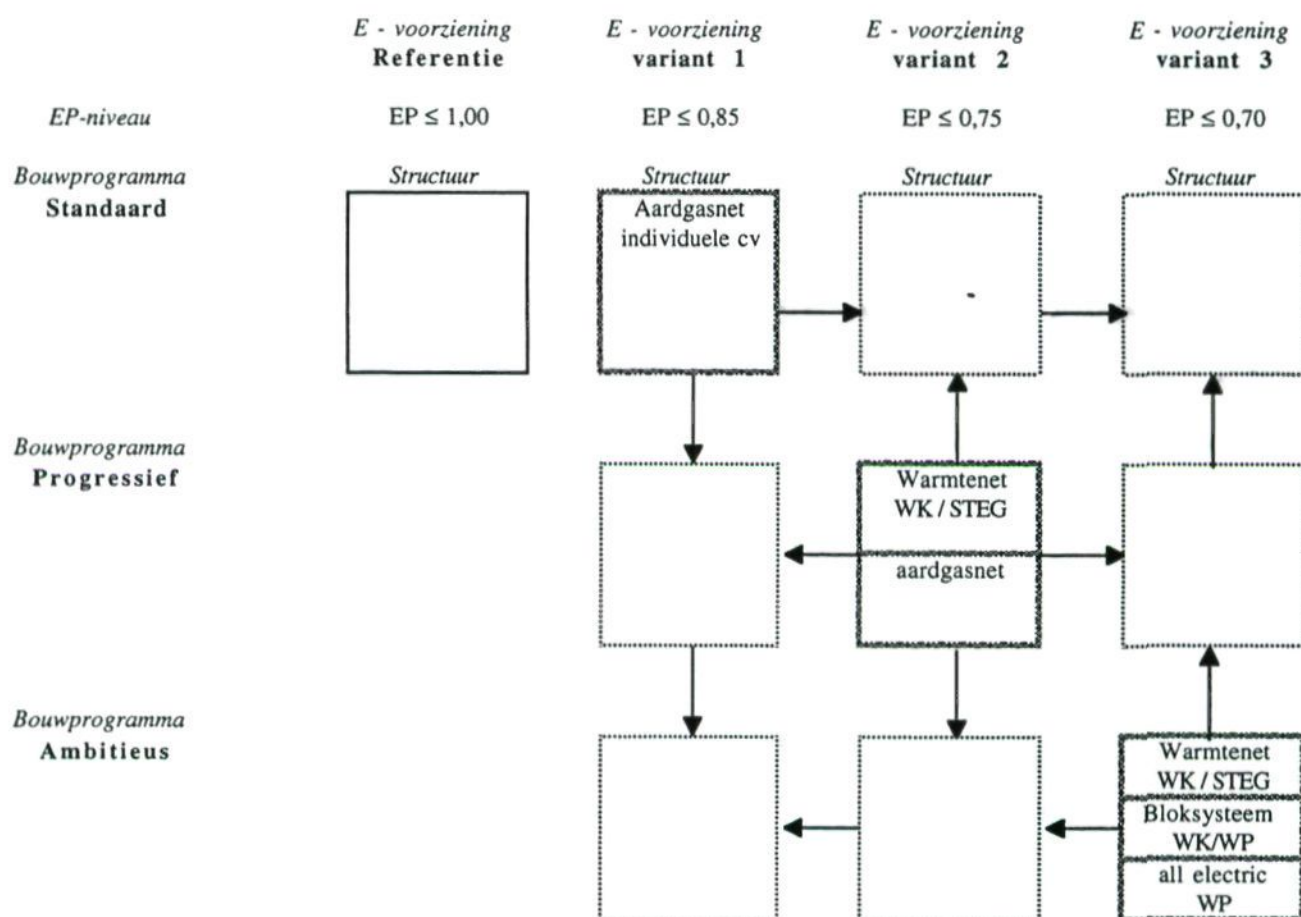
Voor het plandeel woningbouw 3 (lage dichtheid) gelden de aanwijzingen voor zongericht bouwen zoals uitgewerkt in de variant Zon in Beeld.

Versterking van de variant Maatwerk

Aanvullend op de dragende maatregelen wordt de variant Maatwerk versterkt door het opvoeren van het aandeel energie uit duurzame bronnen. Om effecten in beeld te brengen zijn de volgende maatregelen verwerkt:

- Het aantal woningen dat wordt voorzien van PV-panelen wordt opgehoogd van 10% naar 70 %.
- Gerealiseerd wordt een collectorveld bij de sport- en leisurfuncties
- Gerealiseerd wordt een PV-centrale van ca. 10.000 m² PV-panelen
- Er vindt productie plaats van biogas uit een installatie die het GFT-afval van de locatie verwerkt.

Overzicht energievarianten



De energievarianten zijn toegespitst op de ruimtelijke varianten zoals omschreven in de startnotitie Milieueffectrapportage Strandpoort. Elke energievariant kan echter op elke ruimtelijke variant worden toegepast.

4 Milieu-effecten

Niveau 2000

Bouwen volgens de standaard vanaf 2000 betekend een aanzienlijke verbetering t.o.v. de gegeven referentie (Nota Woonmilieus, standaard anno 1995). De verbetering wordt gerealiseerd door de introductie en aanscherping van de Energieprestatie-eis. In 1995, vóór de introductie van deze eis in het Bouwbesluit, lag het EP-niveau op 1,57. Verwacht wordt dat het EP-niveau vanaf 2000 op 1,0 zal zijn gesteld. Dit leidt tot een reductie van het primair energiegebruik en de CO₂-uitstoot van ca. 40 %.

Standaard: Zon in Beeld

Woningbouw en hoogwaardige utiliteitsbouwfuncties

De standaardvariant met de energievoorziening 'Zon in beeld' (zie beschrijving varianten) is goed voor een verdere reductie van het primair energiegebruik en CO₂-uitstoot. Ten opzichte van het niveau 2000 wordt een reductie gerealiseerd van ca. 12 %. Deze prestatie wordt gerealiseerd met maatregelen op objectniveau. De te nemen maatregelen zijn zodanig dat een EP-niveau van 0,85 (woningbouw) wordt gerealiseerd. De ruimtelijke opzet van de locatie is zodanig dat hiervoor technieken voor benutting van zonne-energie kunnen worden ingezet.

Sport- en leisurefuncties

Voor het bepalen van de energiekwaliteit van de sport- en leisurefuncties zijn geen kengetallen voorhanden en is geen referentieniveau te bepalen. De effecten kunnen niet in absolute of relatieve zin worden weergegeven. De energiekwaliteit van elk project zal moeten worden aangetoond en er zal verantwoording nodig zijn om aan te sluiten bij de beoogde locatiekwaliteit.

Aanscherping energiekwaliteit

De energiekwaliteit van deze variant is direct of op termijn verder aan te scherpen door additionele maatregelen. Een voor de hand liggende mogelijkheid is ondermeer het opvoeren van het areaal aan oppervlak PV-panelen. Daarnaast kan de productie van duurzame energie worden gekoppeld aan de ontwikkeling van de locatie. Dit kan vorm krijgen door de ontwikkeling van een windmolenpark of het realiseren van een biogasinstallatie.

Als derde mogelijkheid kan worden ingezet op de afname van de zogenaamde 'groene stroom'. Hieronder wordt verstaan elektriciteit die is geproduceerd zonder inzet van fossiele brandstoffen. Voor gegarandeerde afname kan een overeenkomst worden gesloten met de energiesector.

Bijgaand overzicht geeft de verbetering van de prestaties t.o.v. niveau 2000 bij deze opties:

	<i>reductie CO₂</i>
Verhoging areaal PV: bij 70 % van de woningen 4 m ² paneel	+6 %
Windenergiepark (20 windmolens)	+ 3 %
PV-centrale 10.000 m ² PV-paneel	+ 3 %

Duurzaamheid

Toekomstwaarde en nieuwe technologie

Belangrijke elementen die van invloed zijn op de toekomstwaarde zijn de zongerichte verkaveling, de aan te leggen infrastructuur van gas en elektriciteit en de keuze voor individuele conversietechnologie. De zongerichte verkaveling geeft - zeker bij de keuze voor individuele conversietechnieken - op lange termijn de mogelijkheid voor benutting van de zon.

De individuele conversietechniek betekent dat de nu gebruikelijke HR-verwarmingsketel op termijn vervangen kan worden door bv. een micro-warmte/krachtinstallatie of een gasgestookte warmtepomp.

Progressief: combineren van technieken

Woningbouw en hoogwaardige utiliteitsbouwfuncties

De progressieve variant met de energievoorziening 'Combineren van technieken' (zie beschrijving varianten) is goed voor een reductie van het primair energiegebruik en CO₂-uitstoot in de orde van 30 % t.o.v. het niveau 2000. Deze prestatie wordt gerealiseerd met specifieke maatregelen in de infrastructuur en met vraagbeperkende maatregelen op objectniveau. Gecombineerd wordt een collectief systeem voor levering van warmte en een 'all electric' systeem. Er wordt een EP-niveau van 0,8 gerealiseerd.

Transport en distributie

Het warmtedistributienet is noodzakelijk om collectieve warmtelevering mogelijk te maken, maar draagt zelf niet bij aan de energie-efficiëntie. Of sterker: in het net treedt verlies van warmte op. Bij warmtelevering van buiten de locatie zijn de leidingverliezen groot omdat sprake is van een transportleiding náár de locatie en een distributienet op de locatie zelf. Een efficiënte ordening van de bebouwing beperkt de noodzakelijke lengte van de transportleidingen en heeft daarmee een gunstig effect op het warmteverlies. Lage distributietemperaturen dragen eveneens bij aan beperking van het warmteverlies.

Sport- en leisurfuncties

Voor het bepalen van de energiekwaliteit van de sport- en leisurfuncties zijn geen kengetallen voorhanden en is geen referentieniveau te bepalen. De effecten kunnen niet in absolute of relatieve zin worden weergegeven. Efficiënte warmte- en koudelevering vormen een gunstig uitgangspunt voor een hoge energiekwaliteit. De energiekwaliteit van elk project zal moeten worden aangetoond en er zal verantwoording nodig zijn om aan te sluiten bij de beoogde locatiekwaliteit.

Aanscherping energiekwaliteit

De energiekwaliteit van deze variant is - evenals bij de standaard variant - te verbeteren door het opvoeren van het PV-oppervlak of door een windenergiepark. De verbetering van deze opties komt overeen met de tabel bij de variant 'Zon in beeld'.

Toekomstwaarde en nieuwe technologie

Belangrijke elementen voor de toekomstwaarde vormen het collectieve warmtedistributienet en de grootschalige conversie (STEG-eenheid) dat ca. 70 % van de bebouwing van warmte voorzien. Een belangrijk aspect van de STEG-eenheid is de mogelijkheid om de uitstoot van CO₂ af te vangen en - bijvoorbeeld d.m.v. opslag - te voorkomen dat de geproduceerde CO₂ in de atmosfeer komt. Deze technologie wordt al toegepast bij STEG-eenheden t.b.v. de levering van CO₂ aan de glastuinbouw. Verwacht wordt dat dergelijke maatregelen in de toekomst noodzakelijk zijn.

De meest interessante optie bij een dergelijke infrastructuur is in de toekomst de benutting van aardwarmte (geothermische energie). Aardwarmte met een hoge temperatuur (ca. 80°) komt voor in de diepere aardlagen (3000 m). Ontsluiting van warmte op deze diepte is vooralsnog te duur en kent te grote exploitatierisico's. Als richtlijn kan worden aangehouden dat voor ontsluiting

van aardwarmte minimaal ca. 6000 woningen noodzakelijk zijn. Berekeningen laten zien dat bij ontsluiting van aardwarmte waarbij 50 % van de warmtebehoefte wordt gedekt een verdere reductie kan worden gerealiseerd van primair energiegebruik en CO2-uitstoot van ca. 20%.

Flexibiliteit in ontwikkeling en besluitvorming

De energievoorziening Combineren is het minst flexibel in ontwikkeling en besluitvorming. Besluitvorming over de energie-infrastructuur moet hebben plaatsgevonden bij de start van de bouw. De beschreven prestaties worden geleverd bij inzet van één grote STEG-eenheid. In de beginfase van de ontwikkeling van de locatie zal worden gewerkt met minder efficiënte tijdelijke hulpvoorzieningen. Afwijkingen van het aantal aansluitingen of van het besluit de STEG te realiseren gaan ten koste van de energieprestaties.

Combineren 2

Als alternatief bij de variant Combineren kan er voor worden gekozen het segment 'woningbouw 2' te ontwikkelen op basis van een aardgasvoorziening, bijvoorbeeld zoals beschreven in de variant 'Zon in Beeld'. Deze optie is vooralsnog goedkoper te realiseren. In deze combinatie verdwijnt het beschreven voordeel van gelijktijdige productie en afname van elektriciteit. In de beschrijving van de effecten is deze subvariant aangegeven als 'Combineren 2'.

Ambitieuze: Maatwerk

Energiekwaliteit

De ambitieuze variant met een energievoorziening die wordt opgebouwd als Maatwerk levert in eerste instantie een wat mindere prestatie dan de progressieve variant. Bij een gemiddeld iets scherper EP-niveau van 0,7 realiseert deze variant een reductie van ca. 25 % op primair energiegebruik en CO₂-uitstoot. De prestatie is iets minder omdat de kleinschalige warmte/krachteenheden voor de blokken (zie beschrijving) minder efficiënt zijn dan de STEG-eenheid. Dit wordt deels gecompenseerd door minder transportverlies.

Sport- en leisurefuncties

Voor het bepalen van de energiekwaliteit van de sport- en leisurefuncties zijn geen kengetallen voorhanden en is geen referentieniveau te bepalen. De effecten kunnen niet in absolute of relatieve zin worden weergegeven. Efficiënte warmte- en koudelevering vormen een gunstig uitgangspunt voor een hoge energiekwaliteit. De energiekwaliteit van elk project zal moeten worden aangetoond en er zal verantwoording nodig zijn om aan te sluiten bij de beoogde locatiekwaliteit.

Aanscherping energiekwaliteit

De energiekwaliteit van deze variant is - evenals bij de standaard variant - te verbeteren door het opvoeren van het PV-oppervlak of door een windenergiepark. De verbetering van deze opties komt overeen met de tabel bij de variant 'Zon in beeld'.

Daarnaast kan de inzet van biogas (duurzame energie) bijdragen aan de energiekwaliteit. Een biogasinstallatie vraagt veel aanvoer van hout (uit bijvoorbeeld een productiebos) of GFT-afval. Berekeningen op basis van kengetallen laten zien dat vergisting van het GFT-afval van de woningen op de locatie (12.000 woningen) een reductie oplevert van ca. 1%.

Duurzaamheid

De keuze voor Maatwerk met de ontwikkeling van bloksystemen geeft deze variant een bijzonder grote flexibiliteit. De bloksystemen bieden volop kansen om steeds opnieuw, en met de dan beschikbare technologie, te komen tot betere prestaties. Voor conversie komen zowel warmte/krachteenheden, warmtepompen als (op termijn) brandstofcellen in aanmerking. Studies laten zien dat door combinatie van warmte/krachteenheden en elektrische warmtepompen zeer efficiënte oplossingen mogelijk zijn.

Experiment

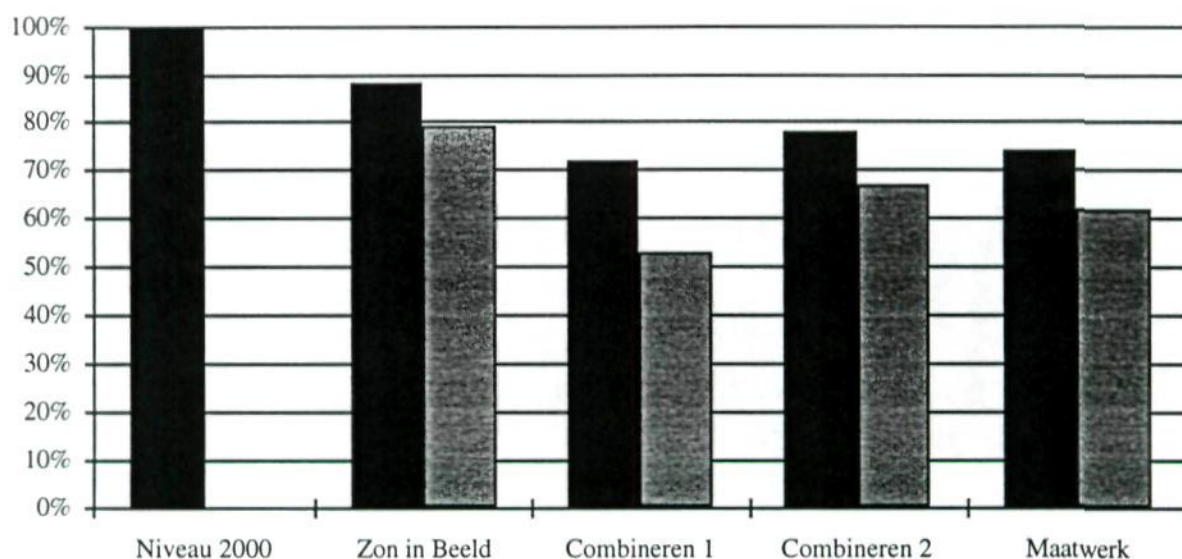
Interessant aspect van deze variant is de mogelijkheid om verdergaande experimenten in delen van de locatie uit te voeren. Met name de delen met bloksystemen nodigen daartoe uit.

Daarnaast biedt de te ontwikkelen infrastructuur - deels kleinschalige warmtedistributienetten - de kans tot doorkoppeling waarbij exploitatie van aardwarmte tot de mogelijkheden blijft behoren.

Flexibiliteit in ontwikkeling en besluitvorming

De variant Maatwerk is vooral flexibel bij de realisering van de bloksystemen. Hiermee wordt de mogelijkheid geboden om te komen tot betere prestaties. De flexibiliteit vraagt echter een directe sturing om de vereiste prestaties te realiseren.

Overzicht prestaties



Toelichting:

De grafiek geeft de reductie van de uitstoot van CO₂ t.o.v. het 'Niveau 2000'. De zwarte kolom geeft de prestatie van de voorziening zoals beschreven bij de ruimtelijke alternatieven. De grijze kolom geeft bij elke variant een verbetering door inzet van additionele maatregelen. Het gaat daarbij om:

<i>Variant</i>	<i>Additionele maatregelen, duurzame energie</i>
Zon in beeld:	Meer PV: Aantal woningen met PV-panelen van 10% naar 70% PV-centrale 10.000 m ² Windmolenpark (20 windmolens)
Combineren 1	Meer PV: Aantal woningen met PV-panelen van 10% naar 70% Duurzame energie: 50% aardwarmte
Combineren 2	Meer PV: Aantal woningen met PV-panelen van 10% naar 70% Windmolenpark (20 windmolens) 10.000 m ² PV-centrale
Maatwerk	Meer PV: Aantal woningen met PV-panelen van 10% naar 70% Biogas PV-centrale 10.000 m ²

5 Ontwikkeling MMA - energie

Opmerkingen vooraf:

- De varianten in de energievoorziening zijn niet onlosmakelijk verbonden met de ruimtelijke alternatieven. Er zijn meerdere combinaties mogelijk, waarbij ook onderdelen kunnen worden uitgewisseld. Zie ook deel 1, beschrijving van de alternatieven - variantontwikkeling.
- De vorm van energielevering is van invloed op het EP-niveau. Een woning met warmtelevering heeft een lager (beter) EP-niveau dan een woning met aardgas en een HR-combiketel. Dit gegeven is van belang bij sturing op EP-niveau.
- Het MMA is gebaseerd op prestaties die voor deze locatie (grootschalig bouwprogramma) mogelijk zijn met op grote schaal in te zetten technologie. De opgave wordt niet opgevat als experiment waarin de meest vergaande optie (CO₂-neutraal) mogelijk is.
- De ontwikkeling en beschrijving van het MMA vindt plaats aan de hand van de drie-stappen-strategie. Zie ook deel 1.

MMA - energie

5.1 Stap 1: vraagbeperking

De energievraag van de bebouwing wordt bepaald door het aan te houden EP-niveau. Het ministerie van VROM heeft aangekondigd om - na evaluatie - de EP-eis voor de woningbouw in 2000 aan te scherpen van 1,2 tot 1,0. Voor de utiliteitsbouw is een dergelijke uitspraak niet gedaan. Met de nu reeds beschikbare technieken zijn lagere niveaus mogelijk, zowel in de woning- als in de utiliteitsbouw. Het op grote schaal realiseren van een laag EP-niveau vraagt een behoorlijke inspanning van verschillende partijen, afhankelijk van de keuze van de infrastructuur. Verwacht mag worden dat EP-niveaus van 0,8 (woningbouw met aardgasvoorziening) en 0,7 (woningbouw met warmtelevering) haalbare opties zijn. Voor kantoren (utiliteitsbouwfunctie) is een EP-niveau van 1,2 haalbaar. Het MMA is gebaseerd op deze niveaus.

5.2 Stap 2, inzet duurzame energie

Passief gebruik zonne-energie

Zonnestraling (PZE) is de meest goedkope vorm van gebruik van duurzame energie. Een zongerichte verkaveling maakt optimale benutting mogelijk. Het gemeentelijk beleid is gericht op het realiseren van een verkaveling waarbij 70 % van de woningen op het zuiden (+/- 20°) is georiënteerd. Hiermee wordt voor de korte en lange termijn een gunstige randvoorwaarde gecreëerd voor passieve benutting van zonne-energie. Lage EP-niveaus zijn dan tegen minder kosten te realiseren.

Afwijkingen van dit percentage hebben bij een vastgesteld EP-niveau een kostenverhogend effect maar geen invloed op het primair energiegebruik en de uitstoot van CO₂.

Gebruik restwarmte

De inzet van warmte uit een warmte/krachteenheid is een vorm van benutting van restwarmte. De berekeningen laten zien dat een STEG-eenheid met een warmtedistributienet leidt tot de meest gunstige prestaties t.a.v. het totaal primair energiegebruik en de uitstoot van CO₂. Het warmtenet biedt op termijn kansen voor ontsluiting van aardwarmte. De STEG is het meest effectief bij een groot afzetgebied (woningen, voorzieningen, sport en leisure) en bij concentratie van bebouwing.

Het MMA is gebaseerd op warmtelevering vanuit een STEG-eenheid voor de woningbouw met gemiddelde en hoge dichtheid (dichtheid boven 30 woningen per ha) en voor de voorzieningen, de hoogwaardige bedrijven (kantoren) en voor de sport- en leisurefuncties.

De locatie biedt met het hoogwaardige bedrijventerrein cq sport- en leisurefuncties ruimte aan de bouw van een STEG-eenheid op de locatie zelf. Het thema energie kan hiermee herkenbaar / zichtbaar worden gemaakt.

Bij gebruik van warmte is een warmtedistributienet noodzakelijk. Een relatief lage distributietemperatuur (bv. 70° - 40°) heeft een positief effect op transportverlies van warmte.

PV - netgekoppeld

Panelen met zonnecellen maken omzetting mogelijk van zonne-energie in elektriciteit. Koppeling van panelen en converter-techniek (voor omzetting gelijkstroom naar wisselstroom) maakt koppeling met het net mogelijk. De huidige generatie zonnecellen die op panelen worden verwerkt zetten ca. 15 % van het opvallende licht om in elektriciteit. Daarvan gaat weer een deel verloren in de converter. Op dit moment is de toepassing niet rendabel. De algemene verwachting is dat het rendement omhoog gaat en de prijs zal dalen. Het MMA voorziet in een beperkt areaal aan PV (10% van de woningen) en biedt de mogelijkheid voor uitbreiding van dat areaal.

De daken van de bebouwing worden gereserveerd voor plaatsing van zonnepanelen. In ontwikkeling zijn panelen die tevens dakbedekking vormen. Een flexibele ondergrond maakt wellicht verwerking in dakpannen mogelijk. De oriëntatie van de bebouwing hoeft geen probleem te vormen. Platte daken zijn per definitie geschikt, voor schuine daken zijn oriëntaties +/- 45° t.o.v het zuiden geschikt.

De utiliteitsbouw en de sport- en leisurfuncties geven de mogelijkheid voor grotere PV-velden of PV-centrales. Met name kan worden gedacht aan de stadionfuncties, met als voorbeeld het Gelredome in Arnhem.

Collectoren

Collectoren zorgen voor thermische omzetting van zonlicht in warmte. Het MMA voorziet niet in de toepassing van individuele collectoren bij de grootschalige warmtelevering vanuit de STEG-eenheid. De collectoren worden wel toegepast in de 'all electric' delen (zie omgevingswarmte). Deze toepassing is verwerkt in de EP-waarde die in het MMA wordt aangehouden.

Daarnaast kunnen collectoren collectief worden toegepast bij de bloksystemen en bij de sport- en leisurfunctie.

Windenergie

De randen van het IJsselmeer zijn geschikt voor windmolens. In samenhang met de ontwikkeling van Strandpoort kan een windmolenpark worden ontwikkeld, waarbij de geproduceerde stroom wordt toegekend aan de locatie. Berekeningen laten zien dat een windmolenpark van 20 grote windmolens het beslag op het primair energiegebruik met ca. 3 % kan reduceren.

Groene stroom

Het gebruik van groene stroom op een locatie berust op een overeenkomst met de energiesector. Kern van de overeenkomst is dat - tegen een geringe meerprijs - het energiebedrijf garandeert dat een deel van de elektriciteit op duurzame wijze wordt geproduceerd. Een dergelijke overeenkomst biedt de energiesector de mogelijkheid te investeren in duurzame productie, bv. een windmolenpark. Maar ook andere vormen zijn mogelijk.

Bij berekening van het effect van groene stroom mag uiteraard geen dubbelrekening plaatsvinden (bijvoorbeeld PV of windenergie).

Omgevingswarmte

Een warmtepomp is in staat omgevingswarmte om te zetten in bruikbare warmte voor objecten. De warmte kan worden onttrokken aan water, de bodem (ook grondwater) en lucht. Deze technologie staat volop in de belangstelling; er worden praktijkproeven uitgevoerd en studies verricht.

De technologie is interessant omdat er zeer veel mogelijkheden zijn. Individuele toepassing vraagt betrekkelijk weinig infrastructuur. In studie zijn systemen waarbij naast een elektriciteitsnet een waterleidingnet met lage temperatuur zorgt voor de aanvoer van bodemwarmte (uit ondiepe waterlagen in de bodem). Dergelijke systemen zijn met name geschikt voor bebouwing in lage dichtheden.

Gebruik van omgevingswarmte met elektrische warmtepompen is interessant, naast (of in combinatie met) warmtekracht. Sterk punt is het gelijktijdig produceren én afnemen van elektriciteit.

In het MMA wordt gebruik gemaakt van warmtepompen voor de energievoorziening van de woningbouw met lage dichtheid (15 tot 30 woningen per ha).

Biomassa

De locatie biedt de mogelijkheid voor productie van biogas. De groenvoorzieningen bieden mogelijkheden voor productiebos en groeninzameling. Daarnaast kan gebruik worden gemaakt van GFT-afval van de locatie en/of andere delen van de gemeente. Biogas kan worden ingezet voor het stoken van hulpketels bij warmte/krachtinstallatie (inzet op pieken in de vraag).

5.3 Stap 3, efficiënte technologie

Efficiënte technologie is gericht op het efficiënt gebruiken van de energie die - ondanks de forse vraagbeperking - toch nog nodig is. Het gaat daarbij om de inzet van technologie met hoge conversierendementen en om het beperken van distributieverliezen.

Belangrijk element voor het MMA vormt de toepassing van systemen voor warmtedistributie met verlaagde temperaturen. De huidige zijn veelal gebaseerd op aanvoertemperaturen van 90°C. Verlaging van de aanvoertemperatuur tot 70° is zondermeer mogelijk. Het vraagt leidingen met grotere diameter en grotere radiatoren. De vraagbeperking (laag EP-niveau) heeft echter al voor het tegendeel gezorgd.

Een tweede belangrijk element is de realisatie van een distributienet voor koudelevering. In het sport- en leisuregebied worden functies gerealiseerd met koudevraag: skipiste, ijsbaan. Daarnaast zijn in de hoogwaardige bedrijven en voorzieningen en mogelijk op het bedrijventerrein koelfuncties te verwachten.

5.4 Flexibiliteit

Naast de direct in te zetten technologie wordt het MMA ontwikkeld op basis van flexibiliteit en toekomstwaarde. Het gaat daarbij om toekomstige inpassing van nieuwe technologie.

Toekomstwaarde

Het begrip toekomstwaarde heeft betrekking op de waarde van maatregelen cq voorzieningen die bij de aanleg worden gerealiseerd. Een zongerichte verkaveling wordt nu gerealiseerd, de verkaveling blijft in de toekomst zijn waarde behouden.

Verondersteld wordt dat de aanleg van een warmtedistributienet gunstig is voor de toekomstige technologie. De veronderstelling is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- de centrale installaties maken het afvangen van CO₂-uitstoot mogelijk. Bij verwerking of opslag kan de schadelijke werking worden gereduceerd.
- op termijn kan aardwarmte worden ingezet.

Toekomstwaarde wordt ook ontleend aan de verkaveling met, conform het gemeentelijk beleid, een overwegend zuidgerichte verkaveling.

Flexibiliteit

Flexibiliteit is een begrip dat ingaat op de mogelijkheid om wijzigingen in de maatregelen cq voorzieningen aan te brengen. Dat kan aan de orde zijn als bijvoorbeeld programma's wijzigen of als een nieuw inzicht en/of nieuwe technologie beschikbaar komt.

De keuze voor warmtedistributie vanuit een efficiënte (grootschalige) productie-eenheid (STEG) is een keuze met betrekkelijk weinig flexibiliteit. Bij vaststelling van het leveringsgebied doen afwijkingen afbreuk aan de effectiviteit cq exploitatieresultaat. De keuze nodigt niet uit tot verdergaande plannen in deelgebieden.

5.5 Typering MMA

Het MMA komt tot stand door een combinatie van een groot aantal maatregelen op objectniveau, de infrastructuur en de productie- cq conversietechnologie. Hiermee ontstaat het volgende beeld.

Beperken energievraag

De energievraag wordt beperkt door vergaande aanscherping van het EP-niveau:

- EP = 0,7 (woningbouw, warmtelevering)
- EP = 1,2 (kantoren, warmtelevering)
- Voor overige functies wordt een niveau aangehouden dat 40% lager is dan het huidige EP-niveau.

Inzet duurzame energie

- zonne-energie, passief (70% zongericht)
- individuele PV, 4m² paneeloppervlak bij 70 % van de woningen
- PV-centrale 10.000 m²
- thermische collectorcentrale bij sport en leisure)
- gaswinning voor hulpketels STEG uit biomassa

Efficiënte conversietechniek

- combinatie van conversietechnieken:
 - . productie van warmte en elektriciteit uit grootschalige warmte/krachteenheid (STEG)
 - . individuele installaties: 'all electric' warmtepomp

Infrastructuur

- grootschalig warmtenet voor 75% van de bebouwing (gemiddelde / hoge dichtheid)
- 'all electric' voorziening voor ca. 25% van de bebouwing (lage dichtheid)

5.6

Prestaties MMA

De realisering van het MMA vraagt een inspanning van verschillende actoren. Zowel de energiesector als de realisatoren van de bouw moeten voorzieningen treffen die veel verder gaan dan puur de bouwvoorschriften. De beschreven inspanning leidt tot vergaande reducties van het primair energiegebruik en de uitstoot van CO₂.

Met het MMA zoals hierboven is beschreven is een reductie van het primair energiegebruik en de uitstoot van CO₂ te realiseren van ca. 50 % t.a.v de referentie 2000.

De resultaten zijn toe te schrijven aan:

- aanscherping EP niveaus (20 % reductie)
- efficiënte warmtelevering uit efficiënte warmte/krachteenheid (STEG) (20 % reductie)
- inzet energie uit duurzame bronnen (10 % reductie)

Wordt de prestatie vergeleken met het 'niveau 1990' energiebeleidsplan dan wordt een reductie gerealiseerd van ca. 64 %.

Noot: bij de inzet van aardwarmte kunnen de reductiecijfers verder oplopen.

Bijlage: Energiekwaliteit

Energiekwaliteit van een locatie

De energiekwiteit van een nieuwbouwlocatie hangt af van een groot aantal factoren. Van grote invloed is de mate van energiezuinigheid van de woningen. Deze wordt na de introductie van de Energieprestatienorm uitgedrukt in het EP-getal (dimensieloos getal). Daarbij geldt: lagere EP-waarden staan voor een betere energiezuinigheid. Het Bouwbesluit geeft een maximumwaarde voor het EP-getal van nieuwbouwwoningen. Vanaf december '95 goldt een maximumwaarde van 1,4, vanaf 1 januari '98 is de maximumwaarde 1,2. Deze waarde kan worden bereikt door woningen goed te isoleren, door zonne-energie te benutten en door een efficiënte installatie voor verwarming en ventilatie (HR-combiketel). Afzonderlijke maatregelen worden niet voorgeschreven.

Het ministerie van VROM heeft aangegeven (Plan van aanpak duurzaam bouwen) de maximumwaarde vanaf het jaar 2000 aan te scherpen tot 1,0.

Energievoorziening

Een ander factor die de energiekwiteit van een nieuwbouwlocatie bepaalt is de vorm van de energievoorziening. Bekend en veel toegepast is de aardgasvoorziening. Elke nieuwbouwwoning heeft dan een aardgasgestookte cv-combiketel voor verwarming en warm tapwater. Daarnaast wordt elektriciteit geleverd voor verlichting en huishoudelijke apparatuur.

Een andere mogelijkheid is die van warmtelevering. De woning wordt aangesloten op een warmwaterdistributienet. Hiermee wordt de cv van warm water voorzien en verkrijgt men warm tapwater (gescheiden via warmtewisselaar). Het water in het distributienet kan worden verwarmd vanuit een zogenaamde warmte/krachteenheid. Dit is een (gas)motor die elektriciteit produceert en waarbij warmte vrijkomt. Deze warmte wordt getransporteerd via een ondergronds distributienet. De eenheid wordt op of dicht bij de nieuwbouw geplaatst.

Een dergelijke energievoorziening is effectief voor beperking van de CO₂-uitstoot. Dit komt doordat warmte wordt benut die vrijkomt bij elektriciteitsproductie.

Grootschalig

Een andere mogelijkheid voor warmtelevering is een grootschalig distributienet dat wordt gevoed vanuit een grotere elektriciteitscentrale (STEG-eenheid). Energie Delfland ontwikkelt daar plannen voor. Een dergelijke infrastructuur is kostbaar, maar nog effectiever voor beperking van de CO₂-uitstoot.

Meer opties

Naast warmtelevering via elektriciteitsproductie vormt de warmtepomp een interessante optie. Een warmtepomp is in staat warmte uit de omgeving (lucht, water en bodem) om te zetten in bruikbare warmte voor de woning. Hiervoor is betrekkelijk weinig hulpenergie nodig in de vorm van elektriciteit of gas. De warmtepomp is vooralsnog een kostbaar apparaat. Naar verwachting zal bij toenemend gebruik de prijs de komende jaren dalen.

Een warmtepomp kan zowel individueel worden toegepast (vergelijk met cv-ketel) als collectief. Onderzoek toont aan dat collectieve warmtepompsystemen van beperkte omvang (50 tot 100 woningen) nu al nagenoeg rendabel te exploiteren zijn.

Beschouwing van energiekwaliteit

Gezien de mogelijkheden voor energiebesparing is het noodzakelijk om bij beschouwingen over de energiekwaliteit te kijken naar het totaal van productie, distributie en gebruik van energie.

Daarbij moet rekening worden gehouden met rendementen van installaties en met bijvoorbeeld warmteverlies in een distributienet. De energiekwaliteit (denk ondermeer aan het energiegebruik en de CO₂-uitstoot) wordt gerelateerd aan het totaal primair energiegebruik.

Elektriciteitsgebruik bijvoorbeeld wordt vertaald naar de hoeveelheid brandstof die in de centrale nodig is voor de productie.