



# Energieneutraal Bouwen, hoe doe je dat?

Versie datum: 04-10-2010

Toelichting: Dit infoblad is voor bouwprofessionals van beleidsmaker tot uitvoerder en heeft als doel om u te informeren over energieneutraal bouwen of renoveren.

Gebruiksaanwijzing: Dit document leest het prettigste online zodat u direct kunt doorklikken naar de voor u relevante onderwerpen.

## Inleiding

De gebouwde omgeving neemt ongeveer 35% van het totale Nederlandse energieverbruik voor haar rekening. Energie, voornamelijk die uit fossiele bronnen, zal in de toekomst alleen maar duurder worden. Energieneutraal bouwen en renoveren is hard nodig als we huisvesting betaalbaar willen houden. Een ander voordeel van energieneutraal bouwen is dat we de CO<sub>2</sub>-uitstoot verminderen die gepaard gaat met het verbruik van fossiele energie. Zo houden we de klimaatverandering binnen de perken. De overheid sluit hierop aan met het beleid om de EPC's geleidelijk aan te verlagen. Vanaf 2020 mogen conform [Europese regelgeving](#) alleen nog maar 'near zero energy buildings' gebouwd worden. Utiliteitsgebouwen moeten in 2017 50% energie-efficiënter zijn dan in 2007. Wie nu energieneutraal bouwt, anticipeert dus op wettelijke verplichtingen en zorgt dat gebouwen in de toekomst hun waarde behouden.<sup>1</sup>

In dit infoblad vindt u informatie over alle aspecten van energieneutrale gebouwen en woningen. Deze is toepasbaar voor zowel nieuwbouw als renovatie. Aanpak op wijk- en gebiedsniveau is onontbeerlijk voor het realiseren van de ambities. Dit infoblad is specifiek gericht op ontwikkeling van energieneutrale gebouwen. Voor informatie over wijken of steden met ambities om energieneutraal te worden, verwijzen we u door naar de Agentschap NL-websites [Gebiedsontwikkeling](#) en [Klimaatneutrale steden](#).

## Inhoudsopgave

[Samenvatting](#)

[Wat is energieneutraal bouwen?](#)

[Hoe ontwerpt en bouwt u energieneutraal?](#)

- Procesaanpak
- Technische uitvoering

[Voordelen en aandachtspunten](#)

---

<sup>1</sup> Zie [artikel over onderzoek Universiteit Maastricht](#)



[Financiering en Marktaspecten](#)

[Overheidsbeleid](#)

[Wet- en regelgeving](#)

[Instrumenten en hulpmiddelen](#)

[Praktijkvoorbeelden](#)

[Meer informatie](#)

[Trefwoorden](#)

[Disclaimer](#)

## Samenvatting

De noodzaak om energieneutraal of zeer energiezuinig te bouwen neemt toe, want de energieprijzen stijgen en we willen de uitstoot van broeikasgassen terugdringen. Energieneutrale gebouwen en woningen zijn toekomstbestendig, waardevast, hebben geen of een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot, lage energiekosten en een hoog comfort.

Er is nog geen eensluidende definitie van het begrip 'energieneutraal'. Totdat er een goede definitie is vastgesteld, kunt u de vijf richtlijnen voor energieneutraal bouwen van Agentschap NL hanteren als gezamenlijk referentiekader.

Energieneutraal bouwen is in ieder geval méér dan 'gangbaar bouwen aangevuld met wat extra maatregelen om het energieverbruik te verlagen'. Naarmate een gebouw energiezuiniger wordt, neemt de onderlinge samenhang toe tussen bouwkundige, bouwfysische en installatietechnische aspecten, en tussen energieverbruik, comfort en gebruikersgemak. Dit vraagt om een integrale aanpak (integraal ontwerpen) en een benadering vanuit concepten. Om energieneutrale projecten tot stand te brengen is dan ook proces- en systeeminnovatie nodig.

Een belangrijke leidraad om een kostenefficiënt en duurzaam resultaat te bereiken is de Trias Energetica gecombineerd met de Nieuwe Stappen Strategie. We hebben dit vertaald naar maatregelen die in vier stappen tot een energieneutraal gebouw leiden. Uit eerdere energieneutrale bouwprojecten zijn bovendien al veel lessen getrokken voor de toekomst. Er zijn meerdere goede voorbeelden van concepten en gerealiseerde bouwprojecten, zelfs de eerste energieleverende projecten zijn al gerealiseerd.



## Wat is energieneutraal bouwen?

### Vijf richtlijnen voor energieneutraal bouwen

Er is nog geen algemeen aanvaarde definitie van een energieneutraal gebouw.

De discussie daarover is nog gaande; een samenvatting daarvan vindt u in de volgende paragraaf [Energie neutraal bouwen: discussie en spraakverwarring](#). Om partijen te helpen zelf vast te leggen wat zij onder een energieneutraal gebouw verstaan, heeft Agentschap NL vijf richtlijnen voor een goede begripsdefinitie opgesteld:

1. Energieverbruik over een jaar  $\leq$  nul  
Een energieneutraal gebouw heeft over een jaar gemeten een energieverbruik van ten hoogste nul, of wekt zelfs energie op.
2. Gebruik duurzame energie  
Het gebouw betreft niet méér energie uit het openbare net dan de [duurzame energie](#) die het opwekt of betreft uit duurzame bronnen in de directe omgeving (zie punt 3), gemeten over een jaar.
3. Geef grenzen aan  
Geef bij communicatie over het project duidelijk aan wat de grenzen zijn waarbinnen het gebouw energieneutraal is. Maak daarbij onderscheid tussen de projectgrens (de fysieke grens van het bouwproject) en de systeemgrens waarbinnen u duurzame energieopwekking of CO<sub>2</sub>-compensatie ten behoeve van het project wil toestaan. De eigenaar stelt de grenzen zelf vast, maar het verdient de voorkeur om die te beperken tot de directe omgeving van het gebouw.
4. Energievraag in energie-eenheden  
Beschouw de energie vraag als het werkelijke gebouwgebonden energieverbruik plus het gebruikersgebonden energieverbruik, uitgedrukt in gemeten [energie-eenheden](#) (bijvoorbeeld megajoules of kWh). De CO<sub>2</sub>-uitstoot die daarmee gepaard gaat, is een afgeleide.
5. Energie neutraal gebouw / CO<sub>2</sub>-neutrale organisatie  
Gebruik de term 'energie neutraal' voor gebouwen en woningen; de term [CO<sub>2</sub>-neutraal](#) is meer geschikt voor organisaties.

### Energie neutraal bouwen: discussie en spraakverwarring

#### *CO<sub>2</sub>-neutraal of klimaatneutraal?*

In de markt worden veel verschillende termen gebruikt om een energie- of klimaatambitie voor een gebouw neer te zetten: energieneutraal, CO<sub>2</sub>-neutraal, klimaatneutraal, energienul, energieplus, energieleverend en CO<sub>2</sub>-emissievrij. Dat levert spraakverwarring en onduidelijkheid op. Het gebruik van deze termen is vrij; er bestaan geen normen voor of wettelijke afspraken over. Dit vraagt om duidelijkheid en afspraken, maar deze discussie is nog gaande.

Het verdient de voorkeur om de term 'CO<sub>2</sub>-neutraal' voor de prestaties van een organisatie te gebruiken. De term CO<sub>2</sub>-neutraal is breder dan energieneutraal en dekt onderwerpen als energiebesparing in gebouwen, CO<sub>2</sub>-reductie met betrekking tot mobiliteit, inzet van duurzame energie en CO<sub>2</sub>-compensatie. De



CO<sub>2</sub>-neutraliteit van een organisatie kan onder meer worden bepaald volgens het [Greenhouse Gas Protocol](#) of de internationale [ISO14064 norm](#).

De term 'klimaatneutraal' is minder praktisch voor bouwprojecten. Klimaat is veel breder dan alleen energie of CO<sub>2</sub>; het raakt ook aan binnenmilieu en duurzaamheid in de breedte.

#### *Theoretische definitie*

De meest uitgebreide studie naar de definitie van energieneutraal bouwen is afkomstig van het [Platform energietransitie Gebouwde Omgeving \(PeGO\)](#). PeGO geeft in het rapport '[Stevige ambities, klare taal](#)' een aanzet voor de definitie van een energieneutraal project:

*"Een project is energieneutraal als er op jaarbasis geen netto import van fossiele of nucleaire brandstof van buiten de systeemgrens nodig is om het gebouw op te richten, te gebruiken en af te breken. Dit betekent dat het energiegebruik binnen de projectgrens gelijk is aan de hoeveelheid duurzame energie die binnen de projectgrens wordt opgewekt of die op basis van externe maatregelen aan het project mag worden toegerekend. Het energieverbruik dat voortkomt uit de oprichting en sloop van het gebouw wordt verrekend naar een jaarlijkse bijdrage op basis van de verwachte levensduur van het gebouw." (citaat).*

De projectgrens omvat in de PeGO-definitie alle gebouwen en installaties die binnen de directe invloedssfeer van de projecteigenaar liggen. De systeemgrens kan ruimer zijn; de projecteigenaar kiest zelf de ligging ervan. Om een geloofwaardige doelstelling te behouden zou de systeemgrens niet al te sterk mogen afwijken van de projectgrens. Een standaardgebouw (niveau huidig Bouwbesluit) dat 100% groene stroom betreft van elders noemen we geen energieneutraal gebouw. Of bijvoorbeeld de energie van een windmolen in de directe omgeving, mits contractueel vastgelegd, wel kan meetellen om een gebouw energieneutraal te maken is nog onderwerp van discussie. Over de definitie stelt PeGO overigens dat partijen hierover eigen afspraken moeten kunnen maken.

#### *Pragmatische benadering*

Een vervolgstudie 'Uitgerekend Nul; Taal, Rekenmethode en Waarde voor CO<sub>2</sub> c.q. energieneutrale utiliteitsgebouwen'<sup>2</sup> bevat een praktische aanpak voor de uitvoering van de PeGO-studie voor de sector utiliteitsbouw. In de PeGo studie bevat energieneutraal ook de energie die gemoeid is met het vervaardigen en slopen (materiaalgebonden energie). De studie 'Uitgerekend Nul' concludeert dat in de praktijk dit laatste moeilijk uitvoerbaar is en stelt dat:

- de energie die gecompenseerd moet worden betreft uitsluitend gebruikers- en gebouwgebonden energie; zoveel mogelijk aansluiten bij het werkelijke verbruik

<sup>2</sup> DHV september 2010, vanaf begin oktober 2010 online verkrijgbaar bij Agentschap NL



- het opwekken van de energie moet gebonden zijn aan het gebouw zelf, met een uitzondering voor duurzame energie installaties die op het perceel van het gebouw zelf staan.

In de toekomst zal de materiaalgebonden energie echter steeds belangrijker worden, omdat die een groter deel van de totale energievraag zal gaan vormen naarmate gebouwen in de gebruiksfase minder energie gebruiken.

#### *Energieneutraliteit berekenen*

De EPG (die de EPN en EI vervangt), in combinatie met de EPL, en Greencalc+ lijken de rekenmethodes die het best aansluiten bij het begrip 'energieneutraal' zoals dat uit de discussie naar voren is gekomen. Ook GPR en BREEAM zijn hiervoor bruikbaar, omdat zij de EPC-berekening als rekenmodule hanteren. De EPC mist de component gebruikersgebonden energieverbruik. Mede daardoor is energieneutraal niet hetzelfde als  $EPC = 0$ . In de praktijk blijkt dat het bij woningen met een EPC van 0,3 mogelijk wordt om energieneutraal te zijn. Daarnaast waardeert de EPC-berekening in zijn huidige vorm niet alle maatregelen die nodig zijn om zeer energiezuinig te bouwen. De komende [EPG-rekentool](#) laat naar verwachting de berekening van energieneutrale woningen en gebouwen beter luitkomen. Zie ook voornoemde studie 'Uitgerekend Nul; Taal, Rekenmethode en Waarde voor CO<sub>2</sub> c.q. energieneutrale utiliteitsgebouwen'.

## **Hoe ontwerpt en bouwt u energieneutraal?**

### **Procesaanpak**

#### *De start: definiëren en vereiste expertise*

Een zeer energiezuinig of -neutraal gebouw begint met een doelstelling of ambitie: het (energetische) kwaliteitsniveau. Dit is doorgaans een keuze van de opdrachtgever, die de ambitie van tevoren moet formuleren. In deze fase is het van belang om te definiëren wat de opdrachtgever precies verstaat onder 'energieneutraal' (zie het hoofdstuk [Wat is energieneutraal bouwen?](#)). Hoe hoger de ambitie, hoe complexer doorgaans het project. Dat stelt ook eisen aan de samenstelling en expertise van de bouwpartners om de gewenste doelen en kwaliteiten te realiseren. Ook moet de opdrachtgever een keuze maken voor de organisatie van het bouwproces en de kwaliteitscontrole tijdens het proces.

Het is van belang dat alle bouwpartners een eenduidig beeld krijgen over wat in het project wordt verstaan onder 'zeer energiezuinig' of 'energieneutraal'. Het is dus aan te bevelen om als start een workshop over dit onderwerp te houden.

#### *Integraal ontwerpen*

Vergaande energiezuinigheid van gebouwen vereist een andere aanpak dan het 'stapelen' of 'toevoegen' van energiebesparende maatregelen en duurzame energie in een project. Het gaat juist om een integrale aanpak, die al begint bij de eerste ideeën rond een project.



Naar mate het gebouw energiezuiniger wordt, neemt de onderlinge samenhang toe op het gebied van:

- energiebesparende maatregelen en duurzame energie (onderlinge verhouding);
- energiebronnen en lokale omstandigheden/kenmerken (mogelijkheden voor energie uit wind, zon, bodem, water, restwarmte en biomassa);
- bouwkundige, bouwfysische en installatietechnische aspecten en maatregelen;
- thema's als comfort, binnenklimaat en gebruiksgemak;
- investeringskosten en gebruikskosten.

Integraal ontwerpen impliceert dat de gebruiksfase van het project het uitgangspunt is voor de projectaanpak; dit betekent dus 'denken vanuit de eindgebruiker' (voor de functionele eisen) en denken vanuit beheer en onderhoud (voor eenvoud, gemak, toekomstbestendigheid en lage kosten).

De complexiteit hiervan vraagt om een integrale aanpak en een benadering vanuit concepten. Een concept bevat een samenhangend plan voor onder meer:

- ontwerp en bouw;
- geïntegreerde bouwdelen en installaties;
- financiering en/of eigendomsconstructies.

Samenhang is hierbij een randvoorwaarde. Uit het onderzoek '[Schatgraven in de bestaande bouw](#)' komt deze constatering ook naar voren. Goed uitgevoerde voorbeelden uit deze studie zijn:

- [Krakeel/De Kroon te Hoogeveen](#);
- Down2000 te Etten-Leur;
- De Marsse West-Standaard te Nunspeet;
- [EVA Lanxmeer / H. Marsmanweg te Culemborg](#).

De gangbare aanpak is dat de opdrachtgever een idee of plan heeft, waarvan de architect een ontwerp maakt met advies van de verschillende adviseurs; het ontwerp wordt vervolgens omgezet in een bestek voor de bouwers en installateurs. Voor een energieneutraal of zeer energiezuinig gebouw is deze gangbare aanpak van ontwerp en realisatie geen optie. Hiervoor is [proces- en systeeminnovatie](#) nodig. Een aanpak van het bouwproces zoals integraal ontwerpen en het werken in bouwteams faciliteert de uitwerking van thema's zoals energiezuinigheid. Meer informatie hierover vindt u in het Infoblad [Integraal ontwerpen](#).

#### *Denken in concepten*

Het denken in concepten is te onderscheiden in energetische, bouwkundige en organisatorische concepten die samenhangen en elkaar soms overlappen (het gaat uiteindelijk om het totaalconcept).



- Energieconcepten

Voor de onderlinge samenhang tussen bouwkundige en installatietechnische onderdelen is het van belang om te denken in energieconcepten. Een energiezuinig concept kan volgens de [Toolkit duurzame woningbouw](#) worden beschouwd als:

*"Een logische combinatie van bouwkundige, bouwfysische en installatietechnische maatregelen die leidt tot de gewenste prestatie-eisen, waarbij de maatregelen onderling op elkaar aansluiten en zo veel mogelijk elkaar versterken in het verwezenlijken van 'zeer energiezuinige of energieneutrale ambities'."*

- Bouwkundige concepten

Bij een traditionele aanpak brengt een opdrachtgever een aantal partijen bij elkaar die samen een uniek gebouw tot stand brengen. Naarmate er aan een gebouw hogere kwaliteitseisen worden gesteld dan de gangbare, volstaat deze aanpak steeds minder. Het product wordt te kostbaar, de kans op faalkosten neemt toe, of de communicatie en onderlinge afstemming tussen de partijen worden te complex door het te grote aantal detailspecialisten. Een gebouw met een hoge ambitie vereist ook meer samenhang, onder meer voor de energetische kwaliteit. Die samenhang heeft financiële consequenties. Speciale energie-installaties zijn soms duurder dan conventionele. Om het financiële plaatje van het totale gebouw in balans te houden, zijn slimme ingrepen nodig. Een voorbeeld hiervan is het werken met industrieel geproduceerde bouwdelen (bijvoorbeeld houtskeletbouw) waarin delen van de installatie zoals energie en elektra zijn geïntegreerd. Het bouwproces wordt korter, faalkosten lager en de verschillende maatregelen om een hoge ambitie te realiseren zijn op elkaar afgestemd. Voorbeelden van bouwtechnische concepten vindt u in het hoofdstuk [Praktijkvoorbeelden](#). Op de website [Conceptueel Bouwen](#) vindt u meer informatie over dit onderwerp en het aanbod van concepten in Nederland.

- Organisatorische concepten

Deze conceptbenadering omvat bouwprocesmatige en financiële aspecten. Bouwprocesmatige concepten bestaan veelal uit een combinatie van organisatorische ingrepen en bouwtechnische concepten. Organisatorische ingrepen zijn:

- Benadering vanuit de total cost of ownership;
- Goede logistiek en bouwmanagement om het bouwproces efficiënter te maken (tijdwinst);
- Reductie van faalkosten in het proces door toepassing van industrieel gefabriceerde bouwdelen (kostprijnsbeheersing) en de methode van commissioning;
- Korte schakels in de inkoopketen en vaste toeleveranciers (ruimte voor duurzame investeringen).
- Nieuwe inkoop, c.q. aanbestedingsvormen (prestatiegericht, PPS, etc.)



Een nieuwe vorm van samenwerking binnen en tussen opeenvolgende schakels in de bouwkolom is de zogenaamde ketensamenwerking. Van opdrachtgever, via ontwikkelaar, architect, specialisten en aannemer tot aan de klant. Het wordt ook wel ketenintegratie genoemd. Een belangrijk verschil met samenwerking in een bouwteam is dat ketensamenwerking gericht is op een reeks bouwprojecten. Veel genoemde voordelen zijn:

- efficiënter door o.a. stroomlijning van ontwerpproces en uitvoering, maar ook door leereffecten;
- betere kwaliteit door de mogelijkheid van optimalisatie van bouw- en installatietechniek, detaillering en (product)ontwikkeling.

## Technisch Ontwerp

### *Technisch ontwerp*

Op grond van de [vijf richtlijnen voor energieneutraal bouwen van Agentschap NL](#) zou je kunnen zeggen: het maakt niet uit hoe je te werk gaat, als je maar voldoende duurzame energie opwekt. Dit zou echter leiden tot verspilling van kostbare duurzame energie en onnodig hoge bouw- en vooral installatiekosten.

Een belangrijke leidraad om een kostenefficiënt en duurzaam resultaat te bereiken is de [Trias Energetica](#). Als u echter energieneutraal wilt bouwen, moet u stap 3 - 'Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt' helemaal vermijden (zie ook de Nieuwe Stappen Strategie, toegelicht door prof dr. A. van den Dobbelsteen op [www.duurzaamgebouwd.nl](http://www.duurzaamgebouwd.nl)). Iedere eenheid fossiele energie die we verbruiken zal immers gecompenseerd moeten worden door zelf opgewekte duurzame energie.

Wanneer we de Trias Energetica en de Nieuwe Stappen Strategie vertalen naar maatregelen voor energieneutrale gebouwen en woningen, komen we op vier stappen met bijbehorende richtlijnen:

- Stap 1. Verminder de energievraag door (steden)bouwkundige, passieve maatregelen die geen hulpenergie vragen.
  - Oriëntatie op de zon om gebruik te maken van de zonne-energie (passief, en voor actieve zonne-energiesystemen). Zorg wel voor voldoende zonwering om [oververhitting](#) te voorkomen.
  - Isoleer wand, dak, vloer en ramen zeer goed om warmteverliezen via de schil zoveel mogelijk te beperken.
  - Voorkom verlies van warmte door koudebruggen te vermijden en te bouwen met een hoge luchtdichtheid.
- Stap 2a. Gebruik energie uit interne of externe reststromen
  - Benut interne warmtestromen die de woning of het gebouw uitgaan, zoals warmteterugwinning uit afvalwater en afgevoerde ventilatielucht.
  - Benut restwarmte uit externe bronnen in de nabije omgeving (bijvoorbeeld warmte uit industriële processen); houd hierbij





rekening met de [systeemgrens](#).

- Stap 2b. Gebruik voor de overblijvende energievraag zoveel mogelijk duurzame energiebronnen, bijvoorbeeld:
  - Energie uit de bodem (WKO, bodemwisselaar, geothermie)
  - Energie uit de zon (actieve zonne-energie, zonneboiler, zon-pv)
  - Energie uit de wind op locatieniveau (urban windturbine)
  - Bio-energie (biomassa, pelletkachel)
- Stap 3. Vermijd eindige (fossiele) energiebronnen; indien gebruik hiervan onvermijdelijk is, gebruik ze dan zeer efficiënt en compenseer dit op jaarbasis met 100% duurzame energie (stap 2b).
  - Aansluiting op openbaar elektriciteitsnet (bij voorkeur groene stroom).
  - Zeer energiezuinige verlichting en apparatuur (gebruikersinstructie).
  - Hoogrendementinstallatie zoals HR107-ketel.

### **Uitvoering**

Deze ontwerpmaatregelen doen een groot beroep op een juiste uitvoering. Zeer energiezuinig bouwen is vakwerk! Opleiding van bouw personeel, instructie en nauwlettend toezicht op de bouwplaats helpen mee om de berekende resultaten ook in de praktijk te realiseren.

#### *Energieneutraal bouwen en de EPC*

De relatie tussen EPC en energieneutraal is vooralsnog niet exact aan te geven. Dat komt door de uiteenlopende interpretaties van het begrip energieneutraal, en door de beperkingen en specifieke toepassingsgebieden van de EPC. Over de relatie tussen energieneutraal en EPC-waarde bestaan daardoor veel misverstanden:

- Zo wordt ten onrechte beweerd dat [energieneutraal hetzelfde is als EPC = 0](#). Bij gebrek aan een eensluidende definitie gaan we er even voor het gemak van uit dat energieneutraal gelijk is aan een energieverbruik van nul over een jaar gemeten. Dan blijkt al direct dat energieneutrale gebouwen nog steeds fossiele brandstoffen kunnen gebruiken. In de praktijk wordt het bij woningen met een EPC van 0,3 mogelijk om energieneutraal te zijn.
- Een andere beperking is de reikwijdte van de EPC. Simpel gesteld beschouwt de EPC alleen de energievragen en –stromen die gebouwgerelateerd zijn. Huishoudelijke verbruiken kunnen binnen het de systeemgrens van energieneutraal vallen, maar zijn geen onderdeel van de EPC.
- Een volgend misverstand ligt in het doel van de EPC. De EPC is gekoppeld aan het Bouwbesluit. Het Bouwbesluit zorgt voor een minimale kwaliteit in gebouwen. Het is een normeringinstrument om de ondergrens te waarborgen, geen ontwerpinstrument voor het ontwikkelen van energieneutrale gebouwen.

Het rapport [Passiefhuis en EPN](#) vergelijkt de waardering van passiefhuizen volgens de Energie Prestatie Norm (EPN) en het voor passiefhuizen geëigende berekeningsprogramma PassiefHuis Projecteringspakket ([PHPP](#)). Het rapport



komt tot de hoofdconclusie dat de energieprestatie van passiefhuizen in de EPN ten opzichte van het gevalideerde programma PHPP ondergewaardeerd wordt. Vooral door de aanname van een relatief hoge interne warmtelast in de EPN (6,0 W/m<sup>2</sup> in EPN versus 2,1 W/m<sup>2</sup> standaardaanname bij PHPP) rekent de EPN met een beduidend lagere warmtevraag. In het rapport wordt daarom gesteld:

*"Dit zorgt ervoor dat maatregelen gericht op reductie van de warmtevraag in de EPN überhaupt maar weinig effect kunnen hebben. De EPN kent verder meer vaste instellingen dan PHPP waardoor er minder mogelijkheden zijn voor projectspecifieke, gedetailleerde invoer. Zo is er bijvoorbeeld een grens aan de rekenwaarde voor de voor passiefhuizen benodigde luchtdichtheid." (citaat)*

De komende [EPG-rekentool](#) houdt meer rekening met deze problematiek en zal naar verwachting de berekening van zeer energiezuinige en energieneutrale woningen en gebouwen beter laten uitkomen.

#### *Bouwfysica*

Bij zeer energiezuinig bouwen is een goede toepassing van de bouwfysica essentieel. Is de expertise daarvoor in eigen huis onvoldoende, huur dan de benodigde bouwfysische kennis in.

#### **Gebruiksfase: beheer & onderhoud**

Uit de studie [Schatgraven](#) (en andere onderzoeken en signalen uit de markt, zie hieronder) blijkt dat installaties tijdens de gebruiksfase lang niet altijd volgens ontwerp functioneren. Oorzaken hiervan zijn onder andere fouten in ontwerp, uitvoering, beheer en geen meting op efficiency.

De studie [Schatgraven](#) leert dat energiezuinige woningen succesvol zijn: ze verbruiken in ieder geval veel minder energie. Maar, zo blijkt ook: bijna een kwart van de bewoners is niet tevreden over ventilatie en het binnenklimaat, er zijn klachten over de akoestische kwaliteit en over het ruimtebeslag van de speciale installaties.

De belangrijkste oorzaak van de problemen is dat ontwikkelaars, architecten en bouwbedrijven onvoldoende rekening houden met de wensen van bewoners. De bewoners klagen bijvoorbeeld over tocht veroorzaakt door verkeerd geplaatste ventilatieroosters. Of ze hebben last van oververhitting, omdat ontwerpers geen zonwering in het ontwerp hebben aangebracht. Betere afstemming op de behoeften van bewoners is cruciaal voor acceptatie en correct gebruik van innovatieve energieconcepten.

In het artikel 'Energieprestaties van energie-efficiënte gebouwen' laat ir. L. J.J.H.M. Gommans zien dat veel woningen en gebouwen de theoretisch berekende energieprestatie in de praktijk niet halen. Hij waarschuwt vooral voor die situaties waarin er ogenschijnlijk geen (binnenklimaat-)klachten zijn, maar waarbij de installatie of het gebouw in zijn geheel de beoogde energiezuinigheid niet waar maakt. Gommans concludeert: "Vooral bij bivalente systemen



(duurzame energie wordt bij onvoldoende aanbod aangevuld met fossiele energie, red.) valt het niet op als een onderdeel niet of onvoldoende functioneert. Het controleren op energie-efficiëntie en het optimaliseren vanaf het ontwerp tot en met de oplevering van gebouw en installatie, zou daarom als een vast onderdeel aan het bouwproces moeten worden toegevoegd" en hij pleit daarbij voor consequente bemeting van installaties. "Gebouwen en installatie zullen beter kunnen functioneren doordat fouten kunnen worden gesignaleerd en installaties geoptimaliseerd. Dit leidt tot een beter comfort bij een lager energiegebruik. Op deze wijze zouden installateurs ook garantie kunnen afgeven op energie-efficiëntie van hun installaties, dat kan worden gekoppeld aan een onderhouds(beheer)contract bij de installateur. Het rendement kan met de meters eenvoudig worden gecontroleerd door de gebouweigenaar/beheerder en de installateur kan hiermee beter problemen traceren en het systeem optimaliseren." Dit alles zal ongetwijfeld extra investeringskosten met zich meebrengen, maar het levert ook belangrijke winst als gebouwen en installaties werkelijk energiezuinig zijn en geen schijnzuinigheid vertonen. En bij energieneutrale of op termijn energieleverende gebouwen en woningen zal dit nadrukkelijk aan de orde zijn.

Leerpunten uit studies als Schatgraven en die van Gommans zijn:

- stel de bewoner/gebruiker centraal bij het ontwerpen en bouwen;
- maak gebruik van de aanwezige kennis en opgedane ervaringen;
- geef kwaliteitsverklaringen niet af op onderdelen, maar op het totale systeem;
- pas commissioning toe van gebouw en installaties van ontwerp tot en met gebruik;
- breng meters aan om de prestaties van duurzame energie-installaties te monitoren;
- regel vooraf dat er goed (professioneel) onderhoud wordt gepleegd;
- maak het meten onderdeel van het beheer en onderhoud;
- geef meer aandacht aan communicatie en voorlichting richting bewoners en gebouwbeheerders.

Meer informatie:

- Evaluatiestudie '[Schatgraven in de bestaande bouw](#)'
- 'Energieprestaties van energie-efficiënte gebouwen' - TVVL-Magazine september 2008 (nr. 9) - ir. L. J.J.H.M. Gommans (te downloaden via [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl) > Publicaties > Archief TVVL Magazine)

### **Van Bouwbesluit naar energieneutraal**

Naar aanleiding van de vierde themabijeenkomst Lente-akkoord werd de publicatie [Energiepakketten voor woningbouw](#) geschreven. Hierin wordt uitgelegd hoe we stapsgewijs van het huidige Bouwbesluit-niveau richting energieneutraal kunnen gaan:



*"Uitgaande van een referentiewoning met een EPC van 0,8 is een EPC van 0,6 bereikbaar door extra na te denken over stap 1 t/m 2b van de Trias Energetica, zoals HR WTW, vloerverwarming en een zonneboiler toe te passen en eventueel extra isolatie (zie ook de concepten op de [EPN-site](#)). Voor een EPC van 0,4 moet nog veel meer gebeuren. Er zal integraal moeten worden nagedacht over het sterk verbeteren van de isolatie (Rc 8 tot 10) en het beperken van warmteverliezen, bijvoorbeeld door middel van HR+++ (drievoudig) glas, geïsoleerde kozijnen, verbeterde kierdichting, HR WTW-ventilatie, zonwering en zomernachtventilatie. Daarnaast zal er intensief gebruik moeten worden gemaakt van stap 2b: Toepassen van duurzame energie (zonneboiler of een zonnegascombi).*

#### *Richting energieneutraal*

*Het is essentieel om warmteverliezen tot het uiterste te beperken en de energiestromen optimaal te benutten. We geven één van de vele voorbeelden om tot een aanzienlijke energiebesparing te komen. Het uitgangspunt is een woning met een EPC van 0,4. Om tot een energieneutrale woning te komen zijn twee verbeteringen nodig:*

- *een juiste dimensionering van de zonneboiler, gecombineerd met meer vierkante meters zonnecollector, waardoor de warmtepomp minder vaak hoeft bij te springen;*
- *het installeren van zon-pv om de elektriciteitsvraag van de warmtepomp te dekken.*

*Door een juiste afstemming van deze maatregelen komt de energiebehoefte uiteindelijk uit op nul." (citaat)*

Nota bene: Lente-akkoord baseert bovenstaande aanpak op basis van de EPC; het gebruiksgebonden energiedeel blijft hiermee dus buiten beschouwing (zie ook de paragraaf '[Discussie en spraakverwarring](#)').

## **Voordelen en aandachtspunten**

Ergieneutraal bouwen kent veel voordelen, vooral op het gebied van comfort, financiën en milieu. Er zijn ook leerpunten en barrières; gelukkig kunnen we lering trekken uit eerdere energiezuinige projecten.

### **De voordelen van energieneutraal bouwen**

Energiebesparende maatregelen leveren bij juiste toepassing meer comfort en gezondere gebouwen op. Als er minder of zelfs geen gas en elektriciteit wordt gebruikt, scheelt dat uiteraard ook in de energierekening (zie ook de dossiers [Klimaatverandering](#) en [Energiebesparing](#) van VROM).

Veel aandacht voor stap 1 binnen de Trias Energetica betekent dat het casco veel comfort biedt. Er is dan minder techniek nodig en dat betekent weer lagere



onderhoudskosten op installaties. Energiebesparing en toepassing van duurzame energie beperken de verbranding van fossiele brandstoffen zoals olie en gas, en leveren zo een bijdrage aan de vermindering van de Nederlandse uitstoot van CO<sub>2</sub>. Samengevat levert dat de volgende voordelen op:

- op jaarbasis wordt evenveel energie opgewekt dan verbruikt;
- lage energielasten;
- geen CO<sub>2</sub>-emissie, want er wordt eigen duurzame energie opgewekt;
- de eigenaar is onafhankelijk van de prijsstijgingen van brandstoffen;
- een goed geïsoleerd casco is toekomstbestendig en waardevast.

### **Voordelen op het gebied van comfort**

Vaak wordt bij energiezuinige woningen gebruikgemaakt van lagetemperatuurverwarming (LTV). Een LTV zoals vloerverwarming heeft een prettige warmteafgifte en geeft een behaaglijk gevoel in de woning. Met een warmtepomp of een sorptiekoeler behoort [duurzame koeling](#) ook tot de mogelijkheid.

- Goede isolatie van de schil en niet-gekoppelde woningscheidende wanden leiden niet alleen tot energiebesparing maar ook tot zeer goede geluidsisolatie.
- Naast isolatie is een goed ventilatiesysteem van groot belang. Verse lucht leidt tot een prettig binnenklimaat.
- Het gebruikmaken van biologische of vernieuwbare materialen leidt tot een gezond binnenklimaat.

### **Milieuvoordelen**

Energieneutraal bouwen draagt bij aan de vermindering van de milieubelasting door de gebouwde omgeving. In de komende decennia zal de wereldwijde vraag naar grondstoffen en energie sterk toenemen. Het is dus nodig om meer onafhankelijk te worden en kringlopen te sluiten. Een energieneutraal gebouw zal voorlopig nog wel gekoppeld blijven aan het net, maar levert de eigenaar/gebruiker toch een belangrijke mate van autonomie en vermindert tevens de milieudruk.

#### *Autarkisch bouwen*

Het loont op dit moment in Nederland nog niet om te streven naar autarkisch bouwen. De milieubelasting van een technische installatie die loskoppeling van het openbare net garandeert, is nog te groot. Dat was mede de uitkomst van de [ontwerpwedstrijd Duurzaam Drijvend Wonen](#) van het Stadsdeel Oost-Watergraafsmeer (thans Stadsdeel Oost) te Amsterdam.

### **Leerpunten**

We kunnen gelukkig al lessen trekken uit het verleden. Enkele punten in het ontwerpproces vragen speciale aandacht.

- [Oververhitting in de zomer](#)  
Vanwege de oriëntatie op de zon kan er in de zomer oververhitting



plaatsvinden. Houd hier in het ontwerpproces rekening mee door bijvoorbeeld buitenzonwering of [duurzame koeling](#) toe te passen.

- **Ventilatie**  
In extreme situaties (bijvoorbeeld een verjaardagsfeestje) kan de installatie de verversing van de lucht soms niet meer bijhouden. Houd hier in het ontwerpproces rekening mee door de installatie goed te dimensioneren of ook de mogelijkheid te bieden voor natuurlijke ventilatie.
- **Afbreukrisico**  
Hoe meer techniek, hoe ingewikkelder. En hoe meer partijen in het bouwproces zijn betrokken, des te groter ook de kans op fouten: zowel technisch als in de keten (communicatie). Beperk dit risico door met alle partijen integraal samen te werken en kennis te delen. Maak duidelijke afspraken over verantwoordelijkheid en onderhoud. Meer hierover leest u in het hoofdstuk [Procesaanpak](#).

### **Leerpunten uit 'Schatgraven in de bestaande bouw'**

Agentschap NL heeft een evaluatiestudie laten uitvoeren onder de titel [Schatgraven in de bestaande bouw](#). Daarin zijn de resultaten van energiezuinige woningbouw in de afgelopen jaren onderzocht. Veel projecten zijn energiezuiniger dan het landelijke gemiddelde. Maar uit de studie blijkt dat bewoners vaak niet tevreden zijn over het binnenklimaat, en over het geluid en ruimtebeslag van speciale installaties. De belangrijkste leerpunten zijn een grotere aandacht voor het gebruiksgemak en voor het bouwproces:

- **Gebruiksgemak**  
Bij toekomstige energieneutrale woningen moeten gebruik en de eindgebruiker (bewoner) centraal staan. Installaties moeten goed regelbaar en makkelijk bedienbaar zijn en het ontwerp moet zorgvuldig omgaan met ruimte. Beheer en onderhoud moeten goed geregeld zijn, en daarbij is het niet vanzelfsprekend dat de bewoner/gebruiker dat zelf doet.
- **Bouwproces**  
Bouwprocessen moeten goed worden bewaakt. Samenwerking en kennisuitwisseling tussen de partijen is belangrijk bij het ontwikkelen van energieneutrale woningen en het toepassen van nieuwe technieken. Bouwpartijen moeten daadwerkelijk samenwerken aan een gezamenlijk en per fase vooraf afgesproken resultaat. Daarna moet er gecontroleerd worden of de prestaties wel zijn geleverd. Dat betekent dat integrale samenwerking gedurende het hele proces moet plaatsvinden.

### **Barrières passiefhuizen**

De publicatie [Conceptlijn Passiefhuis](#) noemt technische, marktgerelateerde en normgerelateerde barrières voor toepassing van het passiefhuisconcept. De grootste technische barrière is de traditionele spouwmuur: zeer goed isoleren leidt tot te dikke spouwmuren, maar andere constructies en afwerkingen kunnen dit oplossen. Andere technische barrières zijn:

- onvoldoende kennis over koudebruggen en luchtdichting;



- weinig geschikte (betaalbare) kozijnen en compacte warmtepompen verkrijgbaar;
- het weerkerend onderhoud aan gebalanceerde ventilatiesystemen.

Een marktgerelateerde barrière is de aanbodgestuurde Nederlandse huizenmarkt. Consumenten zijn gewend te kopen wat er aangeboden wordt en vragen niet naar extra energiezuinige (passief)huizen.

## Financiering en Marktaspecten

Financiering van zeer energiezuinig of energieneutraal bouwen is niet alleen goed mogelijk, maar levert na een aantal jaren zelfs overtuigende winst op. Zowel voor woningbouw als voor utiliteitsbouw, ook zonder subsidie. Dat is wat de innovatieve aanpak van koplopers ons leert.

De sleutel tot succes zit hem in een slimme integratie van verschillende vakgebieden:

### 1. Technieken moeten perfect samenwerken.

Zie hiervoor het hoofdstuk '[Hoe ontwerpt en bouwt u energieneutraal](#)'

### 2. Kostenbesparing in het bouwproces

Stroomlijnen van het bouwproces door samenwerken met vaste partners, ketenintegratie, goede afspraken, prefabricage en standaardisering voorkomt faalkosten en levert tijdwinst (geld) op.

### 3. Financieringsconstructies waarin diverse financiële dragers (fiscale, hypothecaire, andere) samenwerken

#### *Hypotheken*

Eind april 2010 verruimde de minister van Financiën de AFM-norm die het mogelijk maakt voor banken om extra hypotheek van € 6.500 te verlenen voor energiebesparende maatregelen, bovenop de zogenaamde LTI-norm ('Loan-To-Income'). Daarnaast mag bij aankoop van een woning met een energielabel A maximaal € 6.500 extra geleend worden bovenop deze norm. Voor meer informatie zie het [Nieuwsbericht](#).

#### *Eigendomsconstructies*

Voorbeelden van eigendomsconstructies zijn:

- sale-and-lease-back-constructie;
- leaseconstructies;
- voorfinanciering met terugbetaling uit de energiebesparingen.

Een voorbeeld van een financiële constructie is onder meer de PPS-constructie, die gebruikt is bij de [Renovatie van het ministerie van Financiën](#). Voor deze



eigendomsconstructies kunnen ook [lokale duurzame energiebedrijven](#) en [Esco's](#) ingezet worden.

#### 4. Sturen op woon-/gebruikslasten

In de bouw wordt traditioneel gekeken naar bouw- en investeringskosten. Voor energieneutraal bouwen is een *mindswitch* nodig: een energieneutrale woning = geen conventionele woning. Het is een ander product dat ook op andere manier in de markt gezet moet worden. Niet met terugverdientijd en meerkosten, maar argumenten als kwalitatief beter, onafhankelijk van fossiele energie (waardoor stabiele prijs) en hoger comfort (bijvoorbeeld ook [koeling door warmtepompinstallatie](#) en stabiele binnentemperatuur bij lage temperatuur verwarming). Gebruik het principe van Total Cost of Ownership. Je hebt het over een kwalitatief hoogwaardiger product. Bij dit soort hoogwaardige woningen of gebouwen kunnen we accepteren dat de maandlasten voor hypotheek of financiering hoger zijn, maar dat de uiteindelijke huisvestingskosten lager en stabiel zullen zijn door een sterk gereduceerde energierekening. Voor woningbouw is bijvoorbeeld onderzocht dat bijvoorbeeld een A-label woning, die ook nog comfortabeler is, na enkele jaren in [woonlasten aantoonbaar goedkoper](#) is dan een F-label.

#### 5. Inzet regelingen en subsidies

Het rijk heeft meerdere financieringsregelingen en subsidies. Informatie over financiering per sector:

- [Woningbouw particulier](#) (nieuwbouw en renovatie)
- [Woningbouw sociale huur](#) (nieuwbouw en renovatie)
- Utiliteitsbouw:
  - [Fiscale regelingen en subsidies utiliteitsbouw](#)
  - [Andere financieringsmogelijkheden voor de utiliteitsbouw](#)
- Voor gemeenten: [financiële regelingen en subsidie voor lokaal klimaatbeleid](#), zowel voor projecten waar de gemeente opdrachtgever is als voor projecten die door derden worden uitgevoerd.

Als bovenstaande vijf punten elkaar versterken is het mogelijk om de hogere investering van zeer energiezuinige en energieneutrale gebouwen en woningen te realiseren.

Voorbeelden van financieringsconcepten zijn:

- [Starterswoningen Zwaagwesteinde](#)
- [Climate Ready-concept in SpaarneBuiten](#).
- [IQ-Woning](#)

Meer financieringsconstructies in gerealiseerde utiliteitsbouw- en woningbouwprojecten vindt u in de [projectendatabase](#) (selecteer bij 'uitgebreid zoeken' op 'innovatief vanwege financieringsconstructie').

Meer informatie:





- Heeft u een vraag over financiering dan kunt u uw vraag formuleren op het [contactformulier](#).
- Agentschap NL werkt aan een infoblad over financiering van energieneutraal bouwen dat naar verwachting eind 2010 gepubliceerd wordt.

### **Marktkansen**

De klimaatdoelstellingen van de overheid hebben grote consequenties voor de bouwwereld. Energieneutraal bouwen vraagt om innovatieve bouwmethoden, een andere procesaanpak, en denken vanuit de levensduur en de eindgebruiker. Zeer energiezuinig bouwen houdt in dat bouwers nieuwe technieken moeten kennen, deze ook deskundig toe kunnen passen en op een andere manier moeten kunnen samenwerken met andere bouwdisciplines. Daarnaast zullen opdrachtgevers en projectleiders ook een nieuwe manier van denken over het bouwproces en de financiering moeten ontwikkelen. Opleiding om kennis te krijgen over innovatieve technieken en processen, samenwerking, etc. is dus nodig.

Energieneutraal bouwen is het realiseren van een andere kwaliteit en daarvoor moet ook het denken over de kwaliteit en het handelen daarnaar anders. Dit kan in vormen als commissioning, prestatiecontracten en garantie op kwaliteit. En ook is goede controle nodig om de gevraagde kwaliteit in de praktijk te kunnen realiseren.

## **Overheidsbeleid**

### **Rijksoverheid**

De Rijksoverheid wil de volgende doelen bereiken:

- de uitstoot van broeikasgassen, met name CO<sub>2</sub>, in 2020 met 30% verminderen vergeleken met 1990;
- het tempo van energiebesparing de komende jaren verdubbelen van 1% nu naar 2% per jaar;
- het aandeel duurzame energie in 2020 naar 20% van het totale energieverbruik.

Deze doelen zijn uitgewerkt in het programma [Schoon en Zuinig: Nieuwe energie voor het klimaat](#).

Het werkprogramma Schoon en Zuinig zegt over de gebouwde omgeving:

*"De overheid richt zich voor de nieuwbouw op aanscherping van de nationale normen die al bestaan (de EPC). Voor woningbouw gaat de EPC van 0,8 naar 0,6 in 2011 en naar 0,4 in 2015 met als doel de energieneutrale woning in 2020. Voor utiliteitsbouw geldt een vergelijkbare aanscherping, zodat in 2017 de nieuwbouw 50% energie-efficiënter is. (...) De Rijksgebouwendienst wil voor nieuwe rijksgebouwen ten minste één fase vooruitlopen op deze aanscherpingen, om een voorbeeldfunctie te vervullen."*



### *Meer met Minder - energiebesparing bestaande gebouwen*

[Meer met Minder](#) is het eerste sectorakkoord van het werkprogramma 'Schoon en zuinig: nieuwe energie voor het klimaat'. Het kabinet en het bedrijfsleven hebben in januari 2008 in dit convenant afgesproken in 2020 30% energie bespaard te hebben bij 2,4 miljoen bestaande woningen en andere gebouwen. Meer met Minder is erop gericht gebouweigenaren en huurders zo eenvoudig mogelijk en zonder hogere maandlasten energie te laten besparen. De bedoeling is om een zo breed mogelijk maatschappelijk draagvlak te krijgen en zoveel mogelijk gebouwen energiezuinig te maken.

### *Lente Akkoord - energiebesparing in nieuwbouw*

Het [Lente-akkoord](#) is één van de convenanten die de overheid in het kader van Schoon en Zuinig met marktpartijen heeft afgesloten. Bouwend Nederland, NEPROM, NVB, Aedes, VROM en WWI hebben afgesproken dat zij 25% gebouwgebonden energiereductie in de nieuwbouw willen bereiken in 2011 en 50% in 2015.

### *Convenant Energiebesparing Corporatiesector*

Dankzij het [Convenant Energiebesparing Corporatiesector](#) kan een forse energiebesparing in de sociale huursector gerealiseerd worden die gevolgen heeft voor 2,4 miljoen huishoudens, oftewel 35% van de totale Nederlandse woningvoorraad. Met het sluiten van het convenant voor de corporatiesector sluit Aedes zich aan bij het convenant Energiebesparing bestaande gebouwen (Meer met Minder) en het Lenteakkoord Energiebesparing in de nieuwbouw.

### *Energiesprong*

Energiesprong is de naam van het innovatieprogramma, in gesteld door de overheid, om innovatieve technieken, concepten en processen versneld tot toepassing te brengen in de praktijk. Dit moet leiden tot opschaalbare voorbeelden van gebouwen met hele hoge energieambities: tot 80% reductie van CO<sub>2</sub>-emissie afkomstig van totaal energiegebruik in de gebruiksfase van de gebouwen.

### **Lagere overheden**

Ook bij provincies en gemeenten is er een groeiende tendens om energiezuinig te bouwen.

- Het energiezuiniger maken van 100.000 woningen is onderdeel van het [Energieakkoord Noord-Nederland](#) dat de noordelijke provincies, Groningen, Friesland en Drenthe, hebben afgesloten. Van die 100.000 woningen behoren er 65.000 tot de bestaande voorraad; 35.000 woningen worden nieuw gebouwd. (zie ook [www.epc05.nl](http://www.epc05.nl))
- Amsterdam wil dat er vanaf 2015 alleen nog 'klimaatneutrale' woningen worden gebouwd.



## Wet- en regelgeving

### EPC

EPC staat voor Energieprestatiecoëfficiënt. De EPC-waarde is een dimensieloos getal en een maat voor de energie-efficiëntie van een gebouw. Hoe lager het getal, hoe energiezuiniger het ontwerp. De EPC is onderdeel van de energieprestatie-norm (EPN) en opgenomen in het Bouwbesluit.

#### Woningbouw

Het doel van de overheid is de EPC stap voor stap aan te scherpen om in 2020 tot energieneutrale woningbouw te komen.

<b>Jaar</b>	<b>EPC-eis</b>
<i>Periode tot 1995</i>	Geen EPC-eis
<i>Vanaf (december) 1995</i>	1,4
<i>Vanaf 1998</i>	1,2
<i>Vanaf 2000</i>	1,0
<i>Vanaf 2006</i>	0,8
<b>Vanaf 2011</b>	0,6
<b>Vanaf 2015</b>	0,4
<b>Vanaf 2020</b>	energieneutraal

#### Utiliteitsbouw

Voor de utiliteitsbouw gelden verschillende EPC-eisen, bijvoorbeeld 1,1 voor kantoren en 1,3 voor scholen. Het doel van de overheid is om in 2011 25% energiezuiniger te bouwen, wat terug zal komen in de nieuwe EPC-eisen voor de verschillende sectoren. Rond 2017 zal er 50% zuiniger gebouwd gaan worden.

### EPBD

EPBD staat voor [Energy Performance Building Directive](#), ofwel de Europese Richtlijn energieprestatie van gebouwen. Deze richtlijn moet leiden tot betere energieprestaties van de gebouwen in de Europese Gemeenschap. Centraal staat het energieprestatiecertificaat of [energielabel](#) (gebouw), dat net als de energiestickers op wasmachines en koelkasten aangeeft in welke klasse van energiezuinigheid een bouwwerk valt.

De EPBD stelt dat alle nieuwe gebouwen vanaf 1 januari 2008 moeten beschikken over een energieprestatiecertificaat. Voor bestaande gebouwen geldt deze verplichting op transactiemomenten (renovatie gebouwen > 1000 m<sup>2</sup>, verkoop of verhuur).

### EPG

EPG staat voor Energieprestatie Gebouwen en wordt de opvolger van de EPN. De EPG is een genormeerde methode om de energieprestatie van gebouwen te berekenen. Het legt de basis waarmee zowel de energieprestatie van nieuwe als de energie-index van bestaande gebouwen kan worden berekend voor woningbouw en utiliteitsbouw. Daarmee bereikt de EPG een betere afstemming tussen de verschillende rekenmethoden. Naar verwachting zal [NEN 7120 -](#)



[Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode](#) (nu nog ontwerpnorm 2009) in januari 2011 van kracht worden.

## Instrumenten en hulpmiddelen

### Instrumenten

- [GPR Gebouw](#)

Instrument voor duurzaam ontwikkelen en bouwen. Het programma biedt gereedschappen voor duurzaam beleid, helpt u in het keuzetraject en maakt duurzaamheidsprestaties inzichtelijk voor elke betrokken partij.

- [GreenCalc – Milieu-Index-Gebouw \(MIG\)](#)

De duurzaamheid van een woning, school, kantoorgebouw, winkel, gezondheidscentrum of wijk wordt in GreenCalc+ uitgedrukt in één overzichtelijk getal: de milieu-index. Het gebouw of de wijk wordt beoordeeld op de aspecten energiegebruik, watergebruik, materiaalgebruik en mobiliteit. GreenCalc+ geeft een zeer compleet en integraal overzicht van de duurzaamheid.

- [PHPP – passiefhuis](#)

De PHPP, ontwikkeld door het Passivhaus Institut in Darmstadt (Duitsland), is in Europa de belangrijkste rekenmethode om onder meer tot passief bouwen en passief renoveren te komen.

- [Toolkit Duurzame Woningbouw](#)

De Toolkit Duurzame Woningbouw helpt ontwikkelaars bij het organiseren van projecten met een kwalitatief hoog ambitieniveau op het gebied van duurzaamheid. De Toolkit reikt daarvoor diverse instrumenten aan: kwaliteitsprofielen, kwaliteitsaspecten, themabladen, energieconcepten en woningconcepten.

- [Toolkit Bestaande Bouw](#)

De Toolkit Bestaande Bouw (woningbouw) biedt praktische, integrale oplossingen voor energiebesparing en inzet van duurzame energie. Kwaliteitsaspecten als gezondheid, comfort, veiligheid, toegankelijkheid en betaalbaarheid komen in elk uitgewerkt concept aan de orde.

- [Toolkit Duurzame Kantoren](#)

De Toolkit Duurzame Kantoren is een praktische handleiding om op een goede en efficiënte manier tot een duurzaam kantoor te komen, van het eerste idee tot en met het selecteren van een passend concept en het doorzien van de consequenties.

- [BREEAM-NL](#)

BREEAM-NL is een beoordelingsmethode voor de duurzaamheid van gebouwen. Het stelt een standaard voor een duurzaam gebouw en geeft vervolgens aan welk prestatieniveau het onderzochte gebouw heeft (analyseren en verbeteren).



BREEAM-NL is specifiek bedoeld voor certificatie van nieuwbouw en grote renovatieprojecten.

## Praktijkvoorbeelden

### Energieneutrale concepten met voorbeelden

Hieronder volgen enkele concepten die (bijna) energieneutraal zijn.

#### *Passief Bouwen concept*

Het Passief Bouwen concept (vaak ook [Passiefhuis](#) genoemd) is geschikt voor woningbouw en utiliteitsbouw. Het zorgt zowel in de winter als in de zomer voor een gelijkmatig binnenklimaat, zonder traditioneel verwarming- of koelsysteem. Kenmerkend is het lage energieverbruik. Zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw wordt dit bereikt door optimaal gebruik te maken van stap 1 van de Trias Energetica: beperk de energievraag door bouwkundige maatregelen (extra isoleren, luchtdicht bouwen, vermijden koudebruggen en geïsoleerde ramen, deuren en kozijnen voorzien van HR +++ (drievoudig) glas). Daarnaast maakt het concept gebruik van WTW en zomernachtventilatie. Hierdoor is slechts weinig energie nodig om het gebouw of de woning op temperatuur te houden (bijvoorbeeld een kleine naverwarming van de ventilatielucht). De hoeveelheid energie is bij nieuwbouw vastgesteld op <math>< 15\text{kWh/m}^2</math> en bij een renovatieproject op <math>< 25\text{kWh/m}^2</math>, berekend met de PHPP-methode. De EPC ligt voor een woning ongeveer op 0,46. Het Passief Bouwen concept kan als een basis voor energieneutraal bouwen gelden. Meer informatie vindt u in de paragraaf [Van Bouwbesluit naar energieneutraal](#) en de [Toolkit Duurzame Woningbouw](#).

Voorbeelden:

- [Passiefwoningen in Almere](#)  
120 passiefwoningen met ventilatie voor bijverwarming op ruimteniveau, gebouwd volgens vooraf door de bewoners gekozen kwaliteitsprofielen.
- [Renovatie Kroeven](#)  
Hoogefficiënte renovatie van 244 woningen: energiereductie bij verwarming van 150 à 220 kWh/m<sup>2</sup> naar 20 à 30 kWh/ m<sup>2</sup>.

#### *Zonnehaardwoning*

In dit woningbouwconcept is de warmtevraag voor ruimteverwarming verkleind door extra isolatie en een tochtportaal. De woonkamer ligt op het zuiden. Aan die zijde zorgt een tweelaagse serre voor opwarming van de ventilatielucht. De woning heeft natuurlijke ventilatie. In de woonkamer staat een gashaard, op de verdiepingen zijn LT-radiatoren (zie [LTV](#)) geplaatst. Een vergrote zonneboiler met voorraadvat levert warmte voor warmtapwater en voor de radiatoren op de verdieping. In de winter wordt het voorraadvat bijverwarmd door een rookgascondensor op de gashaard. De EPC van de Zonnehaardwoning ligt net als bij een Passiefwoning op 0,46.



Ook dit concept is op te waarden naar energieneutraal. Hoewel fossiele brandstof (aardgas) deel uitmaakt van het concept, kan de compensatie door duurzame energie (meestal in de vorm van duurzaam opgewekte elektriciteit) door middel van een omrekenfactor verrekend worden.

Meer informatie: [Toolkit Duurzame Woningbouw](#); en [ZonneHaardWoning](#).

Een voorbeeld hiervan is [Veldzicht](#): een project met een hoog ambitieniveau, met zowel passieve als actieve benutting van zonne-energie.

### *Exergiebenadering*

De exergiebenadering is geschikt voor woningbouw en utiliteitsbouw. De centrale gedachte achter de exergiebenadering is om de kwaliteit van de aangeboden energie zoveel mogelijk aan te sluiten bij de kwaliteit van de gevraagde energie. Het is immers vreemd dat wij gas verbranden bij zeer hoge temperatuur (circa 1100°C) om er uiteindelijk ruimtes mee te verwarmen tot circa 20°C. Gas en elektriciteit zijn hoogwaardige vormen van energie. In feite zijn ze minder geschikt voor ruimteverwarming dan water met een temperatuur van bijvoorbeeld 35°C.

Ook bij de exergiebenadering is vraagbeperking het belangrijkste (stap 1 van de Trias Energetica). Daarna speelt de stedenbouwkundige situatie een rol: hoe is de oriëntatie op de zon, kan de ontwerper op een andere manier gebruik maken van zonnewarmte, is er laagwaardige (rest)warmte in de omgeving beschikbaar (Stap 2a en 2b van de Trias Energetica)?

Tot slot gaat het om de installatie. De brochure [Conceptlijn Exergiehuis](#) van de Innovatiewerkgroep van PeGO noemt onder meer:

- laagexergie afgiftesystemen (vloer- en/of wandverwarming/koeling);
- WTW (ventilatielucht, afvalwaterstromen);
- voorverwarming van de ventilatielucht (grond- of luchtcollectoren, trombewand);
- diverse buffering (warmte en koude, elektriciteit);
- elektriciteit (slimme energiemeter, peak shaving, laagspanningsnet);
- gebouwgebonden energielevering (zonthermisch; zon-pv; windenergie);
- lage temperatuur tapwater in relatie met maatregelen tegen legionella.

Een voorbeeld van de exergiebenadering is [Mijnwaterproject](#), waarbij mijnwater gebruikt wordt voor verwarming en koeling.

## **'Energie neutrale' projecten**

### *Woningbouw*

- [Energiebalanswoningen Kalterbroeken](#)  
Een groot energiebalansproject met WTW uit ventilatie en vraaggestuurde ventilatie op basis van CO<sub>2</sub>-meting.



- Woningproject [De Kantelen in Boxtel](#)  
Dit project realiseert een extreem lage EPC (0,00); in de praktijk blijken de woningen energieneutraal te zijn.
- [Powerhouse](#)  
Energieleverend nieuwbouwhuis in de stijl van de jaren dertig maar met de modernste duurzame technologie.
- [Wêrom Wenningen](#)  
Twee duurzame, energieneutrale modelwoningen naast het gemeentehuis in Kollum, waarvan één in traditionele bouw en één in houtskeletbouw. De gemeente wil daarmee de lokale bouwsector en inwoners laten zien dat kwalitatief hoogwaardig energieneutraal bouwen haalbaar is.

#### *Utiliteitsbouw*

- [Bussumse watertoren](#)  
Deze heeft een GreenCalc+-score 640, voorziet volledig in de eigen energiebehoefte, hergebruikt afvalwater en heeft geen rioolaansluiting nodig.
- [TNT Green Office](#)  
Huurder TNT werkte samen met consortium TRIODOS-OVG voor de realisatie van de TNT Green Office volgens de hoogste duurzaamheidseisen: CO<sub>2</sub>-emissievrij, LEED Platinum, Energielabel A++ en GreenCalc score 1000.

Nota bene: bovenstaande projecten niet niet allemaal strict energieneutraal te noemen op basis van het begrippenkader in de paragraaf '[Discussie en spraakverwarring](#)'. Meer inspirerende voorbeeldprojecten vindt u bij de [Praktijkvoorbeelden van Energieneutraal bouwen](#).

## Meer informatie

### Publicaties

- [Definitie CO<sub>2</sub> – en Energieneutraal voor Gebouwde Omgeving – Samenvatting; W/E adviseurs duurzaam bouwen; Utrecht 2009](#)
- [Innovatie in Energie – Overzicht van een aantal innovatieve energietechnieken voor de woningbouw; Agentschap NL, Utrecht 2008](#)
- Ontwerp NEN 7120 – Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode; NEN, Delft, 2009
- [Integraal ontwerpen in de gebouwde omgeving; Hogeschool Utrecht, 2005](#)
- Charette Winsum – Oost; Naar een integrale energie-ruimte visie; gemeente Winsum, 2006
- [Brochure 'Conceptlijn Exergiehuis', PeGO, 2007](#)
- [Conceptlijn Passiefhuis; PeGO; Utrecht, 2007](#)
- [Passiefhuizen in Nederland; Chiel Boonstra e.a.; Boxtel, 2006](#)
- Conceptlijn Exergiewoning; PeGO; Utrecht, 2007
- Nieuwe Nuts – Duurzame bronnen – lokale business; Stichting Innovatie Glastuinbouw en InnovatieNetwerk; Utrecht, 2008



- Boekje Passiefbouwen België
- [Uitwerkingsinstructie Passief Bouwen](#) – SBR 2009
- Uitgerekend Nul; Taal, Rekenmethode en Waarde voor CO<sub>2</sub> c.q. energieneutrale utiliteitsgebouwen; DHV, februari 2010 (binnenkort online via Agentschap NL)
- [Greenhouse Gas Protocol - The GHG Protocol for Project Accounting door GHG Protocol Initiative Team - 2003](#)
- [ISO 14064 standard - Greenhouse gas accounting and verification door ISO \(International Organization for Standardization\) - 1 March 2006](#)
- 'Energieprestaties van energie-efficiënte gebouwen' - TVVL-Magazine september 2008 (nr. 9) - ir. L. J.J.H.M. Gommans (te downloaden via [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl) > Publicaties > Archief TVVL Magazine)

### Infobladen

*Overzicht andere infobladen die voor dit onderwerp van belang kunnen zijn*

### Hyperlinks

- [Ergieneutraal Bouwen](#)
- [Gebiedsontwikkeling](#)
- [Excellente gebieden](#)
- [Klimaatneutrale gemeenten](#)
- [Energie & Gebouwde Omgeving](#)
- [Duurzame Energie Nederland \(DEN\)](#)
- [Energie Onderzoeks Subsidie \(EOS\)](#)
- [UKP NESK: Unieke Kansen Programma Naar Ergieneutrale Scholen en Kantoren - Agentschap NL](#)
- [Platform EnergieTransitie Gebouwde Omgeving \(PEGO\)](#)
- [Naar ergieneutraal](#)
- [Lente-akkoord](#)
- [Stichting Passief Bouwen](#)
- [Passiefhuis Nederland](#)
- [Passiefhuismarkt](#)
- [Duurzaam gebouwd](#)

### Trefwoorden

Ergieneutraal, energie-nul, CO<sub>2</sub>-neutraal, nulenergie, energiebalans, nul-emissie

### Disclaimer

*Dit informatieblad is een uitgave van Agentschap NL. Het is bedoeld als bron van informatie over nieuwe ontwikkelingen op het gebied van energie in de gebouwde omgeving (energiebesparing, energieconversie, enz.). Dit informatieblad is met grote zorgvuldigheid samengesteld. Desondanks stelt*





Agentschap NL  
Ministerie van Volkshuisvesting,  
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

*Agentschap NL zich niet aansprakelijk voor schade en andere gevolgen van eventuele onvolkomenheden en/of onjuistheden. Voor op- of aanmerkingen kunt u contact met ons opnemen via [www.agentschapnl.nl/energieneutraalbouwen](http://www.agentschapnl.nl/energieneutraalbouwen).*