



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties



>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal Ondernemen*

Toelichting

Dit infoblad is voor bouwprofessionals, met name voor hen die bij het ontwerpen van gebouwen en woningen zijn betrokken, en heeft als doel om u te informeren over de Trias Energetica, toegepast voor energieneutraal bouwen.

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

Leeswijzer

Wat vindt u in de hoofdstukken?:

- ‘[Wat en waarom de Trias Energetica](#)’ beschrijft de principes en aandachtspunten.
- ‘[Hoe past u de Trias Energetica toe?](#)’ laat zien hoe de strategie in proces en techniek kan worden toegepast voor energieneutraal bouwen.
- ‘[Aanvullende informatie](#)’ geeft een overzicht van aanvullende (achtergrond)informatie, literatuur en dergelijke.

Samenvatting

Energiebesparing in woningen en gebouwen staat volop in de belangstelling. Voor alle nieuwbouw zijn we in de Europese Unie op weg naar (bijna) energieneutraal bouwen in 2020. Maar hoe kies je nu de juiste maatregelen? Welke mix van maatregelen leidt tot een betrouwbaar en energiezuinig resultaat dat voor de gebruiker prettig is om in te verblijven en dat de woonlasten of exploitatiekosten laag houdt?

Dit Infoblad geeft informatie over de meest toegepaste strategie voor energiezuinig bouwen: de Trias Energetica. Met name hoe die strategie kan worden toegepast bij energieneutraal bouwen, zódanig dat het belangrijke voordeel van de Trias Energetica benut wordt: een zo duurzaam mogelijke energievoorziening die tevens de meest kosteneffectieve oplossing is.

In de eenvoudigste vorm ziet de Trias Energetica er zo uit:

- Stap 1. Beperk de energievraag
- Stap 2. Gebruik energie uit hernieuwbare¹ (duurzame) bronnen
- Stap 3. Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt

Voor energieneutrale gebouwen en woningen is een extra slag nodig:

- Stap 1. Beperk de energievraag
- Stap 2a. Gebruik energie uit reststromen
- Stap 2b. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen
- Stap 3. Indien gebruik van eindige (fossiele) energiebronnen onvermijdelijk is, gebruik ze dan zeer efficiënt en compenseer dit op jaarbasis met 100% hernieuwbare energie

¹ Hernieuwbare energie: daar waar in Nederland veelal de term 'duurzame energie' werd gehanteerd, gebruikt men in recente Europese Richtlijnen de term 'hernieuwbare energie', of 'energie uit hernieuwbare bronnen', in de (Herziene EPBD-) RICHTLIJN 2010/31/EU gedefinieerd als: 'energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk: wind, zon, aerothermische, geothermische en hydrothermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen'.

In navolging van de EU Richtlijnen hanteren we in dit Infoblad de termen 'energie uit hernieuwbare bronnen' en 'hernieuwbare energie'.



Waarom de Trias Energetica?

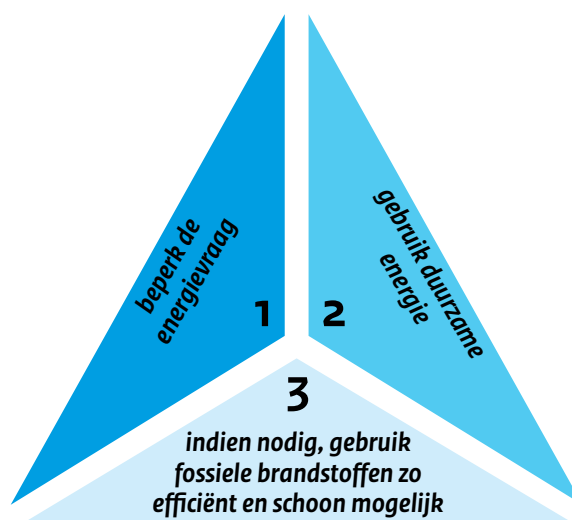
Wat is de Trias Energetica?

De Trias Energetica is de meest toegepaste strategie om energiebesparende maatregelen te nemen, zodat ze op een efficiënte manier samenwerken. Efficiënt in de zin van: zo duurzaam mogelijk, dus zo energiezuinig mogelijk en met zoveel mogelijk gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen. Maar ook in de zin van kosteneffectiviteit: er wordt meer energie bespaard per bestede euro.

Het begrip werd in 1996 geïntroduceerd door Novem (E. Lysen). Als strategie is dit uitgewerkt door TU Delft (C. Duijvestein), waardoor er nadruk kwam te liggen op de *volgorde* van de opeenvolgende stappen.

In de eenvoudigste vorm ziet de Trias Energetica er zo uit:

- Stap 1. Beperk de energievraag
- Stap 2. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen
- Stap 3. Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt



Trias Energetica

Principes van de 3 stappen

Het principe van de Trias Energetica is dat stap 1 de meest duurzame stap (kost geen energie in de gebruiksfase) en stap 3 de minst duurzame is (gebruikt fossiele energie); stap 2 zit daar tussen in: verbruikt wel energie, maar die is afkomstig uit hernieuwbare bronnen.

1. De stappen worden opeenvolgend genomen, zodanig dat eerst de maatregelen uit stap 1 worden genomen. De eerste stap is gericht op (steden)bouwkundige maatregelen die de vraag verminderen. Het gaat dus om 'passieve' maatregelen die geen hulpenergie vragen, zoals goed isoleren, luchtdicht bouwen en zongericht verkavelen.
2. Kan dit niet meer verantwoord gedaan worden, neem dan zoveel mogelijk maatregelen uit stap 2. De maatregelen van stap 1 reduceren de energievraag in belangrijke mate. Ideaal zou nu zijn als die verkleinde energievraag geheel door hernieuwbare energie kon worden gedekt. Dat is tot nu toe niet altijd mogelijk gebleken, en dan resteert stap 3:
3. Vul ten slotte een eventuele restvraag aan energie in met stap 3: gebruik fossiele energie zo zuinig en efficiënt mogelijk.

Praktische informatie over mogelijke maatregelen in stap 1, 2 en 3 vindt u in hoofdstuk: [Hoe past u de Trias Energetica toe?](#)

Waarom een strategie? Waarom de Trias Energetica?

Het is belangrijk om bij energiebesparende maatregelen een goede strategie te hanteren. Wie zonder goed begrip van de samenhang van maatregelen aan de slag gaat, kiest onbedoeld vaak dure maatregelen die zowel qua kosten als qua energiezuinigheid niet tot een optimaal resultaat leiden.

Een bekend voorbeeld daarvan is de ontwerper die erop gefocust is om warmtepompen te gaan toepassen. Maar omdat zoiets een extra investering vraagt, bezuinigt hij op goede isolatie en luchtdichtheid. Minder goed geïsoleerde gebouwen hebben een grotere warmtevraag, dit betekent een grotere (dus duurder) warmtepomp. Volgens de berekening voldoet het ontwerp misschien nog wel aan de vereiste EPC, maar het is niet de meest kostenefficiënte oplossing. En een die ook nog eens meer energie verbruikt.

De Trias Energetica geeft ontwerpers en bouwers duidelijke handvatten om de keuzes voor energiebesparende maatregelen in een logische samenhang te maken: zorg eerst voor een vermindering van de energievraag. Dat biedt het beste uitgangspunt om hernieuwbare energie in te zetten tegen zo laag mogelijke kosten. Ga spaarzaam om met de laatste en minst duurzame stap.

Een stap verder: naar energieneutraal

De Trias Energetica is dus een belangrijke leidraad om een kostenefficiënt en duurzaam resultaat te bereiken. Wie echter energieneutraal wil bouwen, moet stap 3 - 'Gebruik eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt' in feite helemaal vermijden (zie ook de Nieuwe Stappen Strategie, ontwikkeld door prof dr. A. van den Dobbelsteen). In deze nieuwe strategie wordt tussen de oude stap 1 en 2 de stap 'Hergebruik reststromen' toegevoegd; denk in het kader van energieneutraal bouwen aan restwarmte, warmteterugwinning en dergelijke.

In het volgende hoofdstuk hebben we de Trias Energetica en de Nieuwe Stappen Strategie samengevoegd en vertaald naar mogelijke maatregelen voor energieneutrale gebouwen en woningen.



Hoe past u de Trias Energetica toe?

Aanpak Trias Energetica voor energieneutraal bouwen

De oorspronkelijke vorm van de Trias Energetica is, zoals gezegd:

- Stap 1. Beperk de energievraag
- Stap 2. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen
- Stap 3. Gebruik eindige energiebronnen efficiënt

Voor energieneutrale gebouwen en woningen is een extra slag nodig. Wanneer we de Trias Energetica en de Nieuwe Stappen Strategie vertalen naar energieneutraliteit, levert dat de volgende stappen op:

- Stap 1. Beperk de energievraag
- Stap 2a. Gebruik energie uit reststromen
- Stap 2b. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen
- Stap 3. Indien gebruik van eindige (fossiele) energiebronnen onvermijdelijk is, gebruik ze dan zeer efficiënt en compenseer dit op jaarbasis met 100 procent hernieuwbare energie

Toepassing Trias Energetica voor energieneutraal bouwen

Voor energieneutraal bouwen kan de Trias Energetica op de volgende manier in maatregelen worden vertaald. Ook hier is het voor een duurzaam resultaat essentieel dat de stappen in de juiste volgorde worden genomen.

Stap 1. Beperk de energievraag

De eerste stap is gericht op (steden)bouwkundige maatregelen die de vraag verminderen, dat wil zeggen passieve maatregelen die geen hulpenergie vragen.

Stedenbouwkundige maatregelen, zoals:

- oriëntatie op de zon (ook van belang voor opwekking hernieuwbare energie)
- stedenbouwkundige compactheid om externe warmtelevering mogelijk te maken

Bouwkundige maatregelen, zoals:

- goed isoleren
 - Rc-waarde 5,0 en hoger van de gesloten buitenschil, isolatiemateriaal zorgvuldig aaneensluitend tegen achterliggende constructie, voorkom koudebruggen, isoleer ook woningscheidende wanden en vloeren, lage U-waarden van ramen, deuren en kozijnen, HR+++ glas
- hoge luchtdichtheid
 - goede kierdichting en luchtdichtheid aansluitdetails

- daglicht
 - veel daglicht, lichte kleuren en reflecterende oppervlakten hebben positief effect op het welzijn van de gebruiker en beperken het energieverbruik van kunstlicht
- indeling: zonering en compartimentering
 - groepering van ruimten: situeer ruimten waar koelte of warmte gewenst is bij elkaar (zonering) en aan de koele resp. warme zijde van het gebouw
 - compartimenteren = functies thermisch van elkaar scheiden; voorbeelden: isoleren van vloeren en wanden van onverwarmde of gekoelde ruimten
- gebouwmassa (in combinatie met nachtventilatie)
 - opslag van energie in de (steenachtige) gebouwmassa dempt ongewenste opwarming of afkoeling (gebouwmassa houdt warmte of koude vast, daardoor kan energie bespaard worden: (natuurlijke) zomernachtventilatie koelt de massa af zodat overdag geen koeling nodig is; in de winter wordt zonnearmte opgeslagen in diezelfde gebouwmassa)
- de vorm: compact bouwen
 - een compact gebouw (benadert de bolvorm) met weinig uitstulpingen heeft energetisch de voorkeur; in de praktijk vaak lastig te realiseren in relatie tot andere eisen aan het gebouw

Minder voor de hand liggende voorbeelden zijn:

- de integratie van bouwkundige en installatietechnische elementen (zoals vloersystemen waarin energie-installaties zijn geïntegreerd), in ieder geval maatregelen die zelf geen energie vragen. Een aanpak om zo'n geïntegreerd ontwerp te maken is te vinden in het [Infoblad 'Integraal ontwerpen'](#).
- (bouwkundige) zonwering en dergelijke passieve zonne-energie (PZE) is het directe gebruik van zonnearmte en -licht in gebouwen. PZE is met name in de koude jaargetijden gewenst. Daarom zijn maatregelen (zonwering, dakoverstekken) nodig om oververhitting in de warmere perioden te voorkomen.
- fase-veranderende materialen (PCM's) kunnen warmte opslaan en langzaam weer afstaan, waardoor temperatuurschommelingen worden gedempt

Renovatie

Uiteraard kan de Trias Energetica ook worden toegepast bij de renovatie van een gebouw; in dat geval zijn de mogelijkheden beperkter, doordat bijvoorbeeld de vorm van het gebouw of de oriëntatie op de zon vaststaan. Wel zijn er mogelijkheden op het gebied van isolatie van de schil, de beglazing of de indeling.

Stap 1 maakt energiezuinige technieken mogelijk

Een lage energievraag en een lage koellast maken het toepassen van energiezuinige technieken mogelijk. Het voordeel van een lage energievraag is dat voor de verwarming volstaan kan worden met lage temperatuur verwarming (LTV). LTV is met name geschikt voor vloeren wandverwarming en maakt de combinatie met een zonneboiler en/of warmtepomp mogelijk. Daardoor bespaart LTV energie en ook – als we de combinatie met stap 3 maken – doordat een HR-verwarmingsketel dan met een veel hoger rendement kan werken (zie ook de publicatie '[Vademecum energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen](#)' (Agentschap NL, 2010; te bestellen bij uitgeverij Aeneas). Het voorkomen van geforceerde koeling, bij voorkeur door (steden)bouwkundige maatregelen, heeft veel voordelen. Een kleine koelvraag maakt het namelijk in veel gevallen mogelijk om met natuurlijke zomernachtkoeling te werken.

Stap 2a. Gebruik energie uit reststromen

De tweede stap is gericht op het gebruik van energie uit reststromen en energie uit hernieuwbare bronnen. Voor de reststromen valt met name te denken aan:

- Warmteterugwinning (WTW)
 - In feite komt hier alle warmte in aanmerking die via afvoerstromen het gebouw verlaat. In eerste instantie kun je denken aan reeds bekende installaties als WTW uit douchewater of WTW uit afgevoerde ventilatielucht. Maar bij het zoeken naar steeds méér of betere energiebesparing komen ook minder bekende toepassingen in beeld, zoals in de Venningswijk te Kortrijk: 250 woningen in de eerste CO₂-neutrale wijk van België. Uit een studie voor die wijk blijkt onder andere dat 30 procent van de warmteverliezen via de riolering plaatsvindt, en daarom komt hier WTW in het riool, op wijkniveau.
- Restwarmte
 - Benut restwarmte uit de nabije omgeving (bijvoorbeeld warmte uit industriële processen)

Stap 2b. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen

Hernieuwbare energie, die op gebouwniveau kan worden toegepast, valt onder te verdelen in:

1. Zonne-energie
 - zon-thermische energie: directe en indirecte zonnearmte wordt omgezet in warm (tap)water dat wordt opgeslagen in (zonne)boilers. Deze installaties kunnen ook goed met warmtepompen worden gecombineerd.
 - fotovoltaïsche (PV-) cellen: zonne-energie wordt direct omgezet in elektriciteit. Niet-gebruikte elektriciteit kan terug worden geleverd aan het elektriciteitsnet.
2. Warmtepomp en lage temperatuurverwarming (LTV) met bodem, water of lucht als warmtebron

3. Warmte-koude opslag (WKO); opslag van warmte en koude in de bodem kan het verschil tussen aanbod en vraag overbruggen
4. Windenergie: urban turbines kunnen een (bescheiden) bijdrage leveren aan de energieopwekking in de gebouwde omgeving, zie de publicatie '[Praktische toepassing van miniwindturbines, Handleiding voor gemeenten](#)'

Meer informatie:

Meer informatie over toepassing van zonne-energie, wind-energie, warmtepompen en warmte-/koudeopslag op de website van [Duurzame Energie in Nederland \(DEN\)](#) van RVO.nl.

Stap 3. Indien gebruik van eindige (fossiele) energiebronnen onvermijdelijk is, gebruik ze dan zeer efficiënt en compenseer dit op jaarbasis met 100% hernieuwbare energie

Stap 3 is qua duurzaamheid de laagste stap van de Trias Energetica. Als alles is gedaan aan energiebesparing en hernieuwbare energie, is het zaak om de installaties (voor verwarming, warm tapwater, koude, ventilatie, maar ook liften, niet gebouwgebonden apparatuur) en verlichting zo efficiënt mogelijk te laten werken. Belangrijk is dat het energieverbruik zo laag mogelijk gehouden wordt, zodat het verbruik van fossiele energiebronnen door hernieuwbare energie kan worden gecompenseerd. De volgende mogelijkheden zijn er om efficiënt van de eindige energiebronnen gebruik te maken:

- Hoog Rendement (HR)-installaties en –apparatuur: met HR-installaties (cv-ketels, cv-warmwatercombi's) en systemen voor LTV (lage temperatuur verwarming) kan het rendement aanzienlijk worden verhoogd. HR-ventilatoren maken gebruik van energiezuinige voorzieningen van een laag voltage, nieuwe generatie warmtewisselaars.
- Energie-efficiënte verlichting: hoogfrequente, regelbare en dimbare verlichting, aanwezigheidsdetectie, tijdschakelaars en daglichtregeling; meer informatie bij de Taskforce Verlichting
- Lage warmteproductie: door energiezuinige kantoorapparatuur, veel daglichttoetreding en energie-efficiënte verlichting kan de behoefte aan koeling zó afnemen dat koeling door natuurlijke nachtventilatie afdoende is
- Besparing warm tapwater: er wordt niet alleen water bespaard, maar ook het energieverbruik beperkt; houd aanvoerleidingen kort en isoleer ze

- Ventilatie: juiste regeling van ventilatieapparatuur (tijd, tijdstip en hoeveelheid). Optimaliseer ook het ventilatievoud (het aantal malen dat de totale inhoud van een ruimte per uur volledig wordt ververs door buitenlucht), bijvoorbeeld door een behoefte-afhankelijke regeling.

Maatregelen die deels op het vlak van de gebruiker liggen kunnen niettemin onderdeel zijn van het totale ontwerp door er afspraken over te maken in het PvE/ontwerp-uitgangspunten:

- Tegengaan van verspilling
 - energiezuinige kantoorapparatuur, tegengaan dat apparatuur op de stand-by stand blijft staan (voor het sluikstroomverbruik in Nederland zijn twee grote elektriciteitscentrales nodig; bovendien voorkomt het onnuttige warmteproductie)
 - praktische maatregelen die verspilling tegengaan: licht uit, deuren dicht, verwarming laag in ruimten die niet gebruikt worden; vraagt in de woningbouw een actieve houding van de bewoner. Onderzoek toont aan dat hiermee een besparing van zo'n 10 procent kan worden behaald. Domotica kan in bepaalde gevallen ook tot besparingen leiden.
 - in de utiliteitsbouw zijn er geavanceerde hulpmiddelen beschikbaar om energiezuinig gedrag te ondersteunen: aanwezigheidsmelders die de verlichting aansturen, daglichtafhankelijke verlichtingsregelingen, vraaggestuurde ventilatie met CO₂-meting en dergelijke.



Aanvullende informatie

Publicaties

- [EnergieVademecum](#) – Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen; Agentschap NL, 2010; te bestellen bij uitgeverij Aeneas

Infobladen

- [Infoblad Integraal ontwerpen](#)
- [Infoblad Energieneutrale woningbouw](#)
- [Infoblad Energieneutrale scholen en kantoren](#)

Dit is een publicatie van:
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T 088 602 90 00
E energieneutraalbouwen@rvo.nl
W www.rvo.nl/energieneutraalbouwen
© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | Januari 2015

Publicatienummer: RVO-072-1401/FD-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van met ministerie van Economische Zaken.

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Deze brochure is met grote zorgvuldigheid samengesteld. Om de leesbaarheid te bevorderen zijn juridische zinsneden vereenvoudigd weergegeven. Soms betreft het ook delen van of uittreksels van wetteksten. Aan deze brochure en de daarin opgenomen voorbeelden kunnen geen rechten worden ontleend. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland is niet aansprakelijk voor de gevolgen van het gebruik ervan. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke