



# *Innovatieve opties BENG*

*In opdracht van het ministerie van Economische Zaken*

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



**OPLEGNOTITIE: UPDATE  
INNOVATIEVE OPTIES BENG**

**RVO.nl**

10 november 2022

*Partner in 't hart van de bouw!*

---

## Update innovatieve opties BENG

Oplegnotitie behorend bij onderzoek 'Onderzoek innovatieve opties BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen)' uit 2016

---

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl)

Slachthuisstraat 71  
6041 CB Roermond



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

Vertegenwoordigd door: De heer M.H.L. Verkuijlen

---

**Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.**

Dr. van Lookeren Campagneweg 16  
Postbus 40147  
8004 DC Zwolle  
Telefoon 038 - 467 00 30  
E-mailadres info@nieman.nl

**DWA**

Duitslandweg 4  
Postbus 274  
2410 AG Bodegraven  
Telefoon 088 - 163 53 00  
E-mailadres dwa@dwa.nl

---

Uitgevoerd door:                      drs. J. van der Heide (DWA)  
  ing. H.L. Vreemann (DWA)  
  ing. A.F. Kruithof (Nieman)  
  ing. T.G. Haytink (Nieman)

*Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring.](#)*

---

Referentie:                              20151318.002 / 26483

Status:                                    Definitief

Datum:                                    10 november 2022

---

## Inhoudsopgave

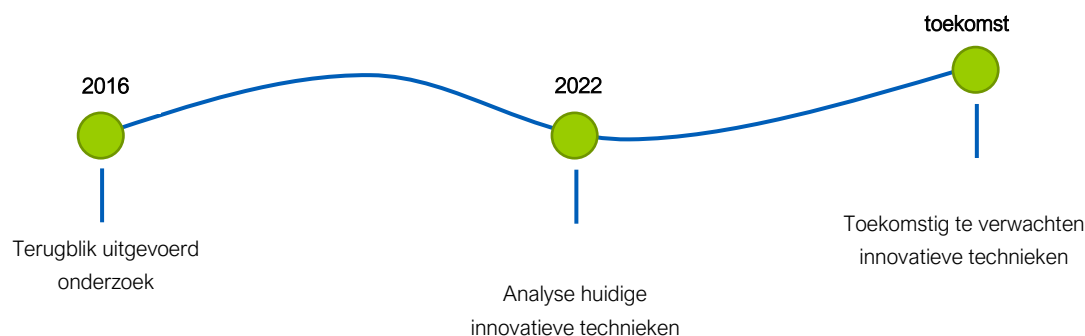
Hoofdstuk 1	Inleiding	4
Hoofdstuk 2	Samenvatting	5
Hoofdstuk 3	Terugblik onderzoek innovatieve opties BENG uit 2016	7
Hoofdstuk 4	Overzicht huidige & toekomstige innovatieve technieken	12
4.1	Groslijst	13
4.2	Selectie nader uit te werken technieken	15
Hoofdstuk 5	Toelichting innovatieve technieken	17
5.1	Dynamisch glas	18
5.2	Vacuümglas	19
5.3	Thermisch/elektrische collector (PVT)	20
5.4	Kleine collectieve systemen	21
5.5	(Kleinschalige) seizoensopslag van warmte	22
5.6	Bifacial panelen	24
5.7	Opslag van elektra (gebouw)	25
5.8	Onderdimensioneren omvormers	27
5.9	Bidirectioneel laden elektrische voertuigen / gebiedsniveau	28
Bijlage 1 -	Gebruikte begrippen	
Bijlage 2 -	Groslijst: omschrijving + afweging verdere uitwerking	

## Hoofdstuk 1 Inleiding

In 2016 hebben Nieman Raadgevende Ingenieurs en DWA onderzoek verricht naar innovatieve opties voor BENG-concepten. Dit onderzoek is destijds uitgevoerd op basis van de bepalingsmethode NEN 7120 (EPC-methodiek) in combinatie met de handreiking BENG. In het onderzoek zijn zeventien innovatieve technieken beschouwd en is het effect van die technieken op de energieprestatie van het gebouw berekend. De innovaties richtten zich voornamelijk op bouwkundige aspecten, het ventilatiesysteem, verwarming- en tapwatersysteem, verlichting en maatregelen om het thermisch comfort in de zomerperiode te verhogen. Deze oplegnotitie is een update van het onderzoek uit 2016.

### Doel

Het doel van de update is om een geactualiseerd beeld te krijgen van de mogelijkheden, bijvoorbeeld in de vorm van nieuwe, innovatieve technieken en integrale concepten, die in (bijna) energie-neutrale gebouwen toegepast kunnen worden. Hiervoor is een terugblik op het uitgevoerde onderzoek wenselijk en een actualisering van de innovatieve technieken die momenteel en de komende jaren beschikbaar zijn.



### Leeswijzer

De opbouw van deze notitie is als volgt:

- Hoofdstuk 2: Samenvatting
- Hoofdstuk 3: Terugblik onderzoek innovatieve technieken uit 2016
- Hoofdstuk 4: Overzicht huidige en toekomstige innovatieve technieken
- Hoofdstuk 5: Toelichting innovatieve technieken

## Hoofdstuk 2 Samenvatting

In het onderzoek 'Innovatieve opties BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen)' uit 2016 is van verschillende technieken doorgerekend wat het effect is op de energieprestatie van een gebouw. Een deel van die technieken is inmiddels verwerkt in de NTA 8800 en kan dus direct volgens NTA 8800 worden gewaardeerd. Voor technieken die wel in de NTA 8800 kunnen worden gewaardeerd, zijn er twee mogelijkheden:

- De techniek wordt direct opgenomen in de bepalingmethode NTA 8800;
- Voor de techniek wordt een kwaliteitsverklaring of gelijkwaardigheidsverklaring opgesteld die goedgekeurd wordt door de Bureau Controle en Registratie Gelijkwaardigheid (BCRG).

Andere technieken hebben een raakvlak met de NTA 8800, maar kunnen niet direct gewaardeerd worden.

In deze oplegnotitie is een update van verschillende innovatieve oplossingen opgenomen. Hierbij zijn geen berekeningen of uitgebreide analyses van de techniek opgenomen, slechts een korte beschrijving. Het overzicht van technieken en beschrijvingen daarvan is daarom niet uitputtend qua voorbeelden en vraagt om een regelmatige herijking. Innovatief is in deze update van het onderzoek gedefinieerd als alle technieken die op dit moment nog niet gangbaar worden toegepast bij nieuwbouw. In deze notitie komen negen willekeurig gekozen technieken aan bod. Daarbij zijn technieken die geleverd worden door één leverancier of fabrikant niet nader omschreven.

Naast technieken die momenteel marktrijp zijn, zijn er ook technieken die van belang zijn in de energietransitie de komende jaren. Deze technieken zijn veelal (nog) niet te waarderen of spelen (nog) geen rol van betekenis in de huidige bepalingmethode NTA 8800. Denk daarbij aan opslag van energie, het beperken van netcongestie of het 'waarderen' van dynamisch gedrag.

In tabel 1 is een samenvatting opgenomen van de negen technieken die in deze notitie zijn omschreven. Per techniek is aangegeven of de techniek geschikt is voor de woning- en/ of utiliteitsbouw en op welke EP-indicator de techniek met name effect heeft. Een nadere toelichting per techniek is opgenomen in hoofdstuk 5.

Tabel 1: Samenvatting

Techniek	W / U-bouw	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>juli</sub>
1. Dynamisch glas: schakelbare g <sub>gl</sub> -waarde	W/U	☑			☑
2. Vacuümglas	W/U	☑			☑
3. Warmtepomp op thermisch collector (PVT)	W		☑	☑	optie
4. Kleine collectieve systemen	W		☑	☑	optie
5. (Kleinschalige) seizoenopslag van warmte	W/U		⊗	⊗	optie
6. Bifacial panelen	W/U		☑	☑	
7. Opslag van elektra (gebouw)	W/U		⊗	⊗	
8. Onderdimensioneren omvormers	W/U		⊗	⊗	
9. Bidirectioneel laden elektrische voertuigen	W		⊗	⊗	

Legenda:

☑ van invloed op de betreffende EP-indicator

⊗ momenteel geen bijdrage aan EP van gebouw, wel aan energietransitie

Optie: afhankelijk van de uitvoering van de techniek heeft dit wel of geen invloed op TO<sub>juli</sub>

Zwolle, 10 november 2022

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

DWA

T.G. Haytink / A.F. Kruithof

J. van der Heide / H.L. Vreemann

Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring](#). De inhoud van dit document is vertrouwelijk en uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n). Gebruik, openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan. Op al onze diensten en producten zijn onze [algemene voorwaarden](#) van toepassing.

### Hoofdstuk 3 Terugblik onderzoek innovatieve opties BENG uit 2016

Er zijn in het uitgevoerde onderzoek in 2016 zeventien technieken nader beschouwd. Van deze technieken is destijds onderzocht wat het effect op de energieprestatie van een gebouw is. Het overgrote deel van die analyses zijn statisch berekend op basis van de destijds geldende bepalingsmethode (NEN 7120 in combinatie met handreiking BENG) en zes technieken zijn met een dynamisch simulatiemodel doorgerekend. Inmiddels is een aantal van deze technieken opgenomen in de bepalingsmethode NTA 8800. Een aantal andere technieken waarbij de energiebesparing zich richt op het dynamisch gedrag van de gebruiker zijn vaak niet rechtstreeks te waarderen in NTA 8800. In deze terugblik maken we inzichtelijk welke technieken op welke wijze verwerkt zijn.

Tabel 2: Onderzochte technieken uit 2016

Techniek	Opgenomen in NTA 8800?
<b>Statische berekeningen</b>	
1. Ventilatiesysteem C met CO <sub>2</sub> -sturing per vertrek (woningbouw)	Ja
2. Ventilatiesysteem D met CO <sub>2</sub> -sturing per vertrek (woningbouw)	Ja
3. Ionisatie van ventilatielucht (utiliteitsbouw)	Nee
4. Warmtepomp met zeer hoog rendement (alle gebouwfuncties)	Ja, d.m.v. BCRG-verklaring
5. LT-verwarming met booster warmtepomp voor tapwater (woningbouw)	Ja
6. Absorptiewarmtepomp op duurzame warmte met wko (utiliteitsbouw)	Ja
7. Adiabatische- of dauwpuntkoeling	Ja
8. Ledverlichting	Ja
9. Viervoudig glas	Ja
10. GebouwinTEGRATIE van pv	Ja
11. Opslag van warmte en koude in ijsbuffer	Ja, d.m.v. BCRG-verklaring
<b>Dynamische berekeningen</b>	
12. Slimme lichtregeling (organic response)	Nee, behoudens aanwezigheidsdetectie en/of daglichtafhankelijke regeling
13. Klimatisering op basis van gebouwbezetting	Nee, behoudens CO <sub>2</sub> -sturing van ventilatiesysteem of sturing van afgiftesysteem
14. Geïsoleerde luiken (zomernachtventilatie)	Ja, zomernachtventilatie zit in de NTA 8800.
15. Warmte-/koudezoning	Nee
16. Geperforeerde luiken (dynamische transparante delen) geschakeld op zoninstraling	Ja, cf. bijlage A NTA 8800. Echter: dynamische regeling is niet verwerkt in het opnameprotocol en kan daardoor niet worden gewaardeerd
17. Niet geperforeerde luiken geschakeld op zoninstraling die in de winter en 's nachts gesloten zijn	Ja: thermisch effect in NTA 8800, maar is niet in de opnameprotocollen uitgewerkt. Nee: voor wat betreft beïnvloeding van de zoninstraling



## Toelichting

- *Ad. 1 & 2. Vraaggestuurde ventilatie*

Ten tijde van het onderzoek in 2016 maakte ventilatie onderdeel uit van de mogelijkheden om de energiebehoefte (EP1) te verlagen. Vandaar dat vraaggestuurde ventilatie op basis van CO<sub>2</sub> een belangrijke aanvulling vormde om de voorgenomen eis voor de energiebehoefte te behalen. In het huidige stelsel is voor de bepaling van de energiebehoefte het ventilatiesysteem vastgesteld op systeem C1 en heeft het wijzigen van het ventilatiesysteem dus geen invloed op de indicator energiebehoefte (EP1). Uiteraard wel op het verlagen van de netto-warmtebehoefte en het primair fossiel energiegebruik en is het ventilatiesysteem essentieel voor een comfortabel en gezond binnenklimaat. Vraaggestuurde ventilatie kan zowel op basis van forfaitaire waarden uit de NTA 8800 als productspecifiek met BCRG-verklaring worden ingevoerd.
- *Ad 3. Ionisatie*

Door de ionisatie van ventilatielucht kan met een lager ventilatiedebiet (tot het minimumniveau van de bouwregelgeving) worden volstaan. Deze techniek richt zich voornamelijk op de binnen luchtkwaliteit, en in mindere mate op de verbetering van de energieprestatie. De techniek en kan tot op heden niet ingevoerd worden in de NTA 8800.
- *Ad. 4 t/m 6. Warmtepompen: zeer hoog rendement, boosterwarmtepomp, absorptiewarmtepomp*

Een warmtepomp met een zeer hoog rendement, met een BCRG-verklaring, kan worden meegenomen in een BENG-berekening. Voor een boosterwarmtepomp en een absorptiewarmtepomp op een WKO zijn in NTA 8800 forfaitaire waarden gegeven. Die kunnen dus rechtstreeks, zonder kwaliteitsverklaring, ingevoerd worden in de BENG-berekening. Daarnaast kunnen systemen met afwijkende rendementen, die voorzien zijn van een BCRG-kwaliteitsverklaring, worden berekend.
- *Ad. 7. Adiabatische of dauwpuntskoeling*

Deze vorm van koeling, waarbij de mate van koeling afhankelijk is van de natteboltemperatuur kan direct in de NTA-berekening worden ingevoerd.
- *Ad. 8. LED-verlichting*

Voor de BENG-berekening van de utilitaire gebouwen maakt verlichting onderdeel uit van het primair fossiel energiegebruik. Het verlichtingsvermogen [ $W/m^2$ ] is een belangrijke parameter hierbij. Toepassing van LED-verlichting leidt tot een laag verlichtingsvermogen, wat een positief effect heeft op de energieprestatie van een gebouw.
- *Ad. 9. Vierbladig glas*

In de detailmethodiek kan de werkelijke thermische kwaliteit ( $U_w$ -waarde) van een raam op basis van de NTA 8800 worden bepaald. Een lagere  $U_w$ -waarde draagt bij aan het verlagen van de energiebehoefte. Dit kan echter een contraproductief effect hebben op TO<sub>juli</sub>. Vooralnog is vierbladig glas nog niet gangbaar in de bouwpraktijk.

- *Ad. 10. Gebouwingegratie van PV-panelen*  
PV-panelen op- of aan de gevel kunnen worden meegenomen in de BENG-berekening. De hellingshoek, oriëntatie en type paneel wordt daarbij gespecificeerd en bepaalt het effect van de PV-panelen.
- *Ad. 11. Opslag van warmte en koude in ijsbuffer*  
Deze en andere vormen van opslag van warmte en koude gedurende de seizoenen blijven belangrijke ontwikkelingen in de energietransitie. Een dergelijke vorm van opslag is vooralsnog niet direct in NTA 8800 opgenomen, waardering van deze techniek is daardoor uitsluitend mogelijk via een kwaliteitsverklaring.
- *Ad. 12. Slimme lichtregeling*  
In grotere kantoorgebouwen kan er sprake zijn van een onvolledige bezetting. Organic Response is een intelligent lichtsturingssysteem waarbij elke afzonderlijke armatuur zelf bepaalt wat er gebeurt op basis van de aanwezigheid van personen in de onmiddellijke omgeving, de beschikbare hoeveelheid omgevingslicht en informatie die wordt doorgestuurd door naastgelegen armaturen. Op zijn beurt stuurt dit armatuur zijn informatie door naar de andere armaturen, zodat deze een beter geïnformeerde beslissing kunnen nemen. Deze slimme regeling kan in de NTA 8800 uitsluitend worden gewaardeerd via de schakeling van de verlichting (aan-/ afwezigheidsdetectie en/of een daglichtafhankelijke regeling).
- *Ad. 13. Klimatisering op basis van gebouwbezetting*  
Een technisch ontwerp van een gebouw dat uitgaat van een flexibel gebruik van het gebouw kan een aanzienlijke bijdrage leveren in het reduceren van het energiegebruik. Met behulp van de nieuwe technieken op regeltechnisch- en ICT-gebied van tegenwoordig is een gebouw 'intelligent' te maken (smart building). Hierdoor is het mogelijk om de klimatisering van het gebouw af te stemmen op het gebruik.
- *Ad. 14. Geïsoleerde luiken (zomernachtventilatie)*  
Geïsoleerde luiken hebben meerdere doelen. Deze spuivoorziening heeft naast het verminderen van de koelbehoefte als voordeel dat een geïsoleerd luik een betere warmteweerstand heeft dan glas. In de winterperiode heeft dit een positief effect op de vermindering van de warmtebehoefte.
- *Ad. 15. Warmte/koude zonerig*  
In de NTA 8800 wordt uitgegaan van een gelijkmatige temperatuur over het gehele gebouw, met een nachtverlaging van enkele °C. In de praktijk is er sprake van een temperatuurverschil tussen ruimten onderling (bijvoorbeeld de woonkamer, slaapkamer en de zolder), voor deze gebruikskennmerken zijn in NTA 8800 vaste waardes aangenomen.



- *Ad. 16. Geperforeerde luiken geschakeld op zoninstraling*

Deze geperforeerde luiken worden handmatig of automatisch op basis van stralingsintensiteit van de zon gestuurd en kunnen daarmee de koudebehoefte verlagen. Deze techniek is in bijlage A van NTA 8800 opgenomen maar is niet in de opnameprotocollen verwerkt.



- *Ad. 17. Niet geperforeerde luiken geschakeld op zoninstraling die in de winter 's nachts gesloten zijn*

Luiken kunnen voor zowel het beperken van de koudebehoefte als voor het beperken van de warmtebehoefte worden gebruikt. Een luik kan zowel in de winter- als zomerperiode een bijdrage kan leveren aan het beperken van de energiebehoefte. Een dicht luik verlaagt in de zomer de koudebehoefte en kan bij een warmtebehoefte de thermische kwaliteit van het raam verbeteren. In bijlage A van de NTA 8800 is de bepaling van dynamische transparante gebouwelementen qua thermische isolatie opgenomen. Deze techniek is niet in het opnameprotocol verwerkt.



*Niet-geperforeerde/niet geïsoleerde luiken*

In tabel 3 is aangegeven op welke EP-indicator de betreffende techniek met name van invloed is.

Tabel 3: Effect op EP-indicator

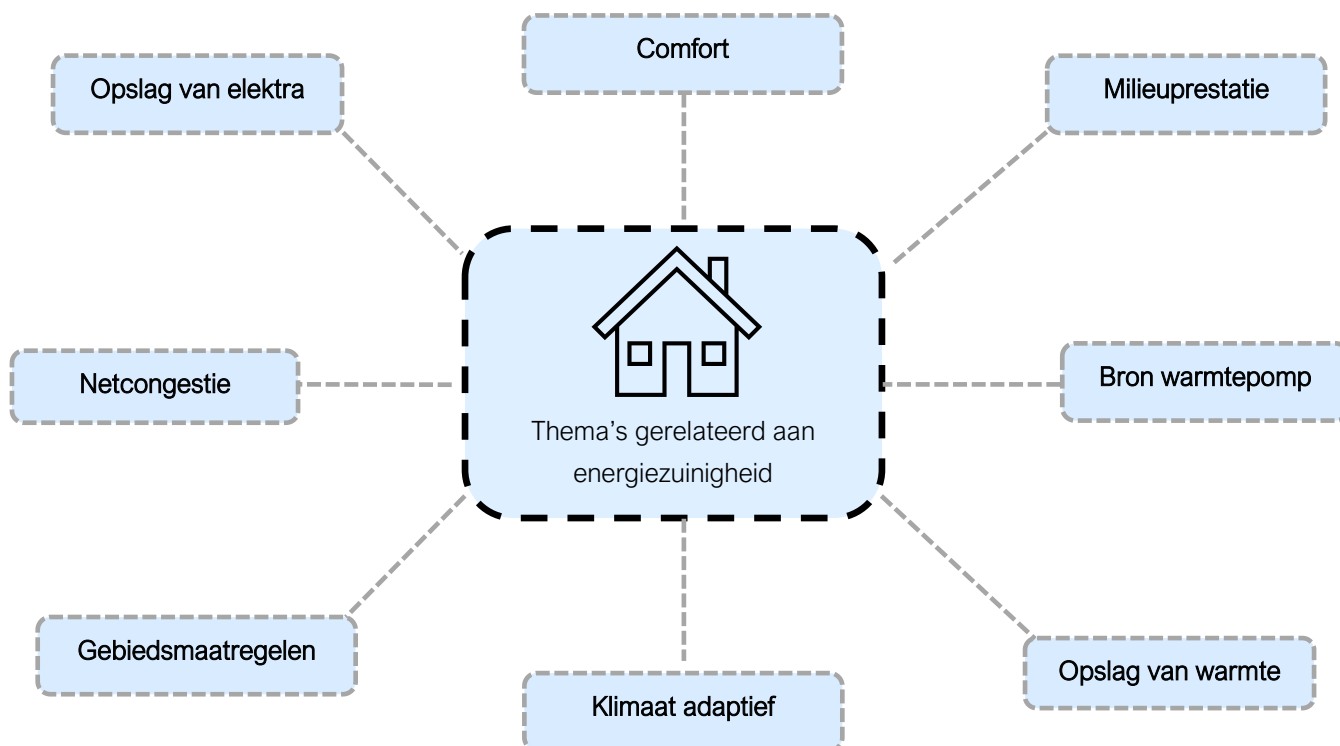
Techniek	W/U-bouw	EP-1	EP-2	EP-3	TO juli
<b>Statische berekeningen</b>					
1. Ventilatiesysteem C met CO <sub>2</sub> -sturing per vertrek	W		✓		✓
2. Ventilatiesysteem D met CO <sub>2</sub> -sturing per vertrek	W		✓		✓
3. Ionisatie van ventilatielucht	U	<i>Niet in NTA 8800 in te voeren</i>			
4. Warmtepomp met zeer hoog rendement	W/U		✓	✓	
5. LT-verwarming met booster warmtepomp voor tapwater	W		✓	✓	
6. Absorptiewarmtepomp op duurzame warmte met WKO	U		✓	✓	
7. Adiabatische- of dauwpuntkoeling	U		✓		✓
8. Ledverlichting	U		✓		
9. Viervoudig glas	W/U	✓	✓		✓
10. Gebouwintegratie van pv	W/U		✓	✓	
11. Opslag van warmte en koude in ijsbuffer	W/U		✓	✓	
<b>Dynamische berekeningen</b>					
12. Slimme lichtregeling (organic response)	U		✓		
13. Klimatisering op basis van gebouwbezetting	U		✓		
14. Geïsoleerde luiken (zomernachtventilatie)	W	✓	✓		✓
15. Warmte-/koudezoning	W	<i>Niet in NTA 8800 in te voeren</i>			
16. Geperforeerde luiken geschakeld op zoninstraling	W/U	✓	✓		✓
17. Niet geperforeerde luiken geschakeld op zoninstraling die in de winter en 's nachts gesloten zijn	W/U	✓	✓		✓

Hieruit volgt dat het merendeel van de technieken uit het onderzoek uit 2016 al in de NTA 8800 gewaardeerd kunnen worden. Hieruit wordt de ontwikkeling van techniek maar ook van de bepalingsmethode zichtbaar.

## Hoofdstuk 4 Overzicht huidige & toekomstige innovatieve technieken

In dit hoofdstuk wordt een groslijst gegeven van de verschillende toepasbare innovatieve technieken die er nu en op de middellange termijn zijn. Innovatief is hierbij gedefinieerd als alle technieken die op dit moment nog niet gangbaar worden toegepast bij nieuwbouw en bij de verduurzaming van bestaande gebouwen. De focus in deze oplegnotitie ligt met name op de nieuwbouw; gericht op de BENG-berekeningen. De groslijst is tot stand gekomen op basis van een brainstormsessie tussen DWA en Nieman Raadgevende Ingenieurs in samenspraak met RVO. Er zijn negen technieken geselecteerd om nader uit te werken. Een beschrijving van deze technieken is te vinden in hoofdstuk 5.

Verschillende technieken kunnen rechtstreeks of met een kwaliteitsverklaring gewaardeerd worden in de NTA 8800 voor de berekening van de energieprestatie van gebouwen. Andere technieken vallen (vooralnog) buiten de scope van de NTA 8800, zoals de opslag van elektriciteit, of hebben een groter raakvlak met de milieuprestatie van gebouwen. Ook zijn er technieken met een ander doel, bijvoorbeeld het beperken van netcongestie, die (indirect) van invloed zijn op de energetische prestatie.






## 4.1 Groslijst



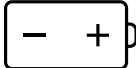


De groslijst met huidige en toekomstige innovatieve technieken is onderverdeeld in de volgende onderwerpen:

1. bouwkundig;
2. ventilatie;
3. verwarming/koeling en/of warmtapwater;
4. hernieuwbare energie / gebiedsmaatregelen;
5. opslag van elektra / beperken netcongestie;
6. smart buildings; en
7. combinaties met klimaatadaptatie / natuurinclusief.

In tabel 4 is een overzicht opgenomen van technieken die nog niet gangbaar worden toegepast bij het engineeren van een gebouw en dus ook niet bij het opstellen van energieprestatieberekeningen. Ditzelfde overzicht is opgenomen in bijlage 2, waarbij is aangegeven waarom de techniek wel of niet nader is uitgewerkt in dit onderzoek. De blauw/vet gedrukte technieken in tabel 4 zijn nader uitgewerkt in hoofdstuk 5.

Tabel 4: Groslijst huidige en toekomstige technieken

<b>Groslijst met innovatieve technieken</b>	
<b>1. Bouwkundig</b>	
	a. <b>Dynamisch glas: schakelbare g<sub>d</sub>-waarde</b>
	b. Regeling zonwering / luiken op actuele zoninstraling
	c. Zonwering in glas
	d. Temperatuurzonering woningen woon- en slaapzone
	e. <b>Vacuümglas</b>
	f. Phase Changing Materials (PCM's) om de interne warmtecapaciteit te verhogen
	g. Cross-Laminated Timber ofwel kruislaaghout (CLT)
<b>2. Ventilatie</b>	
	a. Verdringingsventilatie
	b. Luchtreiniging (ionisatie)
	c. Earth, Wind & Fire concept (EWF-lab)
	d. Koelen met lucht: koude terugwinning via ventilatie-unit (WTW)
	e. WTW-ventilatie (zonering / geen toevoerkanalen in bestaande bouw)
<b>3. Verwarming/warmtapwater/koeling</b>	
	Bron / opwekker
	a. <b>Warmtepomp op thermisch collector (PVT)</b>
	b. Kleine lucht/water-warmtepompen met volledige binnenopstelling ook met bijmenging van binnenlucht als bron
c. Hoog temperatuur warmtepomp in bestaande bouw	

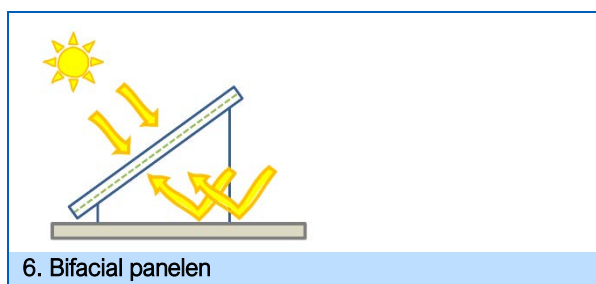
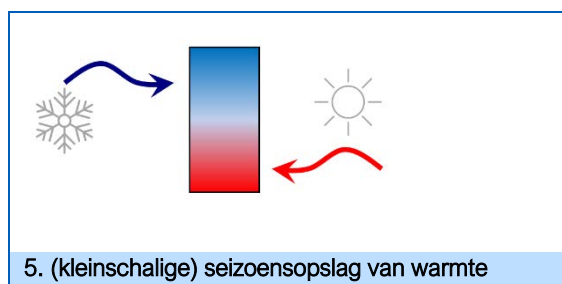
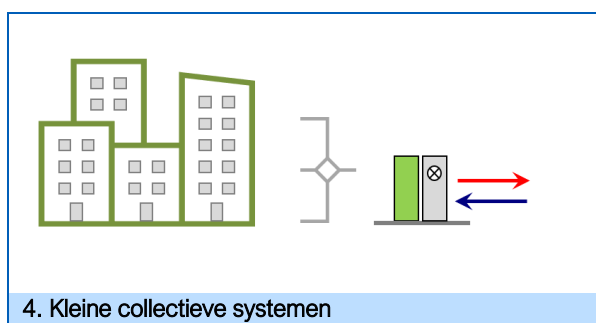
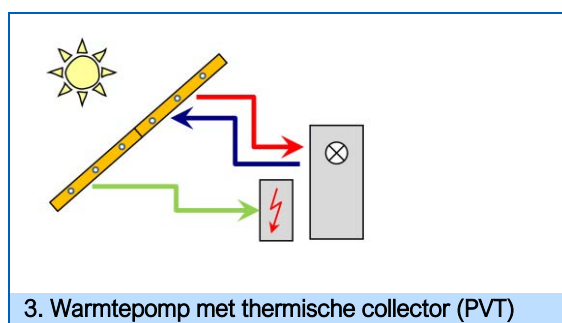
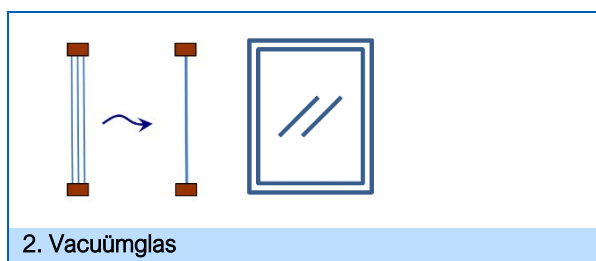
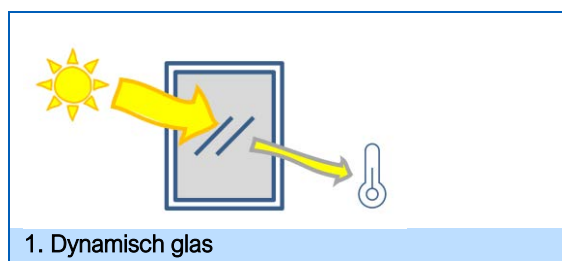
	d. Thermische energie uit oppervlaktewater (damwand)/ riothermie veelal i.c.m. WKO (NB: regeneratie)
	e. <b>Kleine collectieve systemen, onder andere voor kleinere appartementen</b>
	f. Waterstof
	g. Woningen: Kleine individuele warmtepompen met koudemiddel met zeer lage Global Warming Potential (GWP): propaan, CO <sub>2</sub>
	Temperatuurtraject
	h. Toepassing van buffervaten voor tapwater met een doorstroomspiraal, zodat we afkunnen van thermisch desinfecteren van buffervaten en warm tapwater van 45-50 °C volstaat
	Opslag
	i. Thermo akoestische warmtepomp
	j. <b>Seizoensopslag: HoCoSto, Ecovat, PCM, WKO</b>
	Warmtapwater
	k. Recirculatiedouche WTW
<b>4. Hernieuwbare energie / gebiedsmaatregelen</b>	
	a. Vijfde generatie warmtenetten: slimme combinaties van collectieve WKO en warmtepompen met LT/MT-warmte en koudenetten voor appartementencomplexen en dicht bebouwde stedelijke gebieden
	b. PV in gevel en dakpannen
	c. <b>Bifacial panelen (voorwaarde ligging van PV-panelen)</b>
<b>5. Opslag van elektra / beperken netcongestie</b>	
	a. <b>Opslag van elektra: op/in gebouw (accu) of gebied</b>
	b. Waterstof panelen
	c. <b>Sterk onderdimensioneren omvormers voor piekvermindering</b>
<b>6. Smart buildings</b>	
	a. GBS actief ingrijpen in installatie (U-bouw)
	b. <b>Bidirectioneel laden elektrische voertuigen</b>
	c. Power2heat
	d. Smart-sturing van apparatuur waaronder warmtepompen
<b>7. Combinaties met klimaatadaptatie / natuurinclusief</b>	
	a. Sedumdak Groene gevel
	b. Biobased materialen

In het overzicht staan meerdere technieken die momenteel niet (direct) in de NTA 8800 te waarderen zijn. Voor technieken die wel in de NTA 8800 kunnen worden gewaardeerd, zijn er twee mogelijkheden:

- De techniek wordt opgenomen in de bepalingmethode NTA 8800;
- Voor de techniek wordt een kwaliteitsverklaring of gelijkwaardigheidsverklaring opgesteld die goedgekeurd wordt door de Bureau Controle en Registratie Gelijkwaardigheid (BCRG).

#### 4.2 Selectie nader uit te werken technieken

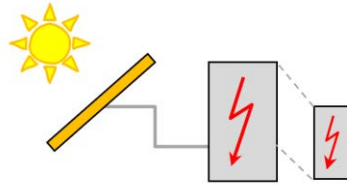
De technieken die in hoofdstuk 5 nader worden omschreven zijn onderstaand schematisch weergegeven.



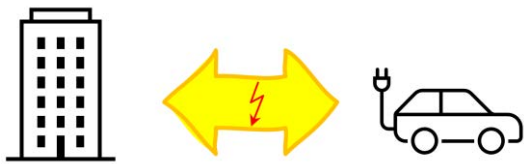




7. Opslag van elektra (gebouw)



8. Onderdimensioneren omvormers



9. Bidirectioneel laden elektr. voertuigen

## Hoofdstuk 5 Toelichting innovatieve technieken

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de volgende negen technieken:

1. Dynamisch glas
2. Vacuümglas
3. Thermisch/elektrische collector (PVT)
4. Kleine collectieve systemen
5. (Kleinschalige) seizoensopslag van warmte
6. Bifacial panelen
7. Opslag van elektra (gebouw)
8. Onderdimensioneren omvormers
9. Bidirectioneel laden elektrische voertuigen / gebiedsniveau

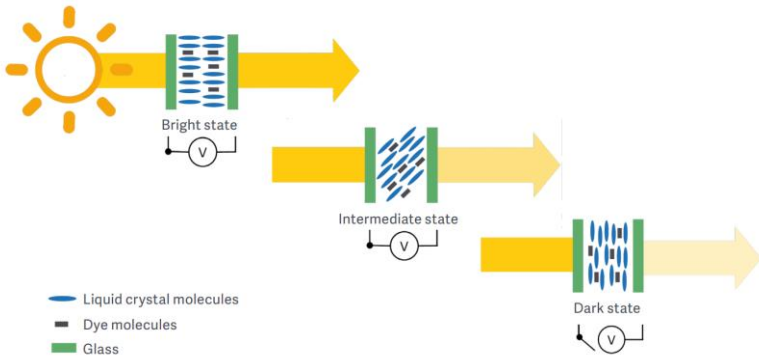
Bij de beoordeling zijn geen berekeningen of uitgebreide analyses van de techniek gedaan, slechts een korte beschrijving is opgenomen. De beschrijving is uitgewerkt volgens een vast format, waarbij per techniek de volgende onderdelen zijn toegelicht:

- Categorie: bouwkundig / installatietechnisch, woningbouw en/of utiliteitsbouw
- Effect op EP-1 / EP-2 / EP-3 / TO<sub>juli</sub>, met daarbij de volgende beoordeling/legenda:
  - ☑ *van invloed op de betreffende EP-indicator*
  - ⊗ *momenteel geen bijdrage aan EP van gebouw, wel aan energietransitie*
- Gangbare techniek
- Toepassingsgebied
- Bijdrage binnenklimaat
- Rol van gebruiker & effect op gebruiker/aandachtspunten
- Effect op NTA 8800

## 5.1 Dynamisch glas

Dynamisch glas is glas waarvan de tint kan veranderen. Hierdoor wordt, afhankelijk van het seizoen, gevarieerd in de mate van zon- en lichttoetreding. In het glas zit een transparant vloeibaar kristalmengsel die wordt aangestuurd door lage spanning. De moleculen van dit kristalmengsel kunnen veranderen van oriëntatie en reguleren daarmee de hoeveelheid licht en warmte die er doorheen gaat. Dit is van invloed op de  $g_{gl}$ -waarde in de EP-berekening en de lichttoetredingsfactor bij het bepalen van de daglichtfactor.


Tabel 5: Kenmerken dynamisch glas

Dynamisch glas				
<b>Weergave</b>	 <p>Bron figuur: eyrise® s350 Instant Solar Shading Windows</p>			
<b>Categorie</b>	Bouwkundig – W/U			
<b>Met name effect op</b>	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>juli</sub>
	✓			✓ (alleen W-bouw)
	Het glas kan door de variabele $g_{gl}$ -waarde zowel de warmte- als de koudebehoefte beïnvloeden en is daarmee ook van invloed op de netto-warmtebehoefte.			
<b>Gangbare techniek</b>	Techniek is beschikbaar, nog niet op grote schaal toegepast.			
<b>Toepassingsgebied</b>	Woningbouw en utiliteitsbouw, met name woongebouwen, atria, utiliteitsgebouwen met grote glasoppervlakken waarbij de warmte- en koudebehoefte bepalend is of oververhitting als gevolg van grote mate van zoninstraling een risico is.			
<b>Bijdrage binnenklimaat</b>	In de zomerperiode is het mogelijk om de koudebehoefte te beperken door dynamisch glas, waardoor minder of geen koeling of zonwering nodig is. Daarnaast blijft de lichttoetreding constanter gedurende de dag. In de winterperiode is de zontoetreding wenselijk.			
<b>Rol van de gebruiker &amp; effect op gebruiker</b>	Zodra zon op het glas schijnt begint het langzaam donker te kleuren, waardoor zontoetreding in het gebouw wordt verminderd en het visuele comfort op niveau blijft (contante hoeveelheid licht gedurende de dag). Het glas reageert op de weersomstandigheden waardoor er geen regeling van de gebruiker nodig is.			
<b>Effect op NTA 8800</b>	Dynamisch glas kan nog niet in de NTA 8800 worden gewaardeerd; voor de waardering van dynamisch glas in een BENG-berekening is een BCRG-gelijkwaardigheidsverklaring nodig. Deze is momenteel nog niet beschikbaar.			

## 5.2 Vacuümglas

Vacuüm glas is glas waarvan de thermische kwaliteit (U-waarde) vergelijkbaar is met triple-glas. De beperkte dikte en het beperkte gewicht van vacuümglas maakt het glas bijzonder ten opzichte van de reguliere glastypen in de nieuwbouw: HR<sup>++</sup> en triple-glas. In het onderzoek uit 2016 is vierbladig glas behandeld dat, net als vacuümglas, de energieprestatie beïnvloedt door de productkenmerken 'thermische kwaliteit' (U<sub>gl</sub>-waarde) en 'zontoetreding' (g<sub>gl</sub>-waarde).

Tabel 6: Kenmerken vacuümglas

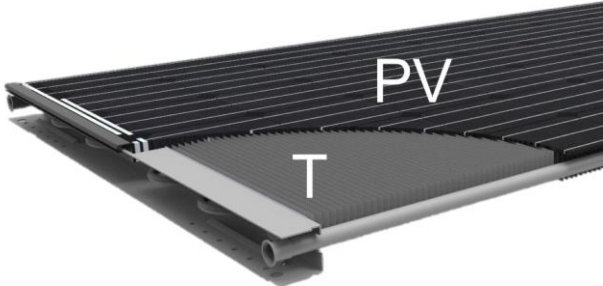
Vacuümglas				
<b>Weergave</b>	 <p>Bron figuur: Fineo glas</p>			
<b>Categorie</b>	Bouwkundig – W/U			
<b>Met name effect op</b>	<b>EP-1</b>	<b>EP-2</b>	<b>EP-3</b>	<b>TO<sub>Jul</sub></b>
	✓			✓ (alleen W-bouw)
	Het glas beïnvloedt zowel de warmte- als de koudebehoefte en is daarmee ook van invloed op de netto-warmtebehoefte. Ten opzichte van triple-glas heeft vacuüm glas een positief effect op de milieuprestatie als gevolg van minder gebruik van grondstoffen.			
<b>Gangbare techniek</b>	Techniek is beschikbaar en wordt nu nog met name toegepast in de (monumentale) bestaande bouw. Bredere toepassing is denkbaar.			
<b>Toepassingsgebied</b>	Woningbouw en utiliteitsbouw in nieuwbouw, maar vooral ook in de bestaande (monumentale) bouw/restauratie waar glasvervanging in bestaande kozijnen plaatsvindt.			
<b>Bijdrage binnenklimaat</b>	Verlaging U-waarde: verbetering thermisch comfort in winterperiode door hogere oppervlaktetemperatuur van het glas. Daarnaast draagt het glas bij aan de geluidwering van de gevel.			
<b>Rol van de gebruiker &amp; effect op gebruiker</b>	Er is geen regeling van de gebruiker nodig, effect op de gebruiker is verhoging van het comfort.			
<b>Effect op NTA 8800</b>	Voor de waardering van vacuümglas dienen de kenmerken van het glas te worden onderbouwd. Vacuümglas kan direct in de huidige NTA 8800 worden gewaardeerd.			

### 5.3 Thermisch/elektrische collector (PVT)

Een PVT-paneel is dus de combinatie van een PV (PhotoVoltaïsch) paneel met daaronder een collector voor warmte (de T van thermisch). De zonnecollector haalt energie direct uit de buitenlucht (via de lamellen, net als een lucht-water warmtepomp) en overdag wordt warmte via de PV panelen overgedragen. Er zijn twee principes om de zonnewarmte met een warmteopwekker te combineren:

1. PVT op lage temperatuur als directe bron voor een warmtepomp.
2. PVT met hoge temperatuur, vergelijkbaar met een zonneboiler, die met een eventuele naverwarming via een andere warmte opwekker warmte levert voor verwarming en/of warm tapwater.

Tabel 7: Kenmerken thermische collector (PVT)

Thermisch collector (PVT)				
<b>Weergave</b>	 <p>Bron figuur: Triple-solar</p>			
<b>Categorie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwarming/warmtapwater/koeling – W/U</li> <li>• Koeling is mogelijk maar alleen 's nachts en op bewolkte dagen. Op zonnige dagen worden de PVT panelen te warm om er mee te koelen.</li> </ul>			
<b>Met name effect op</b>	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>Julii</sub>
		✔	✔	optie
<b>Gangbare techniek</b>	Ja, een toename zichtbaar in de nieuwbouw en (in mindere mate) ook in de bestaande bouw. In de bestaande bouw veelal bij goed geïsoleerde grondgebonden woningen die voor een lage temperatuurverwarming geschikt zijn.			
<b>Toepassingsgebied</b>	Woningbouw en utiliteitsbouw. Vooral toegepast in situaties waar andere bronnen niet mogelijk of niet gewenst zijn; bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>- locaties waar geen bodem/water warmtepomp kan worden ingezet; of</li> <li>- locaties waarbij de opstelplaats/geluidproductie van de buitenunit van een lucht/water warmtepomp een aandachtspunt is.</li> </ul>			
<b>Bijdrage binnenklimaat</b>	De PVT-panelen vormen de bron van de warmtepomp. De warmtepomp draagt bij aan de gewenste binnentemperatuur in de woning en levering van warmtapwater.			
<b>Aandachtspunten</b>	Dit systeem is gevoelig voor een combinatie van bewolking en kou. Op dat soort dagen zal het systeem vaker dan bij andere soorten warmtepompen moeten terug vallen op elektrische bijstook.			
<b>Effect op NTA 8800</b>	Het verwarming- en tapwaterrendement (COP-waarde), aantal PVT-panelen, Wattpiekvermogen en aanvoertemperatuur is van invloed op EP-2 en EP-3.			

## 5.4 Kleine collectieve systemen

Bij de nieuwbouw maar ook bij renovatie van woningen en appartementen biedt een klein collectief systeem voordeel ten aanzien van individuele systemen. Voordeel van een collectieve installatie is bijvoorbeeld het onderhoud bij één installatie, een uitwisseling van warmte en koude, een kleinere opstelplaats van de installatie in de woning/het appartement en door schaalgroottes bij collectieve installaties zijn de investeringskosten veelal lager dan bij het toepassen van individuele installaties. Nadelen van kleine collectieve systemen kunnen de betaalbaarheid/beheer van de energielevering zijn en de extra distributieverliezen ten opzichte van een individueel systeem.

Tabel 8: Kenmerken kleine collectieve systemen


Kleine collectieve systemen				
Weergave	 <p>Bron figuur: Bouwgroep Dijkstra Draisma</p>			
Categorie	Verwarming/warmtapwater/koeling – W			
Met name effect op	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>Jul</sub>
		✓	✓	optie
Gangbare techniek	Diverse kleine collectieve systemen beschikbaar met verschillende vermogens en bronnen voor de warmtepomp.			
Toepassingsgebied	Nieuwbouw/bestaande bouw: woongebouwen of grondgebonden woningen met grotere omvang (doorgaans meer dan 100 wooneenheden)			
Bijdrage binnenklimaat	De collectieve installatie draagt bij aan de gewenste binnentemperatuur in de woning en levering van warmtapwater.			
Rol van de gebruiker & effect op gebruiker	De opstelplaats voor de verwarming- en tapwaterinstallatie in de woning is beperkt tot een afleverset met geringe afmetingen. Er moet in het plan rekening worden gehouden met de benodigde opstelplaats voor de collectieve opwekker. Een klein collectieve installatie valt onder de warmtewet.			
Effect op NTA 8800	<ul style="list-style-type: none"> <li>Als de collectieve installatie zich op het eigen perceel bevindt kan de collectieve installatie forfaitair of op basis van een BCRG-verklaring gewaardeerd worden.</li> <li>Als de installatie zich buiten het eigen perceel bevindt dan vindt waardering plaats via een (BCRG-goedgekeurde) EMG-verklaring danwel via het forfaitaire rendement van de warmte- en/of koudelevering.</li> </ul>			

## 5.5 (Kleinschalige) seizoenopslag van warmte

Met de thermische opslag van warmte is een optimale benutting van zonnewarmte over de seizoenen mogelijk. Het langdurig opslaan van warmte is mogelijk in een goed geïsoleerde ondergrondse opslag. Hierbij wordt het formaat van de opslagbuffer afgestemd op de benodigde warmtevraag. Anders dan bij een warmte koude opslag (WKO) kunnen dergelijke warmtebuffers hogere temperaturen opslaan. Het opladen van de warmtebuffer kan op verschillende manieren, vaak via zonnecollectoren op het dak van de woningen.

Het warme water van de thermische zonnecollectoren wordt via een warmtenet opgeslagen in een ondergrondse, goed geïsoleerde opslagtank. In de winter wordt hieruit warmte geleverd aan de aangesloten gebouwen. Het systeem heeft veelal een collectieve elektrische warmtepomp als back-up, en als de seizoenbuffer ondersteuning nodig heeft.

Tabel 9: Kenmerken (kleinschalige) seizoenopslag van warmte

Seizoenopslag van warmte				
Weergave				
	Bron figuur: Energiek Nagele			
Categorie	Verwarming/warmtapwater– W			
Met name effect op	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>Jul</sub>
		⊗	⊗	
Gangbare techniek	Op wijkniveau zijn meerdere voorbeelden beschikbaar, techniek met veel potentie ook voor de bestaande bouw en het aardgasvrij maken van wijken.			
Toepassingsgebied	Met name voor wijkaanpak (grootschalige woningbouw) of utiliteitsbouw. Aandacht voor ruimtebeslag op gebiedsniveau en bodemgesteldheid.			
Bijdrage binnenklimaat	Seizoenopslag draagt in combinatie met het verwarming- en tapwatersysteem bij aan de gewenste binnentemperatuur in de woning en levering van warmtapwater.			
Rol van de gebruiker & effect op gebruiker	De opstelplaats voor de verwarming- en tapwaterinstallatie in de woning is beperkt, veelal een afleverset met geringe afmetingen. Het dak wordt veelal gebruikt voor de plaatsing van zonnecollectoren / vacuümbuizen om de seizoenopslag te laden.			
Effect op NTA 8800	Er is bij dit systeem sprake van een koppeling van gebouwgebonden opwek/invang van warmte ten behoeve van een collectief (wijk)systeem. Daarmee overschrijdt deze oplossing de systeemgrenzen die onderdeel uitmaken van de huidige wet- en regelgeving en normering op het gebied van energieprestatie. Dit impliceert dat een dergelijke oplossing niet zonder meer past in een op NTA 8800 gebaseerde			

energieprestatieberekening van een gebouw. Dit vraagt aandacht ten aanzien van de volgende twee punten:


- Voor een gebiedsmaatregel buiten de perceelsgrens, dus ook een met opslag van warmte, is een EMG-verklaring (bijlage P NTA 8800) benodigd.
- Voor een integratie van een dergelijk energiesysteem in de rekenmethode qua opslag, opslag en distributie van de warmte zijn beleidsmatige aanpassingen noodzakelijk.



## 5.6 Bifacial panelen

De meest toegepaste zonnepanelen zijn monofacial, oftewel eenzijdig. Ze bevatten maar aan één kant van het paneel zonnecellen. Bifacial betekent tweezijdig en zijn aan beide zijden voorzien van zonnecellen: aan de voorkant en de achterkant. Daardoor kunnen de panelen ook het licht benutten dat door bijvoorbeeld het wateroppervlak de grond of het dak wordt gereflecteerd.

Tabel 10: Kenmerken bifacial panelen


Bifacial panelen				
Weergave	 <p>Bron figuur: LG Neon H bifacial</p>			
Categorie	Hernieuwbare energie – W/U			
Met name effect op	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>Julii</sub>
		✓	✓	
Gangbare techniek	Beschikbaar, (nog) niet op grote schaal toegepast			
Toepassingsgebied	Met name op een plat dak bij voorkeur in combinatie met een witte dakbedekking (hoge reflectiefactor) of toepassing op gebiedsniveau (in water, solar carports, zonnepark of als geluidsscherm bij een snelweg).			
Bijdrage binnenklimaat	Geen bijdrage aan binnenklimaat.			
Aandachtspunten	De reflectiefactor van de ondergrond of dakbedekking van een plat dak is mede bepalend voor de opbrengst.			
Effect op NTA 8800	Dubbelzijdige zonnepanelen kunnen nog niet direct gewaardeerd worden. Dit vraagt een BCRG-verklaring, deze is momenteel nog niet beschikbaar.			

## 5.7 Opslag van elektra (gebouw)

PV-panelen wekken stroom op als de zon schijnt. Echter het verbruik van stroom vindt vooral op andere momenten plaats. In de woningbouw wordt gemiddeld ongeveer 30 procent van de zonnestroom die de zonnepanelen opwekken door de bewoner verbruikt. Het overgrote deel wordt geleverd aan het elektriciteitsnet. Een thuisaccu kan in beperkte mate stroom/zonne-energie opslaan. Een normale thuisbatterij kan ongeveer 6 kWh stroom opslaan. In de zomer is dat te weinig om alle zonnestroom op te slaan die je niet meteen verbruikt. En in de winter leveren je zonnepanelen te weinig op om de thuisbatterij te vullen. Niettemin zorgt thuisaccu ervoor dat er minder elektriciteit terug geleverd wordt aan het elektriciteitsnet.

De keerzijde van de thuisaccu is de belasting van het milieu bij de productie en winning van grondstoffen. De mate daarvan hangt af van het type (van meer tot minder belastend): lithium-ion batterijen, zoutwaterbatterijen of loodzuurbatterijen. Deze batterijen verschillen echter onderling wel in laadtijd en piekvermogen.

Tabel 11: Kenmerken opslag van elektra (gebouw)


Opslag van elektra				
<b>Weergave</b>	 <p>Bron: MRSolar</p>			
<b>Categorie</b>	Opslag van hernieuwbare energie – W/(U)			
<b>Met name effect op</b>	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>Julii</sub>
		⊗ (geen effect)	⊗ (geen effect)	
<b>Gangbare techniek</b>	Techniek is beschikbaar en levert een kleine bijdrage aan de vermindering van de overbelasting op het net (netcongestie). De bijdrage is klein aangezien de opslagcapaciteit gering is en huishoudens niet in verhouding staan tot grootverbruikers van elektriciteit.			
<b>Toepassingsgebied</b>	Met name geschikt voor de woningbouw, een thuisaccu kan geschakeld worden om meer capaciteit te creëren, hierdoor ontstaat een modulair systeem.			
<b>Bijdrage binnenklimaat</b>	Geen bijdrage aan binnenklimaat.			

<b>Rol van de gebruiker &amp; effect op gebruiker</b>	<p>Het is wenselijk dat de gebruiker het verbruik in de woning en/of opladen van elektrische auto afstemt op de zonnestroomopbrengst.</p>
<b>Effect op NTA 8800</b>	<p>Opslag van elektra wordt niet gewaardeerd in de NTA 8800. In de NTA 8800 wordt het energiegebruik (per saldo) op jaarniveau bepaald; ongelijktijdigheid tussen vraag en opwek speelt daarbij dus geen rol. Daarnaast heeft de thuisaccu een rol in het beperken van de netcongestie. Ook dat valt buiten de scope van energieprestatieberekeningen, die ten grondslag ligt aan het Stelsel Energieprestatie en de EPBD.</p> <p>Voor waardering van deze techniek in de energieprestatieberekening van een gebouw zouden dus beleidswijzigingen nodig zijn. Aan de hand van de nog te verschijnen vierde versie van de EPBD (verwacht in voorjaar 2023) zal door de rijksoverheid beoordeeld moeten worden of wijziging van deze uitgangspunten noodzakelijk of gewenst zal zijn.</p>

## 5.8 Onderdimensioneren omvormers

Om de piekbelasting op het elektranet enigszins te beperken kan een omvormer worden ondergedimensioneerd ofwel het vermogen van de omvormer ligt lager dan het vermogen van de PV-installatie. Consequentie is dat de gebruiker beperkt opbrengsten misloopt, wat uit energetisch oogpunt voor de gebruiker iets minder wenselijk is, maar bij grootschalige toepassing levert deze oplossing wel een bijdrage aan de problemen met betrekking tot netcongestie.

Tabel 12: Kenmerken onderdimensioneren van omvormers

Onderdimensioneren van omvormers				
Weergave				
	<i>Bron figuur: Hoogendoornelektrotechniek</i>			
Categorie	Zonne-energie – W/U			
Met name effect op	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>juli</sub>
		⊗ (geen effect)	⊗ (geen effect)	
Gangbare techniek	Het onderdimensioneren van een omvormer is gangbaar.			
Toepassingsgebied	De netcongestie speelt een steeds bepalendere rol in de energietransitie, waardoor naar verschillende oplossingen gekeken moet worden. Met name bij de grootschalige opwekking van elektriciteit is onderdimensionering een mogelijkheid om de piekbelasting te beperken.			
Bijdrage binnenklimaat	Geen bijdrage aan binnenklimaat.			
Rol van de gebruiker & effect op gebruiker	Het wenselijk dat de gebruiker het verbruik in de woning en/of opladen van elektrische auto afstemt op de zonnestroomopbrengst.			
Effect op NTA 8800	In de NTA 8800 wordt de opbrengst van PV-panelen (mede) bepaald door het Wattpiekvermogen van de PV-panelen. Het vermogen van de omvormer wordt niet meegewogen in de berekening van de opbrengst van de PV-panelen. In de praktijk is die invloed er dus wel. Indien deze manier van installeren vaker toegepast gaat worden, zal de rekenmethode hierop in de toekomst moeten worden aangepast.			

## 5.9 Bidirectioneel laden elektrische voertuigen / gebiedsniveau

Bij de opwekking van hernieuwbare energie is er sprake van wisselende hoeveelheden energie afhankelijk van de dag-/nachtcyclus en de seizoenscyclus. Ditzelfde geldt voor het gebruik van elektra over de dag-/nachtperiode. Door elektriciteit op te slaan kan vraag en aanbod beter op elkaar worden afgestemd en wordt de afhankelijkheid van 'opslag' van elektriciteit in het net minder groot. In paragraaf 5.7 ligt de focus van opslag van elektra op gebouwniveau (perceelsgebonden). Oplossingen voor opslag kunnen ook op 'gebiedsniveau' worden geplaatst (buiten het eigen perceel). Voor gebiedsopslag zijn meerdere varianten denkbaar, denk aan een buurtbatterij of, zoals in dit voorbeeld wordt ingegaan, aan bidirectioneel laden van elektrische voertuigen.

Bidirectioneel laden ofwel Vehicle-2-Grid (V2G)/ Vehicle-2-home (V2H) betekent dat de elektrische auto kan opladen én ontladen. Normaal gesproken stroomt elektriciteit uitsluitend van het gebouw naar de auto. Maar bij bidirectioneel kan het ook andersom; de auto levert elektriciteit aan de woning of het kantoorgebouw. Daarmee kunnen elektrische auto's zowel opladen als ontladen.

Tabel 13: Kenmerken bidirectioneel laden elektrische voertuigen

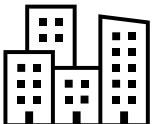
Bidirectioneel laden elektrische voertuigen				
Weergave				
	<i>Bron figuur: Milieucentraal</i>			
Categorie	Opslag van hernieuwbare energie – W/U			
Met name effect op	EP-1	EP-2	EP-3	TO <sub>juli</sub>
		⊗ (geen effect)	⊗ (geen effect)	
Gangbare techniek	Beperkt toepasbaar, aantal automodellen dat zich hiervoor leent is beperkt.			
Toepassingsgebied	Het bidirectioneel laden kan een rol spelen in de energietransitie door het ontlasten van het elektriciteitsnet op momenten van piekvraag en -aanbod. Als het aanbod van elektriciteit bijvoorbeeld te hoog is, kunnen elektrische auto's tijdelijk extra elektriciteit			

	bijladen. Op momenten dat de vraag juist hoog is, kunnen ze juist elektriciteit terug leveren. Ze fungeren op deze manier als externe batterijen.
<b>Bijdrage binnenklimaat</b>	Geen bijdrage aan binnenklimaat.
<b>Aandachtspunten</b>	In de EV-lader moet een converter zitten om DC (gelijkstroom) om te zetten naar AC (wisselstroom).
<b>Effect op NTA 8800</b>	<p>Bidirectioneel laden wordt niet gewaardeerd in de NTA 8800 omdat het beleidsmatig (EPBD) buiten de scope van de energieprestatie van het gebouw valt en is daarom niet van invloed op huidige BENG-berekeningen. In de NTA 8800 wordt het energiegebruik (per saldo) op jaarniveau bepaald. Daarnaast heeft bidirectioneel laden een rol in het beperken van de netcongestie. Ook dat valt buiten de scope van energieprestatieberekeningen, die ten grondslag ligt aan het Stelsel Energieprestatie en de EPBD.</p> <p>Voor waardering van deze techniek in de energieprestatieberekening van een gebouw zouden dus beleidswijzigingen nodig zijn. Aan de hand van de nog te verschijnen vierde versie van de EPBD (verwacht in voorjaar 2023) zal door de rijksoverheid beoordeeld moeten worden of wijziging van deze uitgangspunten noodzakelijk of gewenst zal zijn.</p>


## Bijlage 1 - Gebruikte begrippen


Opnameprotocol	Publicatie met voorschriften voor het bepalen van de energieprestatie en gebouwopname voor woningbouw (ISSO 82.1) en utiliteitsbouw (ISSO 75.1)
BCRG	Bureau Controle en Registratie Gelijkwaardigheid. BCRG is de door de overheid aangewezen partij voor de beoordeling van kwaliteits- en gelijkwaardigheidsverklaringen in het kader van de energie prestatieberekeningen.
Basisopname	Er zijn twee opnamemethodieken voor het bepalen van de energieprestatie. De basisopname wordt voornamelijk gebruikt voor de bepaling van de energieprestatie van bestaande gebouwen.
Detailopname	Er zijn twee opnamemethodieken voor het bepalen van de energieprestatie. De detailopname wordt voornamelijk gebruikt voor de bepaling van de energieprestatie van nieuwe en energiezuinige gebouwen.

Bijlage 2 - Groslijst: omschrijving + afweging verdere uitwerking


Techniek	Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
<b>1. Bouwkundig</b>		
	a. Dynamisch glas: schakelbare $g_{gl}$ -waarde	Een techniek waarbij de zontoetredingsfactor van het glas ( $g_{gl}$ -waarde) over het seizoen kan variëren
	b. Regeling zonwering / luiken op basis van actuele zoninstraling	Zonwerende voorzieningen worden volgens de NTA 8800 meegenomen op basis van maandelijkse zoninstraling.
	c. Zonwering in glas	Naast buitenzonwering is het ook mogelijk om zonwering tussen de glasbladen te plaatsen.
	d. Temperatuurzonering woningen woon- en slaapzone	Door een thermische scheiding tussen de woon- en slaapzone aan te brengen kunnen meerdere temperatuurzones in de woning worden verkregen.
	e. Vacuümglas	Met vacuümglas kan met minder materiaalgebruik een vergelijkbare U-waarde als triple-glas worden verkregen.
		In de EP-berekening vormt glas een bepalende factor voor EP-1 / $TO_{juli}$ . Vandaar dat de techniek nader is uitgewerkt in paragraaf 4.1.
		Het effect van luiken op het risico op temperatuuroverschrijding (uurlijks) is gesimuleerd in het voorgaande onderzoek.
		Zonwering in het glas vormt een variant op de bestaande invoer van zonwering in de NTA 8800. Gezien de overeenkomsten is besloten deze techniek niet verder uit te werken.
		Een techniek die in het voorgaande onderzoek is onderzocht, zowel de energetische consequenties als het gevolg op de binnentemperatuur zijn in kaart gebracht.
		Met name in de bestaande bouw bij glasvervanging geschikt en levert naar verwachting een lagere milieu-impact op dan triple-glas. De U-waarde is met name van invloed op EP-1 / $TO_{juli}$ . De techniek is uitgewerkt in paragraaf 4.2.


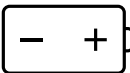



Techniek		Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
	f. Phase Changing Materials (PCM's) t.b.v. interne warmtecapaciteit	Door het gebruik van een PCM kan warmte en/of koude worden opgeslagen en op een later tijdstip aan de ruimte worden afgegeven.	De interne warmtecapaciteit kan ingevoerd worden. Een productspecifieke PCM is o.b.v. een BCRG-verklaring in te voeren.
	g. Cross-Laminated Timber ofwel kruislaaghout (CLT)	CLT wordt geproduceerd met onder andere vurenhout en bestaat uit kruislings verlijmde éénlaagsplaten. De bouwmethodiek is met name van invloed op de interne warmtecapaciteit. De milieuprestatie (herkomst) speelt geen rol in de berekening van de energieprestatie van het gebouw.	Forfaitaire waarde voor de interne warmtecapaciteit is op basis van de bouwwijze te selecteren of te berekenen op basis van bijlage B van NTA 8800.
<b>2. Ventilatie</b>			
	a. Verdringingsventilatie	Verdringingsventilatie zorgt er voor dat warme en verontreinigde lucht wordt verdrongen door verse toevoerlucht.	Een bestaande techniek die bij iedere vorm van luchtbehandeling kan worden toegepast, in dit onderzoek niet nader uitgewerkt.
	b. Luchtreiniging (ionisatie)	Met ionisatie kan de luchtkwaliteit verbeterd worden. Door ionisatie kunnen geuren en vluchtige organische stoffen in een gebouw teruggebracht worden.	Ionisatie is in het voorgaande onderzoek uitgewerkt.
	c. Earth, Wind & Fire concept (EWF-lab)	Earth, Wind & Fire concept is een centrale voorziening voor luchtbehandeling van gebouwen dat de centrale mechanische luchtbehandeling van een gebouw kan vervangen.	Een kansrijke techniek voor de toekomst. Aangezien er maar één leverancier van dit product is, is er voor gekozen deze techniek niet verder uit te werken.


Techniek		Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
	d. Koelen met lucht: koude terugwinning via ventilatie-unit (WTW)	De aangezogen warme lucht wordt “afgekoeld” door de luchtstroom naar buiten. Hierdoor wordt de relatief koelere lucht van binnen teruggewonnen en de warmte uit de aangezogen lucht weer direct naar buiten afgevoerd.	Een techniek die al wordt gewaardeerd in NTA 8800
	e. WTW-ventilatie (zonering / geen toevoerkanalen in bestaande bouw)	Gebalanceerde ventilatie in de bestaande bouw vraagt het aanbrengen van ventilatiekanalen. Er zijn systemen waardoor het kanaalwerk wordt beperkt en/of er gezoneerd geventileerd kan worden	Een kansrijke optie om kanaalwerk in de bestaande bouw te beperken. De techniek is feitelijk niet nieuw, vandaar dat dit niet verder uitgewerkt is in deze update.
<b>3. Verwarming/warmtapwater/koeling</b>			
	Bron / opwekker		
	a. Warmtepomp op thermisch collector (PVT)	Een combinatie van een zonnepaneel (om stroom op te wekken) met daaronder een zonnecollector die als warmtewisselaar fungeert.	Een techniek waarvan de toepassing en de vraag toeneemt. Vandaar dat de techniek in deze update in paragraaf 4.3 is uitgewerkt.
	b. Kleine lucht/water-warmtepompen met volledige binnenopstelling ook met bijmenging van binnenlucht als bron	Warmtepompen waarbij de volledige lucht/water warmtepomp binnen de thermische schil staat.	Eveneens een techniek waarvan de vraag toeneemt. Deze techniek is via een BCRG-verklaring in de NTA 8800 in te voeren
	c. Hoog temperatuur warmtepomp in bestaande bouw	Warmtepompen met een aanvoertemperatuur > 70°C	Hoog temperatuur warmtepompen met name relevant voor de energietransitie in bestaande bouw (aardgasvrij) in combinatie met een niet tot matig geïsoleerde thermische schil. Voor

Techniek	Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
		warmtepompen met hoge aanvoertemperaturen worden nog forfaitaire waarden toegevoegd in de NTA 8800.
d. Thermische energie uit oppervlaktewater (damwand)/ riothermie veelal i.c.m. WKO (NB: regeneratie is hierbij een aandachtspunt)	Er zijn diverse bronnen beschikbaar waar energie uit onttrokken kan worden als bron voor een warmtepomp.	Diversiteit in type bronnen, vraagt projectspecifieke benadering, vooralsnog niet opgenomen in deze update.
e. Kleine collectieve systemen, onder andere voor kleinere appartementen	In plaats van individuele systemen met een eigen opstelplaats in de appartementen wordt er steeds vaker gekozen worden voor een collectieve installatie met hoge(re) aanvoertemperaturen met minder opstelruimte in de appartementen.	In de projecten is een toenemende vraag naar klein collectieve systemen merkbaar. Deze techniek is in deze update in paragraaf 4.4 uitgewerkt.
f. Waterstof	Waterstof kan gebruikt worden als energiedrager en opslagmedium. Het ligt voor de hand om waterstof primair in te zetten in de industrie (grondstof en brandstof), elektriciteitsopwekking (back-up vermogen) en -zwaar- transport.	Voor de gebouwde omgeving wordt waterstof in de marge toegepast (pilotprojecten). Vooralsnog geen oplossing op grote schaal in de gebouwde omgeving.
g. Woningen: Kleine individuele warmtepompen met koudemiddel met zeer lage Global Warming Potential (GWP): propaan, CO <sub>2</sub>	Om de milieu impact van verschillende F-gassen te beperken zijn koudemiddelen met een zeer lage GWP wenselijk.	Heeft meer raakvlak met milieu dan NTA 8800

Techniek		Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
	Temperatuurtraject		
	h. Toepassing van buffervaten voor tapwater met een doorstroomspiraal, zodat thermisch desinfecteren van buffervaten achterwege kan worden gelaten en warm tapwater van 45-50 °C volstaat	Om legionellagroei te voorkomen is een minimum warmtapwatertemperatuur vereist van 60°C in collectieve installaties en van 55°C in woningen. Om het energiegebruik te beperken is het wenselijk om deze temperatuur te verlagen.	Heeft meer raakvlak met legionella dan NTA 8800, vandaar niet verder uitgewerkt in deze update.
	Opslag		
	i. Thermo akoestische warmtepomp	Deze warmtepompen halen warmte uit de lucht, het water of de grond, maar worden daarbij geassisteerd door warmte die voortkomt uit geluidsgolven.	Techniek is vooralsnog niet (op grote schaal) beschikbaar, niet opgenomen in deze update.
	j. Seizoensopslag: HoCoSto, Ecovat, PCM, WKO	Met de thermische opslag van warmte (opslagbuffer in de grond) kan ook in de winterperiode gebruik worden gemaakt van zonnewarmte.	Deze techniek is uitgewerkt in paragraaf 4.5.
	Warmtapwater		
	k. Recirculatiedouche WTW	Bij een recirculatiedouche wordt het warme douchewater hergebruikt. Dat bespaart water en energie. Voordat het water opnieuw uit de douchekop komt, wordt het gefilterd en gedesinfecteerd met UV-licht.	Een recirculatiedouche WTW is via een BCRG-verklaring in de EP-berekening in te voeren.

Techniek	Omschrijving	Afweging verdere uitwerking	
<b>4. Hernieuwbare energie / gebiedsmaatregelen</b>			
	a. Vijfde generatie warmtenetten: slimme combinaties van collectieve WKO en warmtepompen met LT/MT-warmte en koudenetten voor woongebouwen en dicht bebouwde stedelijke gebieden	Momenteel worden projecten afzonderlijk van elkaar ontwikkeld met een eigen energievoorziening. Het ontwikkelen op stadswijkniveau biedt kansen voor de uitwisseling van energie.	Meer gebouwen op hetzelfde systeem is energetisch en financieel wenselijk, valt buiten scope van het gebouw en zijn gebiedsmaatregelen (EMG-verklaring) conform Bijlage P NTA 8800.
	b. PV in gevel en dakpannen	PV-panelen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het aandeel hernieuwbare energie. Daarbij kan gevarieerd worden in vorm en positie op of naast het gebouw.	PV-panelen kunnen ingevoerd worden in NTA 8800, waarbij het Wattpiek vermogen, mate van ventilatie en de hellingshoek kan worden ingevoerd.
	c. Bifacial panelen (voorwaarde ligging van PV-panelen)	Specifiek voor deze panelen is dat de PV-panelen aan beide zijden zijn voorzien van zonnecellen.	Dit type PV-panelen is uitgewerkt in paragraaf 4.6. De panelen dragen met hernieuwbare energie bij aan EP-2 en EP-3.
<b>5. Opslag van elektra / beperken netcongestie</b>			
	a. Opslag van elektra: op/in gebouw (accu)	Bij deze variant van energieopslag richten wij ons op de opslag van elektra in een thuisaccu.	Elektriciteitsopslag is een belangrijke ontwikkeling om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen. Deze vorm van opslag is daarom in paragraaf 4.7 toegelicht.
	b. Waterstofpanelen	Bij een waterstofpaneel wordt er waterdamp uit de lucht omgezet in waterstofgas. Waterstof wordt opgeslagen om in een ander seizoen als brandstof te gebruiken.	Waterstofpanelen bevinden zich nog in de experimentele fase, vooralsnog niet opgenomen in deze update.

Techniek	Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
	c. Sterk onderdimensioneren omvormers voor piekvermindering	Piekvermindering levert een bijdrage aan het verminderen van de overbelasting van het elektriciteitsnet.
<b>6. Smart buildings</b>		
	a. Gebouwbeheerssysteem (GBS) actief ingrijpen in installatie (U-bouw)	In plaats van vooraf programmeren kan het gebouwbeheerssysteem actief ingrijpen op de comfort- of klimaatinstallaties.
	b. Bidirectioneel laden elektrische voertuigen / opslag op gebiedsniveau	De opslag van elektra bij elektrische voertuigen is vanuit de NTA 8800 gezien een vorm van opslag buiten het eigen perceel en kan daarmee op gebiedsniveau bijdragen aan vraag en aanbod op elkaar af te stemmen.
	c. Power2heat	Bij power2heat wordt elektriciteit omgezet in chemische energie in de vorm van gas. Gas is gemakkelijker op te slaan dan elektriciteit.
		Piekvermindering is niet een maatregel om de energieprestatie conform NTA 8800 van de woning te verbeteren, maar om de netcongestie te beperken, vandaar dat deze in paragraaf 4.8 is toegelicht.
		Het actief ingrijpen van de installatie en de inregeling van de installatie zijn van grote invloed op het energiegebruik. Het dynamisch gedrag en het actief ingrijpen van de installatie in de praktijk is vooralsnog niet in de NTA 8800 te simuleren.
		Deze techniek is in paragraaf 4.9 nader toegelicht.
		Draagt bij aan het flexibeler gebruik van (hernieuwbare) energie. Een techniek die in gezet kan worden om vraag en productie van overtollige elektriciteit van windturbines en zonnepalen beter op elkaar af te stemmen. In deze update niet nader onderzocht, wel gekeken naar opslag van elektra en warmte.

Techniek		Omschrijving	Afweging verdere uitwerking
	d. Smart-sturing van apparatuur waaronder warmtepompen	Het beter op elkaar afstemmen van vraag en aanbod van (hernieuwbare) energie is met regeltechniek mogelijk.	Regeltechniek is momenteel niet direct te waarderen in NTA 8800, op termijn in de EMG wel.
<b>7. Combinaties met klimaatadaptatie / natuurinclusief</b>			
	a. Sedumdak (op berging) / groene gevel	Een groene gevel of sedumdak draagt bij aan verkoeling van de omgeving, luchtzuivering en wateropvang	In de energietransitie zijn verschillende combinaties met natuurinclusief bouwen te maken. Deze koppelkansen zijn belangrijk om in de planvorming te verwerken en een bijdrage kunnen leveren aan bijvoorbeeld zomercomfort, in deze update zijn ze niet meegenomen.
	b. Biobased materialen	Om het gebruik van grondstoffen te beperken en te voldoen aan steeds scherpere MPG-eisen kunnen biobased materialen worden toegepast ofwel bouwmaterialen gemaakt van dierlijk materiaal of van schimmels, planten, bacteriën die ecologisch verantwoord geteeld, geogst, gebruikt en hergebruikt worden.	Biobased materialen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan een circulaire gebouwde omgeving. Biobased materialen hebben vooralsnog geen directe koppeling in de bepalingsmethode NTA 8800



## OVER NIEMAN DE RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman Raadgevende Ingenieurs is al sinds 1988 dé partner voor complexe vraagstukken in de gebouwde omgeving.

Wij geven bouwfysisch en installatietechnisch advies in elke fase van het bouwproces: van initiatief tot ontwerp en ontwikkeling, realisatie en exploitatie. Dit doen wij voor nieuwbouwprojecten in de grootschalige woning- en utiliteitsbouw, verbouw, transformatie en renovatie van bestaande gebouwen. Ook voeren we op het gebied van verduurzaming en brandveiligheid beleidsadvies, -onderzoek en normontwikkeling uit. Onze relaties omvatten de volledige bouwkolom: (ontwikkende) bouwbedrijven, woningcorporaties, projectontwikkelaars, gebouweigenaren, architecten, leveranciers/conceptontwikkelaars en overheden.

Wij hechten veel waarde aan het daadwerkelijk realiseren van veilige, gezonde, duurzame en comfortabele woon-, werk-, en recreatieomgeving. Voor een optimale samenwerking is écht partnerschap van belang: dit vergt een investering van beide partijen. Daarom bouwen wij aan langdurige relaties met onze klanten. Wij zien uw klanten (vaak de eindgebruiker) als onze klanten en dragen graag bij aan het gewenste en optimale resultaat van uw projecten.

Met diepgaande kennis van regelgeving en fysica in combinatie met praktische bouwplaatskennis dragen onze ingenieurs bij aan een optimaal, maakbaar ontwerp: robuuste kwaliteit, kostenefficiënt en goede bouwtechnische details.

Nieman Raadgevende  
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl  
www.nieman.nl

### Vestiging Utrecht

Atoomweg 400  
3542 AB Utrecht  
Postbus 40217  
3504 AA Utrecht  
030 241 34 27

### Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16  
8025 BX Zwolle  
Postbus 40147  
8004 DC Zwolle  
038 467 00 30

### Algemene gegevens

KVK 30086383  
BTW NL008969541B01  
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92





Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag  
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag  
T +31 (0) 88 042 42 42  
[Contact](#)  
[www.rvo.nl](http://www.rvo.nl)

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | december 2022  
Publicatienummer: RVO-243-2022/RP-DUZA

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

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.