



Eindhoven University of Technology
System integration project

**Huidige mogelijkheden voor het installeren
van zonnepanelen op appartementen
complexen en oplossingen om het eigen
verbruik van opgewekte energie te verhogen.**

Team PV TUgether:

Anne Slunecko, Clemie van Meer, Roel van der Heijden, Sven de Clippelaar,
Ewoud Meijvogel

Eindhoven, July 2, 2021

1 Introductie

Meer en meer huishoudens proberen hun huis duurzamer te maken door het installeren van zonnepanelen op hun dak. Echter, voor appartement bewoners is dit een lastiger verhaal. Recent onderzoek laat zien dat minder dan één procent van de appartementen complexen zonnepanelen op het dak heeft, terwijl dit percentage voor vrijstaande woningen al boven de tien procent zit [1], zie Figuur 1. Deze scheefgroei is voornamelijk te wijten aan de extra hoeveelheid regelgeving en administratie bij subsidies, die komen kijken bij het plaatsen van zonnepanelen op een appartementen complex. En dat terwijl 15 procent van Nederland in appartementen complexen woont, deze mensen zouden ook recht moeten hebben op zonnepanelen en groene energie.

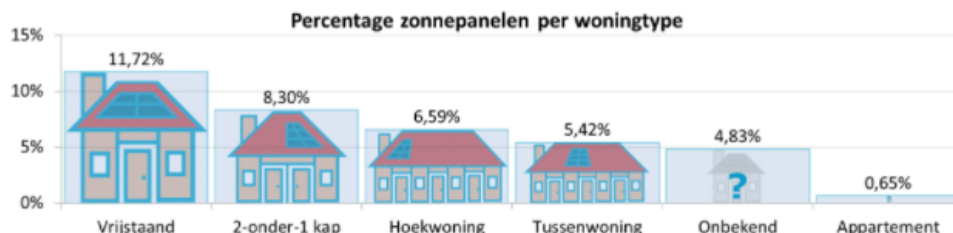


Figure 1: Percentage zonnepanelen per woningtype [1]

Een andere uitdaging bij het plaatsen van zonnepanelen is de onzekerheid over het voortbestaan van de salderingsregeling. De salderingsregeling is bedacht en uitgevoerd door de overheid om het opwekken van lokale duurzame energie te stimuleren. Dankzij de salderingsregeling mag je de opgewekte electriciteit wegstrepen tegen de electriciteit die je afneemt van een energiebedrijf. Echter zal deze salderingsregeling bijdrage vanaf 2023 ieder jaar met 9% afnemen tot aan 2030, waarin de regeling voorgoed zal verdwijnen [2]. Dit betekent dat je als huishouden niet meer hetzelfde bedrag krijgt voor het in het net stoppen van electriciteit als het consumeren van electriciteit uit het net. Het afschalen van de salderingsregeling maakt het installeren van zonnepanelen financieel minder aantrekkelijk. Het zal daarom belangrijker worden om het eigen verbruik van de opgewekte energie te verhogen, omdat de electriciteitsprijs van gekochte electriciteit significant hoger zal gaan liggen dan het invoedings tarief.

In opdracht van Veldhoven Duurzaam hebben wij als groep studenten van de TU Eindhoven, genaamd PV TUgether, de twee bovenstaande uitdagingen geanalyseerd en oplossingen voor bedacht.

In het eerste deel van het rapport zullen de huidige mogelijkheden voor het installeren van zonnepanelen op appartementen complexen worden bekeken. Waarbij de VvE regels, subsidies, technische en financiële kanten voor verschillende manieren van het distribueren van de opgewekte energie worden uitgelegd. Met deze gegevens is een Roadmap worden gemaakt, die VvE's kunnen volgen. Wanneer de VvE de Roadmap volgt zal hieruit de beste implementatie van zonnepanelen komen voor de desbetreffende VvE.

In het tweede deel van het rapport is de toekomst van de salderingsregeling besproken. Verder zijn mogelijkheden om het eigen verbruik van de opgewekte energie uitgelegd en zal er een multi-criteria analyse worden gemaakt om te zien welke manier om de zelf-consumptie te verhogen het beste is.

2 Conclusies en aanbevelingen

2.1 Deel 1

In ons onderzoek hebben we zes verschillende implementaties van zonnepanelen onderzocht. Deze zijn:

- Collectief PV-systeem voor de gezamenlijke faciliteiten gebruik makend van de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE), waarbij de zonnepanelen worden verbonden aan de gezamenlijke meterkast.
- Collectief PV-systeem voor de gezamenlijke faciliteiten gebruik makend van de Stimulering duurzame

energieproductie en klimaattransitie (SDE++), waarbij de zonnepanelen worden verbonden aan de gezamenlijke meterkast.

- Collectief PV-systeem voor bewoners die mee willen doen, zonnepanelen worden bekabeld naar de eigen meterkast.
- Combinatie van een collectief PV-systeem voor de gezamenlijke faciliteiten gebruik makend van de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE) en zonnepanelen voor bewoners die mee willen doen, dit is alleen mogelijk als er nog plek over is op het dak na
- Het verhuren van het dak aan een energie maatschappij, waarbij voor 16 jaar een bepaald bedrag per zonnepaneel wordt verkregen, na deze 16 jaar kan de VvE de zonnepanelen gratis overnemen.
- Zonnepanelen voor individueel gebruik, men kan denken aan het plaatsen van Plug-in zonnepanelen op een terras of balkon.

Voor al deze implementaties, hebben we de subsidies die een rol spelen en de regelgeving waar mee rekening moet worden gehouden op een rij gezet. Deze kunnen teruggevonden worden in de Roadmap. Verder hebben we een kosten-baten analyse (Cost benefit analysis in het Engels) gemaakt om de terugverdientijd (Payback Period), de interne-obbrengstvoet (Internal rate of return) en de Netto contante waarde (Net present Value) te berekenen en met elkaar te vergelijken. De definities van deze drie parameters zijn de volgende:

- De terugverdientijd is de tijd tussen het tijdstip waarop de investeringsuitgaven worden gedaan, en de tijd waarop deze uitgaven terug ontvangen worden door middel van de netto inkomende geldstromen. Deze netto inkomende geldstromen worden ook wel netto cashflow genoemd (winst na belastingen + afschrijvingen).
- De interne-opbrengstvoet of effectief rendement is een getal, meestal uitgedrukt als percentage, dat het netto rendement van de investeringen in een project weergeeft. Het is de opbrengstvoet waarbij de netto contante waarde van het geheel van kosten en baten nul is. Een project is aantrekkelijk als de interne-opbrengstvoet hoog is.
- De netto contante waarde wordt gebruikt als er wordt gekeken of een project of investering winstgevend (genoeg) is. Bij de netto contante waarde gaat het om de som van alle toekomstige kasstromen. Er wordt dan naar het verschil gekeken tussen de contante waarde van de uitgaande stromen en de contante waarde van de inkomende stromen. Er wordt bij deze methode rekening gehouden met de tijd, geld kan namelijk in de tijd minder waard worden.

Om een goed beeld te krijgen, hebben we zes verschillende VvE's in Veldhoven met verschillende groottes en elektrisch verbruik gebruikt om de kosten-baten analyse uit te voeren voor de zes verschillende implementaties. De uitkomsten van deze kosten-baten analyse voor elke implementatie waren vergelijkbaar voor alle zes de VvE's. Dit leidde tot de volgende resultaten, waarbij de verschillende implementaties geranked zijn van 1 t/m 6, waarbij 1 de beste implementatie is:

Table 1

\textbf{Implementatie}	Netto contante waarde	Interne-opbrengstvoet	Terugverdientijd	Totaal
SCE	3	1	1	1
SDE++	4	4	4	4
Bewoners	1	3	3	3
Combi SCE en bewoners	2	2	2	2
Dak verhuren	5	-	-	5
Individueel gebruik	6	5	5	6

Deze resultaten hebben we gebruikt in de Roadmap, waarbij de desbetreffende VvE de vragen in de Roadmap beantwoordt en zodoende bij de voor hen beste implementatie komt.

Verder hebben we nog een gevoeligheids analyse uitgevoerd op de kosten-baten analyse voor de implementatie waarbij de zonnepanelen worden aangesloten op de meterkast van de bewoners. Dit om te zien wat het effect

is van het uitstellen van het project per jaar, omdat de salderingsregeling waarschijnlijk vanaf 2023 per jaar met 9% afneemt. Het resultaat hiervan is dat per jaar dat het plaatsen van de zonnepanelen wordt uitgesteld, de netto contante waarde met 1.82% afneemt en de interne-opbrengstvoet met 0.34% afneemt. Verder hebben we ook een gevoeligheids analyse op het zelf-consumptie percentage en de correctie bedragen van de SCE regeling gedaan, omdat deze niet vast staan en ingeschat zijn op algemene aannames of wat tot nu toe bekend is. Hieruit bleek dat een verschil in de correctie bedragen van de SCE regeling weinig effect heeft op de uitkomst, het zelf consumptie percentage heeft een significant effect op de uitkomst, al leidt een grote verhoging van het zelf consumptie percentage met 20%, maar tot een stijging van de interne-opbrengst voet van 1.2%.

3 Beperkingen en aanbevelingen voor verder onderzoek

Wanneer de conclusies uit dit rapport geïmplementeerd worden, moet er rekening mee worden gehouden dat deze wat beperkingen kennen. Deze beperkingen komen voort uit de afbakening van het doel van het onderzoek, welke gebaseerd zijn op het tijdslimiet voor het project. Het eerste deel van het rapport presenteert alle informatie op het gebied van regels, subsidies en financiële constructies. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze informatie gebaseerd is op de gegevens die op het moment van het schrijven van dit rapport (eerste twee kwartalen van 2021) actueel en bekend zijn. Door steeds veranderende omstandigheden, is deze informatie onderhevig aan veranderingen, dus wanneer deze informatie gebruikt wordt, is het raadzaam om te controleren of alle gegevens nog actueel en relevant zijn.

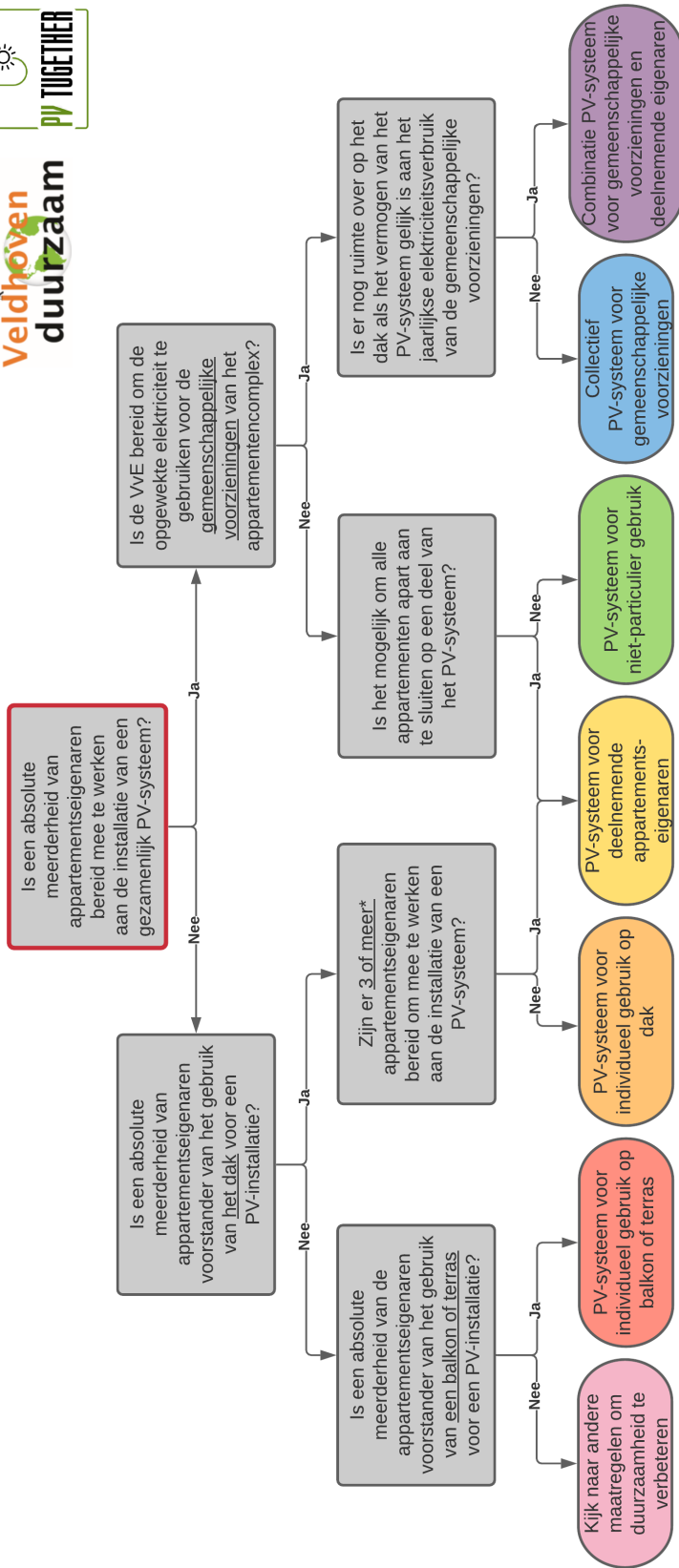
‘Appendix A’ in het hoofdrapport presenteert het eerste deel van het rapport. Hierin worden technieken gepresenteerd die actueel zijn. Deze technieken ontwikkelen zich vlug, wat betekent dat deze informatie in de toekomst minder bruikbaar kan zijn omdat technieken niet meer gebruikt worden, of verbeterd zijn. Daarnaast zijn enkele specifieke voorbeeld casussen gebruikt om de bevindingen te testen, er kan echter niet met zekerheid gezegd worden dat de informatie van toepassing is op alle situaties. Het is een interessant vervolg om de algemene toepasbaarheid van de informatie verder te onderzoeken. Daarnaast is de aanname gedaan dat de elektriciteitsprijs in de toekomst hetzelfde is als de huidige prijs, en dat deze constant blijft. Het kan een interessante vervolgstudie zijn om de elektriciteitsprijs te voorspellen, om de resultaten van dit rapport betrouwbaarder te maken. Daarnaast zijn niet alle voorwaarden van de verschillende subsidies meegenomen in de berekening, en is de eigengebruik parameter een sterk versimpelde weerspiegeling van de realiteit. Ook is het PV-systeem niet tot in detail ontworpen voor de casus. Deze eigenschappen limiteren de resultaten, maar zijn vooral ook interessante verbeterpunten en onderzoek punten voor in de toekomst.

Het tweede deel van het onderzoek is gepresenteerd in ‘Appendix B’ van het hoofdrapport. Het doel van dit onderdeel is het presenteren van oplossingen om de afbouw van de salderingsregeling te compenseren en het maken van een afweging over welke oplossing het beste past bij de casus. De resultaten zijn beperkt te gebruiken, omdat ze gebaseerd zijn op slechts één enkele, specifieke casus. Het zou een interessant vervolg zijn om te onderzoeken of de resultaten hetzelfde zijn voor andere gevallen, en om te zien of de conclusies kunnen worden gegeneraliseerd. Daarnaast zijn de input variabelen niet altijd grondig genoeg onderzocht, door het gebrek aan tijd. De betrouwbaarheid van de resultaten zou worden vergroot, wanneer deze variabele in meer detail zouden worden onderzocht. Daarnaast zou het goed zijn om de kwaliteit van de data te beoordelen doormiddel van een gevoeligheids analyse, waardoor duidelijk wordt welke variabele veel invloed hebben op de uitkomst, en welke dus meer aandacht verdienen. Ook zou het een interessante vervolgstudie zijn om de eigengebruik toename in meer detail te onderzoeken. Als laatste is het goed om te beseffen dat het moeilijk is om één beste optie aan te wijzen, omdat de definitie van ‘de beste optie’ sterk afhangt van persoonlijke voorkeuren.

Al met al geeft dit onderzoek een relatief compleet onderzoek weer naar de installatie van een PV-systeem op een appartementencomplex, en het uitvoeren van zo een systeem zonder salderingsregeling. Door het tijdslimiet waarbinnen dit onderzoek moest worden uitgevoerd, missen sommige onderdelen nog wat diepgang. Dit kan opgelost worden door het uitvoeren van vervolgstudies.

4 Road Map

START



PV-systeem voor individueel gebruik op balkon of terras	PV-systeem voor individueel gebruik op dak	PV-systeem voor deelnemende appartementseigenaren	PV-systeem voor niet-particulier gebruik	Collectief PV-systeem voor gemeenschappelijke voorzieningen	Combinatie PV-systeem voor gemeenschappelijke voorzieningen en deelnemende eigenaren
De bewoner koopt een PV-systeem, dat via het plug-and-play principe direct op de eigen energiemeter is aangesloten en op zijn balkon of terras wordt geïnstalleerd.	De bewoner(s) kopen een PV-systeem aan, welke een directe aansluiting heeft van de PV-panelen op het dak naar de eigen energiemeter.	Een PV-systeem wordt geïnstalleerd als een samenwerking tussen enkele of alle appartementseigenaren. De opgewekte zonne-energie wordt vervolgens gedistribueerd naar de energiemeters van de deelnemende eigenaren.	De VvE verhuurt het dak aan een derde partij die een PV-systeem installeert en de opgewekte zonne-energie gaat exploiteren. De prijzen hiervoor kunnen variëren en meestal stellen derden een minimum aan het bruikbare dakoppervlak.	Er wordt een collectief PV-systeem geïnstalleerd en de opgewekte energie wordt gebruikt om gemeenschappelijke voorzieningen zoals een lift of de trappenhuisverlichting van stroom te voorzien.	Als er na het voldoen aan de capaciteit van het gemeenschappelijk elektriciteitsverbruik nog ruimte op het dak is, kunnen geïnteresseerde appartementseigenaren extra panelen exploiteren voor hun eigen elektriciteitsverbruik. Let op: deze optie genereert waarschijnlijk een hogere winst, maar niet noodzakelijk een hoger rendement.

JURIDISCHE STAPPEN PER PV-SYSTEEMCATEGORIE

PV-systeem voor individueel gebruik op balkon of terras	Er dient een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* te zijn voor het gebruik van een balkon of terras voor het plaatsen van een plug and play PV-systeem.
PV-systeem voor gebruik op dak	- Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn om de oppervlakte van het dak in delen te verdelen om een PV-systeem te installeren - Voor het gebruik van de gemeenschappelijke zekeringkast, het plaatsen van de omvormer en het aanleggen van de kabels van het PV-systeem is toestemming nodig. - Voor het plaatsen van de splitters van de gemeenschappelijke meterkast naar de deelnemende appartementen is toestemming nodig.
PV-systeem voor deelnemende-eigenaren	- Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn voor het gebruik van het dak om de PV-systemen van deelnemers te installeren. - Voor het gebruik van de gemeenschappelijke zekeringkast, het plaatsen van de omvormer en het aanleggen van de kabels van het PV-systeem is toestemming nodig. - Voor het plaatsen van de splitters van de gemeenschappelijke meterkast naar de deelnemende appartementen is toestemming nodig. - Nadat de onderverdeling is gemaakt, kunnen de deelnemers van de onderverdeling een fonds werven, met een bijdrage volgens de eigendomsverhouding om de kosten van de investering, het onderhoud en de verzekeringen te dekken.
PV-systeem voor niet-particulier gebruik	- Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn om het dak te verhuren aan een derde partij die het PV-systeem gaat installeren. - Voor het gebruik van de gemeenschappelijke zekeringkast, het plaatsen van de omvormer en het aanleggen van de kabels van het PV-systeem is toestemming nodig.
Collectief PV-systeem voor gemeenschappelijke voorzieningen	- Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn om de opgewekte elektriciteit uit een PV-installatie te benutten voor de gemeenschappelijke voorzieningen. - Voor het gebruik van de gemeenschappelijke zekeringkast is toestemming nodig om de omvormer te plaatsen en de kabels van het PV-systeem aan te leggen. - Er moet een fonds worden opgehaald dat zal worden gebruikt om het PV-systeem aan te schaffen, het onderhoud uit te voeren, een verzekeringscontract af te sluiten en andere bijkomende kosten te dekken.
Combinatie PV-systeem voor gemeenschappelijke voorzieningen en deelnemende eigenaren	- Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn om de opgewekte elektriciteit uit een PV-installatie te benutten voor de gemeenschappelijke voorzieningen. - Er moet een absolute meerderheid van stemmen (>50%)* zijn om het resterende oppervlak van het dak in delen te verdelen om de PV-systemen van deelnemers te installeren. - Voor het gebruik van de gemeenschappelijke zekeringkast is toestemming nodig om de omvormer te plaatsen en de kabels van het PV-systeem aan te leggen. - Er moet een fonds worden opgehaald dat zal worden gebruikt om het PV-systeem aan te schaffen, het onderhoud uit te voeren, een verzekeringscontract af te sluiten en andere bijkomende kosten te dekken. - Voor het plaatsen van de splitters van de gemeenschappelijke meterkast naar de deelnemende appartementen is toestemming nodig. - Nadat de onderverdeling van het resterende dakoppervlak is gemaakt, kunnen de deelnemers van de onderverdeling een fonds werven, met een bijdrage volgens de eigendomsverhouding om de kosten van de investering, het onderhoud en de verzekeringen te dekken.

* Let op: in een specifiek VvE-reglement kan staan dat er een bepaald quorum of ander stemhoeveelheid voor moet zijn.

Enkele uitgelichte subsidies

Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE)

Exploitatiesubsidie bestaande uit een basisbedrag per geproduceerde kWh en een correctiebedrag op basis van de jaarlijkse elektriciteitsprijs.

Enkele vereisten:

- Als niet alle leden van de VvE willen meewerken, moet een aparte samenwerking worden gestart. Alle deelnemers moeten op het moment van aanmelding in de postcoderoos wonen.
- Voor VvE's dient er minimaal één bijdrager per 5 kWp geïnstalleerd vermogen te zijn.
- Voor zonnepanelen met een piekvermogen ≥ 15 kWp en ≤ 100 kWp
- Men kan de SCE-subsidie niet combineren met de SDE++-subsidie en andere lokale subsidies worden van de SCE afgetrokken.
- Er moet een kleinverbruikersaansluiting zijn (capaciteit van max. 3x80 Ampère)

Stimuleren Duurzame Energieproductie (SDE++)

Subsidie op basis van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit.

Enkele vereisten:

- Piekvermogen van het PV-systeem moet groter dan of gelijk zijn aan 15 kWp
- Er moet een grootverbruikersaansluiting zijn (capaciteit van min. 3x80 Ampère)

Investeringsubsidie Duurzame Energie (ISDE)

Subsidie van € 125 per kW gecombineerd nominaal vermogen

Enkele vereisten:

- Jaarlijks elektriciteitsverbruik moet minimaal 50.000 kWh zijn
- Er moet een kleinverbruikersaansluiting zijn (capaciteit van max. 3x80 Ampère)
- Het PV-systeem heeft een vermogen tussen 15 en 100 kWp

Naast bovenstaande subsidies zijn er nog tal van andere leningen, fiscale regelingen en investeringsaftrek-regelingen. Voor meer informatie verwijzen wij u naar "Current opportunities for PV-Systems on apartment buildings in the Netherlands, and solutions to increase self-consumption of solar electricity." door de Clippelaar, van der Heijden, van Meer, Meijvogel, & Slunecko (2021)

References

- [1] CBS, Slim zonnestroom in kaart brengen, 2020. [Online]. Bereikbaar: <https://www.cbs.nl/nl-nl/over-ons/innovatie/project/slim-zonnestroom-in-kaart-brengen>.
- [2] Rijksoverheid, Wetsvoorstel afbouw salderingsregeling naar de Kamer- Nieuwsbericht - Rijksoverheid.nl, Okt. 2020. [Online]. Bereikbaar: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/10/08/wetsvoorstel-afbouw-salderingsregeling-naar-de-kamer>.