



Zon ne wij

Gelderse Gebiedsgids
voor zonnevelden

zer

Colofon

Augustus 2019

Deze ZonneWijzer is opgesteld op initiatief van de tafel Ruimte van het Gelders Energieakkoord. De provincie Gelderland is opdrachtgever.

Het GEA (Gelders Energieakkoord) is een initiatief van Alliander, de Gelderse Natuur- en Milieu-federatie en het Klimaatverbond Nederland. De tafel Ruimte richt zich op het agenderen van en adviseren over de ruimtelijk opgaven die voortkomen uit de klimaatambities in Gelderland. Aan de tafel Ruimte zitten vertegenwoordigers van Wageningen University & Research, het Gelders Genootschap, Alliander, de Provincie Gelderland, De Achterhoekse Groene EnergieMaatschappij (AGEM) en Gelderse ge-meenten. De tafel wordt voorgezeten door een onafhankelijk voorzitter.

Auteurs:

- Maarten van Vuurde (KuiperCompagnons, projectleider)
- Frank Gorissen (KuiperCompagnons)
- Jana de Heer (KuiperCompagnons)
- Jolanda de Jong (Urban Synergy)
- Laura de Bonth (Urban Synergy)
- Lenneke Slooff (ECN - part of TNO)
- Sjoerd Sibbing (provincie Gelderland, projectleider)

Grafisch ontwerp:

- Het Lab ontwerp + advies

Voorwoord

Samen wijzer met de ZonneWIJzer

Gelderland in 2050 klimaatneutraal krijgen vraagt een enorme inspanning. Van iedereen. Daarom werken wel meer dan 200 Gelderse partijen samen in het Gelders Energieakkoord om de klimaatambities waar te maken. Op lokaal, regionaal en provinciaal niveau werken besturen, bedrijven en bewoners samen om oplossingen te vinden voor de toekomst. Dat proces zal zich de komende tijd intensiveren. Na een periode van pionieren breekt een periode van programmeren aan. We gaan naar uitvoeringscoalities en willen een bredere maatschappelijke laag bereiken. We gaan immers anders wonen, werken en leven.

Zo kan ook het opwekken van de broodnodige duurzame energie niet zonder een behoorlijke wijziging van het landgebruik. Het meest in het oog springend zijn de windmolens en de zonnevelden. Windmolens en zonnevelden zullen meer en meer het landschap van Gelderland bepalen. De uitdaging is dan om de kwaliteiten van Gelderland te behouden.

Wat is daar voor nodig? Er is grote behoefte aan kennis en bouwstenen die kunnen bijdragen aan een goed ontwerp van zonnevelden in Gelderland.

Een ontwerp dat de techniek van zon-nevelden, directe omgevingskenmerken en landschapsstructuren samenbrengt. Deze 'ZonneWIJzer' kan zowel het kennisniveau als de dialoog voeden over de inpassing van de zonnevelden in Gelderland. Zie het als een handreiking die u wil verleiden, inspireren en ondersteunen bij ontwikkeling ervan.

De ZonneWIJzer is gemaakt in opdracht van de provincie. Het is een initiatief van de tafel Ruimte van het Gelders Energieakkoord. De handreiking is specifiek voor de Gelderse situatie geschreven. Daarbij is ook veel aandacht geschonken aan de techniek bij de aanleg van een zonneveld. Door u inzicht te bieden in de techniek van de aanleg en in de ruimtelijke en ecologische karakteristiek van de Gelderse landschappen, kunt u ervaren welke kansen er zijn. In een goede dialoog tussen overheid, initiatiefnemers en omgeving kan de aanleg van een zonneveld prima samengaan met de landschappelijke kwaliteiten en het creëren van ecologische meerwaarde. De ZonneWIJzer biedt houvast. Ik gun u stralende resultaten!

Asje van Dijk, voorzitter Gelders Energieakkoord



Hoe werkt deze ZonneWIJzer? (aanklikbaar)



Inhoudsopgave

pagina

Hoe werkt deze ZonneWIJzer?	3
Waarom deze ZonneWIJzer?	5

TECHNIEK	7	Hoe zit dat?
Elementen van een zonneveld	8	Achtergrondinformatie over de technische elementen en de variaties in opstellingen van grondgebonden en drijvende zonnenvelden.
Opstellingen	12	

INPASSING EN INRICHTING	16	Meerwaarde creëren
Landschappelijk inpassen en creëren van ecologische meerwaarde	17	Algemene bouwstenen voor landschappelijke inpassing en het creëren van ecologische meerwaarde. Tevens een beschrijving van kansen voor meervoudig ruimtegebruik.
Meervoudig ruimtegebruik	27	

ZONNEWIJZERS	34	Landschappelijke bouwstenen en ecologische principes voor Gelderland
Stedelijk gebied	37	Specifieke landschappelijke bouwstenen en ecologische principes voor inpassing van zonnenvelden in Gelderland: in het stedelijk gebied, langs de infrastructuur en in de verschillende landschappen van de Gelderse streken.
Infrastructurele lijnen	50	
Achterhoek	56	
Gelderse Vallei	74	
Randmeerkust	91	
Rijk van Nijmegen & Montferland	100	
Rivierenland	115	
Veluwe	137	

Aan de slag!	157
Begrippenlijst	161
Lijst van praktijkvoorbeelden	162
Bronnenlijst	163

Leeswijzer

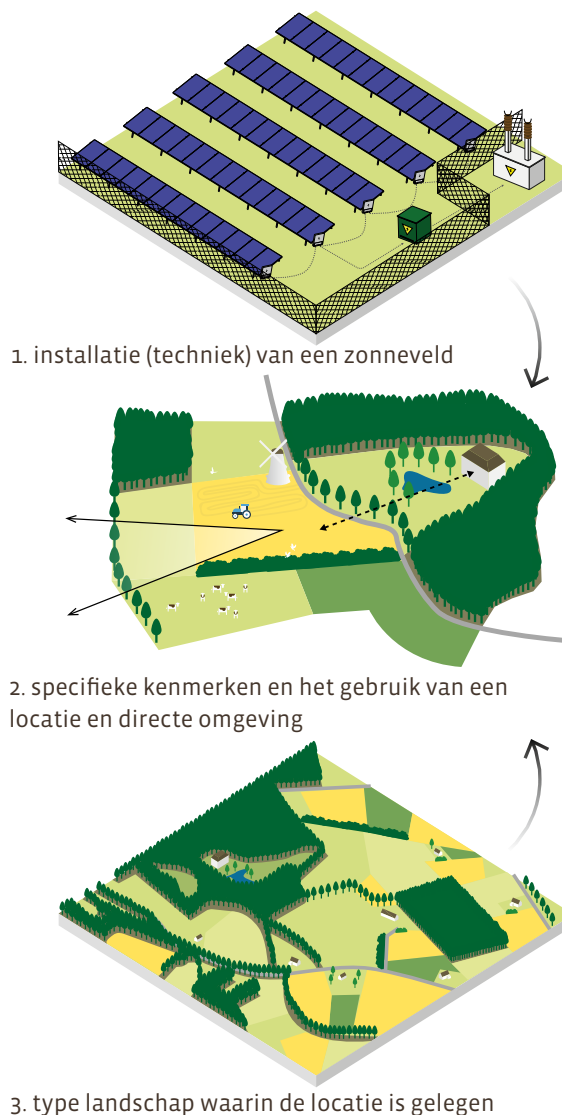
De ZonneWIJzer bestaat uit drie delen. Alle drie de delen zijn relevant voor het inpassen en inrichten van een zonneveld en ze hangen nauw met elkaar samen. Het lezen van de delen 'Techniek' en 'Inpassing en inrichting' zal bijdragen aan een beter begrip van het deel 'ZonneWIJzers'. Andersom wijzen de ZonneWIJzers voor locaties in bepaalde landschapstypen aan welke bouwstenen uit de andere twee delen van belang zijn.



Waarom deze ZonneWIJzer?

Voor u ligt de ‘**ZonneWIJzer, Gelderse gebiedsgids voor zonnevelden**’. De ZonneWIJzer is een handreiking vol met tips en aanbevelingen om tot een goed ontwerp van een **grond- of watergebonden zonneveld** te komen. De ZonneWIJzer geeft handvatten voor een goede ruimtelijke inpassing, rekening houdend met **landschappelijke en ecologische karakteristieken**. Ook maakt de ZonneWIJzer mogelijke **functiecombinaties** inzichtelijk, zoals met agrarisch grondgebruik, waterberging of recreatie.

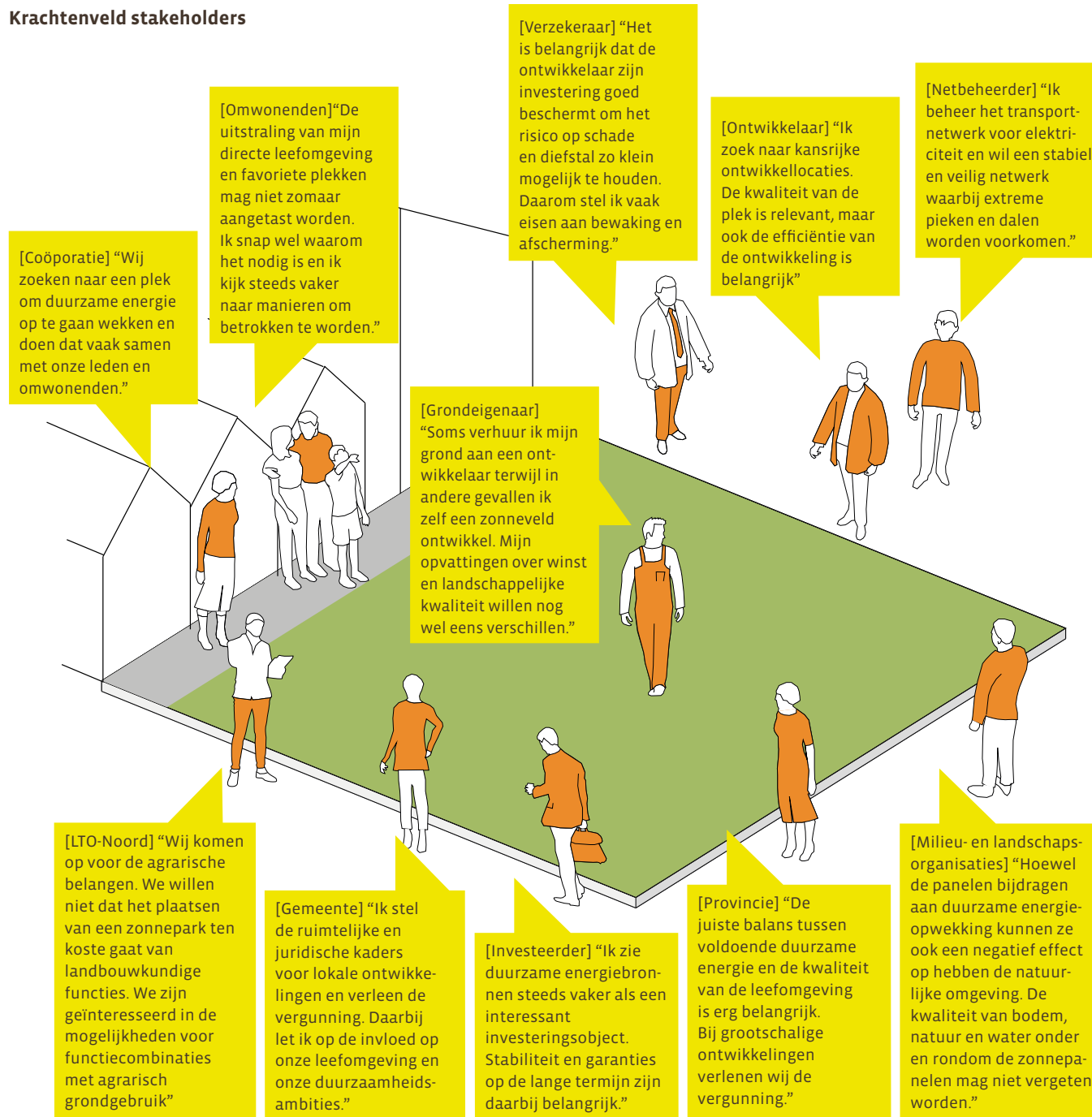
De installatie (techniek) van een zonneveld (1), de specifieke kenmerken en het gebruik van een locatie en directe omgeving (2) en het type landschap waarin de locatie is gelegen (3) bepalen samen de mogelijkheden voor het inpassen van zonnevelden. De ZonneWIJzer doet **geen uitspraak of en waar** zonnevelden moeten worden ontwikkeld, maar **brenkt in beeld hoe** zonnevelden een plek kunnen krijgen in het stedelijk gebied, langs infrastructurele lijnen en in het landelijk gebied van Gelderland. De ZonneWIJzer draagt daartoe bouwstenen aan voor de toepassing van **techniek** (1) en voor de inpassing van zonnevelden in de verschillende **landschapstypen** die de provincie Gelderland rijk is (3). Bij de locatiekeuze en bij de planvorming voor een zonneveld op een specifieke locatie (2) zal altijd nog een **verdiepingsslag** moeten worden gemaakt. Dat vergt **lokale kennis** en is maatwerk, waarbij ook andere aspecten aan de orde komen. Denk bijvoorbeeld aan de aanwezig-



heid van waardevolle aardkundige en cultuurhistorische elementen, relevant beleid en regelgeving, maatschappelijke trends en actuele (ruimtelijke) ontwikkelingen.

Het is natuurlijk ook mogelijk een **nieuw (energie-) landschap** te ontwerpen, waarbij het bestaande landschap wordt getransformeerd. Voor de transformatie naar een nieuw energielandschap is een integraal ontwerp noodzakelijk om een nieuwe ruimtelijke en ecologische karakteristiek te creëren. Het bestaande landschap is dan niet meer het vertrekpunt en daarom zijn de bouwstenen in deze ZonneWIJzer minder van toepassing op transformaties. Natuurlijk kan de ZonneWIJzer wel dienen ter inspiratie.

Krachtenveld stakeholders



Bij het ontwikkelen van een zonneveld zijn veel partijen betrokken. Deze **stakeholders** vertegenwoordigen verschillende rollen en/of belangen. De ZonneWIJzer heeft als doel handvatten aan te dragen die deze partijen kunnen gebruiken om samen tot een goed ontwerp te komen. Ook wordt in de ZonneWIJzer beknopt een beeld geschetst van wat er aan **proces, procedures en financiën** komt kijken bij het aanleggen van een zonneveld.

Techniek van een zonneveld

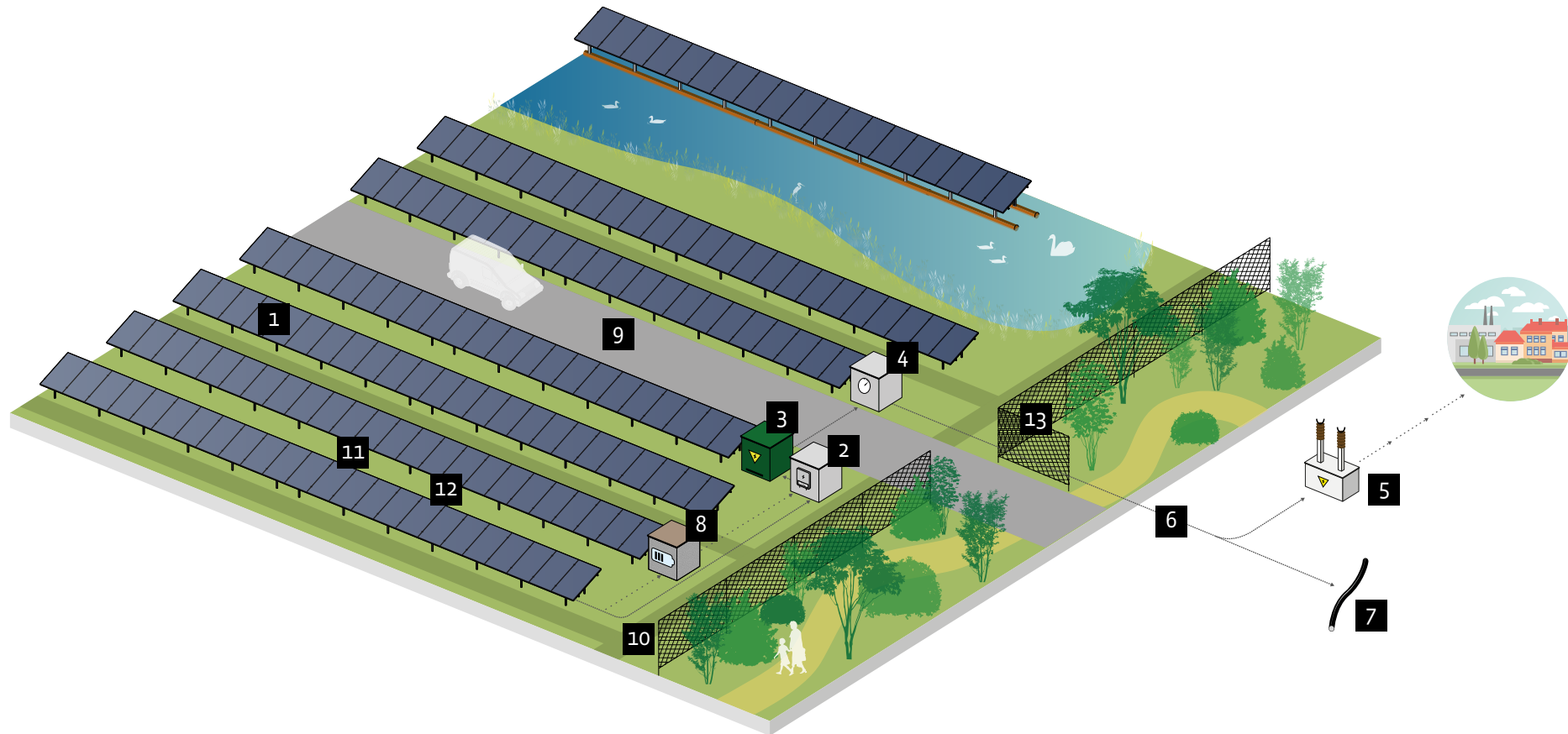
Hoe zit dat?

Hoe ziet een zonneveld er eigenlijk uit en hoe werkt het precies? Dit deel van de ZonneWijzer bevat de basisinformatie om die vragen te begrijpen. Het beschrijft de elementen van een zonneveld, inclusief de aansluiting op het elektriciteitsnet en de opstellingen.



Elementen van een zonneveld

1. **zonnepaneel** zet zonlicht om in elektriciteit
2. **omvormer** zet gelijkstroom om in wisselstroom. Kan als klein elementen bij panelen of centraal als grotere installatie
3. **transformator** zet elektriciteit om van laag- naar hoogspanning. Capaciteit en grootte afhankelijk van capaciteit zonneveld
4. **inkoopstation** is de schakel tussen het veld en het net die onder andere meet hoeveel elektriciteit er geleverd wordt.
5. **transformatorstation** is een locatie waar meerdere MS-kabels bij elkaar komen en transformatie naar hoogspanning plaatsvindt
6. **aansluitkabel** sluit het zonneveld aan op de middenspanning (kabel) of een aansluitpunt van het transformatorstation
7. **middenspanningsnet** is het regionale elektriciteitsnetwerk dat elektrische energie levert op middenspanningsniveau
8. **opslagunit** zoals een batterij is optioneel
9. **toegangspad** voor onderhoud, beheer en medegebruik (toegankelijk voor grote voertuigen)
10. **inspectiepad** rondom en tussen panelen (afhankelijk van type beheer, meestal minimaal 1,5 meter)
11. **fundering** is afhankelijk van de gewenste constructie en ondergrond
12. **afstand tussen panelen** is afhankelijk van schaduwwerking van panelen en voorkeur ontwikkelaar
13. **afscherming** tegen onbevoegden. Eisen afhankelijk van verzekeraar



Ieder grondgebonden zonneveld bestaat standaard uit een aantal technische onderdelen. Deze elementen zijn de zonnepanelen zelf, [omvormers](#), [transformatoren en inkoopstation](#), de [netaansluiting](#), eventuele [opslageenheden](#) en de [fundering](#). Daarnaast is er een aantal praktische elementen die gebruikt worden voor de [beveiliging](#) - vaak is dat een vereiste van verzekeraars - of voor het beheer en onderhoud zoals de [padenstructuren](#). Voor zonnenvelden op water - zie de beschrijving onder [zon en water](#) - gelden grotendeels dezelfde technische voorwaarden maar is een ander palet aan opstellingen mogelijk.

Zonnepanelen 1

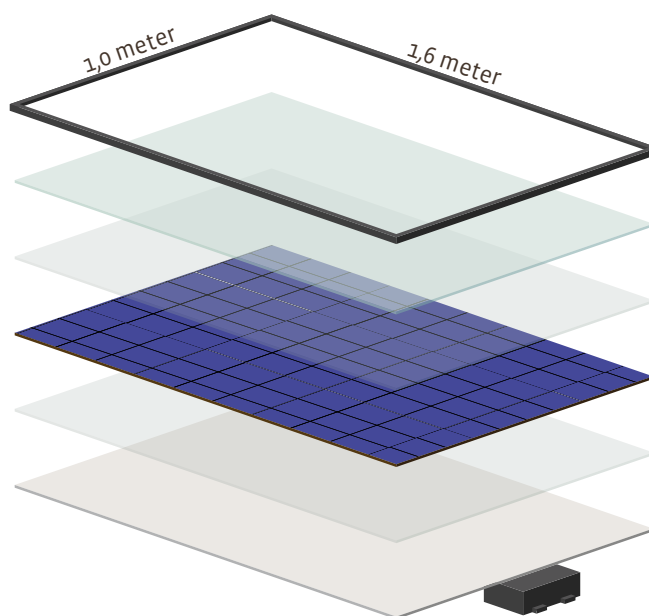
Een zonnepaneel of PV-paneel (PV staat voor Photo Voltaic) zet met gebruik van fotonvoltatische cellen zonlicht om in elektriciteit. Zonnepanelen bestaan doorgaans uit een verzameling vierkante zonnecellen. De meeste panelen hebben een formaat van ongeveer 1,6 m² (ca. 1,0 bij 1,6 meter). De energie die nodig is om zonnepanelen te maken wordt doorgaans binnen een paar jaar door het zonnepaneel gecompenseerd. De meeste zonnecellen worden gemaakt van **silicium**. Er zijn drie soorten: monokristallijn, polykristallijn en amorf silicium. Monokristallijnpanelen hebben het hoogste rendement: ongeveer 15-20% van de zonne-energie wordt omgezet in elektriciteit. Polykristallijn haalt een iets lager rendement, maar is goedkoper. Amorf silicium heeft een nog lager rendement, maar wel de laagste productiekosten. Deze soort wordt gebruikt in dunne film, zoals zonnefolie.

Zonnecellen kunnen **mono-faciaal of bi-faciaal** zijn (één- of tweezijdig). Bij mono-faciale panelen wordt

het zonlicht dat op één zijde van de cellen valt omgezet naar elektriciteit. Bij bi-faciale panelen gebeurt dit aan beide zijden. De kosten van bi-faciale panelen zijn aanzienlijk hoger, maar door reflectie van de ondergrond kan het rendement flink toenemen. Water reflecteert bijvoorbeeld 8% van het zonlicht terug en gras zelfs 20%. Witte oppervlakten reflecteren het beste en zorgen daarmee voor een hoge opbrengst van bi-faciale panelen.

Een zonnepaneel bestaat in het algemeen uit een **aantal standaardlagen**. Hierin zijn kleine variaties mogelijk. Zo kan er op de glasplaat een speciale

anti-reflectiecoating toegepast worden, waardoor schittering vermindert en het rendement toeneemt. Daarnaast ontstaan er steeds meer [alternatieve technieken] waarmee de kleur van panelen aangepast kan worden. Ook kan de kunststof achterzijde vervangen worden door een glasplaat ('glas-glaspaneel'), wat zorgt voor betere bescherming van de cellen, verlenging van de levensduur en minder degradatie van de panelen. De snelle technologische ontwikkeling van PV-technologie zorgt ervoor dat het vermogen van zonnepanelen steeds beter wordt. Hier geldt de volgende vuistregel: hoe hoger het **vermogen** van de panelen, hoe hoger de productiekosten en de aanschafprijs.



Opbouw standaard zonnepaneel

- frame
- glasplaat
- UV-film
- zonnecellen (pv-cellen)
- film
- achterzijde
- omvormer

Alternatieve technieken

De ontwikkeling van technieken om af te wijken van een standaard zonnepaneel, bijvoorbeeld qua vorm of kleur, biedt meer esthetische mogelijkheden. Dit kan een voordeel zijn bij de inpassing van een zonneveld. De Dutch Solar Design Photovoltaic (DSD-PV) module is een voorbeeld waarbij een duurzame gekleurde print wordt aan-gebracht. ECN part of TNO ontwikkelde ook panelen met natuurlijke patronen, zoals gras, klimop, water of boomstammen. Dit type panelen met een print van klimop werd toegepast in een demonstratie-opstelling van een ecologische verbindingszone. Hoewel deze panelen een 20% lagere energieopbrengst hebben, bieden ze meer mogelijkheden voor landschappelijke inpassing. In dit project (Green Solar Corridors) werd ook afgestapt van de standaardvorm van panelen en werd geëxperimenteerd met driehoekige en kwartronde panelen.



Dutch Solar Design Photovoltaic (DSD-PV) module met baksteenprint



Variatie in vorm en print van (matte) panelen

Zonnepanelen recycleren

Aan het einde van de (economische) levensduur van zonnepanelen moeten deze gerecycled worden. In de Nederlandse AEEA-regeling is vastgelegd wie er verantwoordelijk is voor de organisatie en financiering van deze recycling. Dit wordt de zogenaamde 'producentenverantwoordelijkheid' genoemd. Deze verantwoordelijkheid ligt bij de partij die de zonnepanelen als eerste in de Nederlandse handel brengt. Meestal is dit niet de fabrikant (wat de term producent wel suggereert) maar een aannemer of groothandel. Het is dus belangrijk dat de exploitant van de zonnepanelen weet wie verantwoordelijk is als de panelen vervangen moeten worden. De kosten van recycling zijn lastig in te schatten. Dit komt door de lange levensduur van zonnepanelen. De impact van inflatie, technologische vooruitgang en veranderende wet- en regelgeving op de kostprijs is niet te voorzien. Mede daarom hebben de 'producenten' zich verenigd in inzamelcollectieven. Deze collectieven organiseren de inzameling en recycling van zonnepanelen. Ze verdelen de kosten hiervan op jaarbasis over hun aangesloten producenten. Lokale overheden kunnen de recycling van zonnepanelen bevorderen door te borgen dat de 'producenten' van zonneparken ook daadwerkelijk bij een collectief en/of het nationale WEEE register (<https://www.nationaalweeeregister.nl/>) ingeschreven staan.

Omvormers 2, transformatoren 3 en inkoopstation 4

Om de elektriciteit die door het paneel wordt opgewekt te kunnen gebruiken, is een aantal technische componenten nodig. Een omvormer zet de gelijkspanning afkomstig van de zonnepanelen om in wisselspanning. Dit is nodig omdat het elektriciteitsnet is ingericht op wisselspanning. Een omvormer kan gekoppeld zijn aan een los paneel of bij een serie panelen horen en los in het veld staan. Wanneer de omvormer de gelijkspanning van het zonnepaneel heeft omgezet in wisselspanning, wordt deze door een transformator omgezet van laagspanning naar een hogere spanning. Via een inkoopstation, dat de hoeveelheid opgewekte energie meet, gaat de elektriciteit naar het net. De transformator en het inkoopstation zijn vaak geïnstalleerd in één bouwwerk en staan dan niet als twee losse eenheden op het zonnenveld.

Netaansluiting 6

Een aansluitkabel sluit het zonnenveld aan op het elektriciteitsnet. Per hectare kan ongeveer 1 MW aan energie opgewekt worden, afhankelijk van de opstelling. Zonnenvelden tot 2 MW worden aangesloten op de kabel van het bestaande **middenspanningsnet** van de regionale netbeheerder (Liander, onderdeel van Alliander). Zonnenvelden groter dan 2 MW worden aangesloten op een onderstation buiten het zonnenveld. Hier komen meerdere middenspanningskabels bij elkaar en vindt transformatie naar hoogspanning plaats. Voor de eindverbruikers moet de hoogspanning vaak teruggetransformeerd worden naar laagspanning. Indien de opgewekte energie direct lokaal gebruikt kan worden is de transformatie naar hoogspanning dan soms niet nodig, afhankelijk van regelgeving. Als er

lokaal een grote gebruiker is, kan dit zorgen voor minder potentiële netto belasting van het net. Het leggen van (rechtstreekse) slimme verbindingen kan dus helpen. Hele kleine zonnenvelden (tot 160 kW) kunnen direct op het **laagspanningsnet** worden aangesloten.

De kosten voor de kabel en de aansluiting op het net spelen een belangrijke rol bij de haalbaarheid van een project. Meer informatie hierover is te vinden onder [businesscase](#) en [energetische opbrengst](#). Het is belangrijk te beseffen dat het bestaande net uitgebreid en versterkt moet worden naar mate er meer zonnenvelden aangesloten worden. Dit betekent dat niet alleen rekening moet worden gehouden met de inpassing en aansluiting van nieuwe zonnenvelden, maar ook met de realisatie en inpassing van nieuwe aansluitpunten. Daarom moeten nieuwe ontwikkelingen tijdig bij de regionale netbeheerder gemeld worden. Die kan ook aangeven wat de aansluitmogelijkheden op de korte termijn zijn en meedenken over de noodzakelijke aanpassingen in het net. In verband met de aanlegduur van netwerken kunnen gebieden ontstaan waar de komende jaren geen capaciteit (meer) is om zonnenvelden aan te sluiten.

Een aandachtspunt bij de netaansluiting is dat zonnenvelden niet altijd optimaal gebruik maken van de capaciteit van de infrastructuur. De aansluiting is ingericht op de **piekcapaciteit** van het zonnenveld, waardoor deze het merendeel van de tijd niet optimaal benut wordt. Dit kan verbeterd worden door een [combinatie met andere energiebronnen](#).

Opslagenheden 8

Het opslaan van energie bij zonnenvelden gebeurt nog maar weinig in Gelderland. De verwachting is wel dat opslag een steeds belangrijkere rol gaat spelen bij het in balans brengen van de energievraag, de energieopwekking en de beschikbare capaciteit van het net. Opslag van zonne-energie kan op verschillende manieren en momenten. Opslagsystemen kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor **piekopslag**, zodat de elektriciteit beter verdeeld op het elektriciteitsnet terecht komt. Opslag op zonnenvelden is op dit moment nog experimenteel. Opslag gebeurt nu nog vooral bij zonnepanelen op een individuele woning of collectief voor een buurt. Het formaat en de vorm van de opslagenheid kan sterk variëren.

Padenstructuren 9

Om het zonnenveld te onderhouden (reparatie, schoonmaak, vervanging, etc.) zijn verschillende paden nodig. De breedte van het **hoofdtoegangspad** is afhankelijk van het type beheer. Bij machinaal beheer moet dit ongeveer vijf meter breed zijn. De verschillende inspectiepaden rondom de rijen zijn minimaal anderhalve meter breed. Er wordt overigens met robots geëxperimenteerd die de panelen van bovenaf schoonmaken. Dan zijn onderhoudspaden niet langer noodzakelijk.

Fundering 11

Het type fundering is afhankelijk van de ondergrond, het gewicht van de installatie en de werkmethode van de aannemer. De meest voorkomende fundering bestaat uit palen die geschroefd of geheid worden. Wanneer het onwenselijk is om de bodem in te gaan kan er ook gekozen worden voor een bovengrondse fundering, zoals betonplaten.

Het type fundering heeft vooral van dichtbij invloed op de uitstraling. Bij drijvende zonnepanelen zijn de panelen bevestigd op drijvers. De combinatie [zon en water](#) staat elders in dit document beschreven.

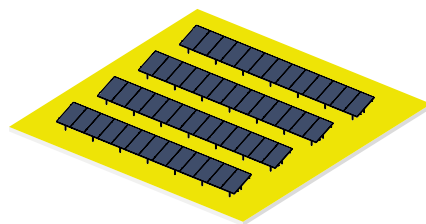
Beveiliging 13

Om schade en diefstal te voorkomen wordt er vaak een [afscherming](#) geplaatst rondom zonnepanelen. Dit is meestal een voorwaarde van verzekeraars. De standaardafscherming is een hekwerk van ongeveer twee meter hoog, met of zonder camerabeveiliging. Meer landschappelijk en ecologisch waardevolle opties zijn (afhankelijk van het landschapstype) afschermingen door een brede watergang of dichte begroeiing, eventueel met een hek erin verwerkt. Meer informatie hierover is te vinden in het deel [Inpassing en inrichting](#).

Opstellingen

De opstelling van een zonnepveld bepaalt voor een groot deel de uitstraling van het zonnepveld en is dus van belang bij de [Inpassing en inrichting](#). Daarbinnen zijn er nog variaties mogelijk in de afstand tussen de rijen, de hoogte van de constructies, de hoeveelheid panelenrijen boven elkaar en de oriëntatie van de panelen. Deze variaties hebben effect op de wijze waarop [landschappelijk inpassen](#) mogelijk is en beïnvloeden de kansen voor het [creëren van ecologische meerwaarde](#) en het toepassen van [meervoudig ruimtegebruik](#).

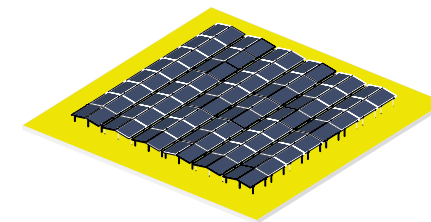
De zuidopstelling is de meest voorkomende opstelling, gevolgd door de oost-westopstelling. Andere economisch exploitierbare opstellingen zijn er op dit moment nagenoeg niet, al kan dat veranderen bij ontwikkelingen in de elektriciteitsprijs. Er wordt geëxperimenteerd met verticale opstelling en platte opstelling, zoals horizontale panelen en zonnefolie. Het zal moeten blijken of deze in de toekomst op grote schaal worden toegepast. Zie de tekst onder [energetische opbrengst](#) voor een vergelijking tussen de opbrengsten van de verschillende opstellingen.



Zuid-opstelling

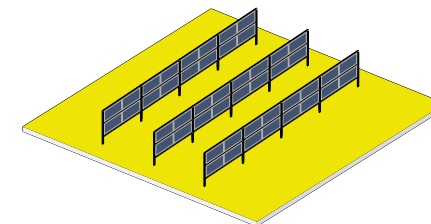
Bij een zuidopstelling zijn de [zonnepanelen](#) (min of meer) op het zuiden georiënteerd om optimaal

gebruik te maken van de instraling van de zon. De hoek van de panelen heeft invloed op de opbrengst van de panelen en op de hoeveelheid schaduw die ontstaat achter de rij. In het algemeen worden panelen in een hoek van 10 tot 35 graden geplaatst. Een voordeel van een lagere hellingshoek is dat de opstelling lager is en dus minder zichtbaar.



Oost-westopstelling

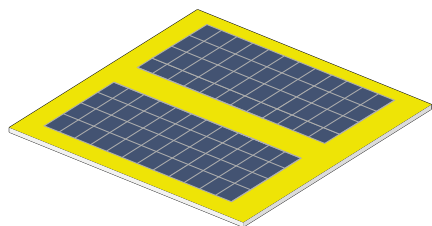
Bij een oost-westopstelling zijn de [zonnepanelen](#) richting het **oosten en het westen** georiënteerd middels een 'dakconstructie'. De hellingshoek die hier wordt gebruikt is kleiner dan die bij een zuidopstelling en ligt tussen de **10 en 20 graden**. Door de lagere hellingshoek valt er minder schaduw op achterliggende panelen, waardoor er minder afstand tussen de rijen nodig is. In theorie kunnen de panelenrijen zelfs helemaal aaneengesloten zijn. De opstelling is door de lage hellingshoek lager dan die van een zuidopstelling.



Verticale opstelling

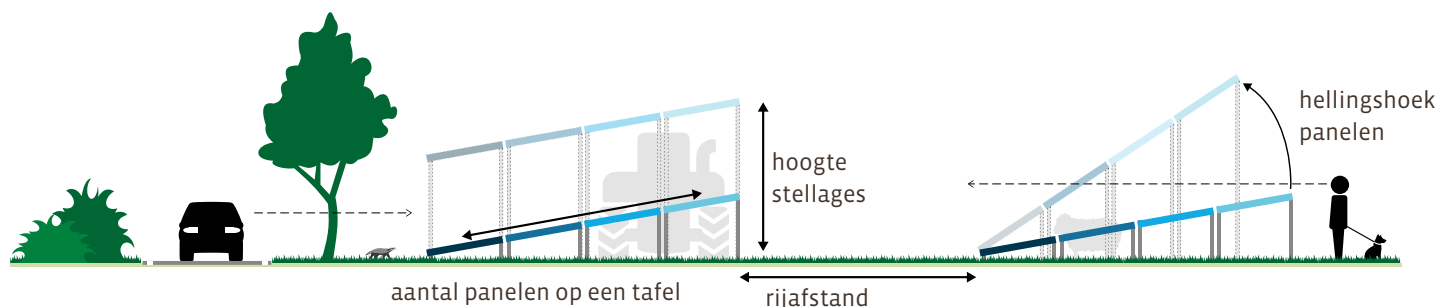
Bij een verticale opstelling worden panelen verticaal boven elkaar geplaatst, onder een hoek van

90 graden. De gebruikte [zonnepanelen](#) zijn bi-faciaal. De rijen lopen van noord naar zuid waardoor de panelen gebruik maken van de **ochtend- en namiddagzon**. Deze opstellingen worden weinig toegepast, omdat de elektriciteitsopbrengst lager is dan van zuid- en oost-westopstellingen. Er is veel afstand tussen de rijen nodig om schaduw te vermijden. Wel is de opstelling kansrijk om te combineren met andere functies zoals landbouw of om landschapselementen en natuurwaarden te behouden of te ontwikkelen.



Platte opstelling

Een platte opstelling ([zonnepanelen](#) vlak op maai-veld) is in theorie een goede optie om de zichtbaarheid van een zonneveld te minimaliseren. In bepaalde gevallen kan dan ook gewerkt worden met zonnefolie. De energieopbrengst is onder ideale omstandigheden vergelijkbaar met een oost-westopstelling. In de praktijk zal deze opstelling echter snel vervuild raken, wat om meer onderhoud vraagt en daardoor hogere kosten oplevert. Bij een keuze voor een platte opstelling moet dan ook goed worden nagedacht over hoe de constructie zo kan worden gemaakt dat de panelen makkelijk te reinigen zijn. Alternatief is om de panelen onder een hele flauwe hoek te plaatsen.



Variaties in opstellingen: variëren in aantallen panelen op een tafel, hoogtes van stellages, rijafstanden en hellingshoeken van panelen

Variaties binnen opstellingen

Op een tafel (de constructie waar de zonnepanelen op liggen) kan gevarieerd worden met het **aantal panelenrijen** boven elkaar en met de **oriëntatie van de panelen**: staand ('portret') of liggend ('landschap'). Meer panelen boven elkaar betekent bij een zuidopstelling als gevolg van de schaduwwerking ook een **grotere afstand tussen de rijen**. De stelling waar de panelen op liggen kan ook in **hoogte** variëren. In een vlak landschap kunnen panelen op een lage stelling of wal onder ooghoogte blijven, wat een voordeel kan zijn voor de inpassing. Bij een hogere stelling (op ooghoogte) komen de panelen in het directe zicht, maar ontstaat ook ruimte onder

de panelen voor andere functies of om de biodiversiteit te behouden of te vergroten. De stelling kan ook verder verhoogd worden, zodat landbouwvoertuigen en grotere diersoorten er onderdoor kunnen of hogere beplanting er kan groeien. Ook kijkt de passant onder de panelen door. Op een afstand zijn de hogere stellages vergelijkbaar met bebouwing in het landschap en vallen ze veel meer op. De beleving dichterbij is echter anders dan van lage opstellingen, omdat onder de hogere opstellingen allerlei andere landgebruiksvormen kunnen worden toegepast. Voor meer informatie over belevingswaarde en meervoudig gebruik van zonnenvelden zie het deel [Inpassing en inrichting](#).

Energetische opbrengst

De energetische opbrengst verschilt per type opstelling en inrichting van het zonnenveld. Om een indicatie te geven zijn hier de prestaties van de verschillende **opstellingen** naast elkaar gezet met een vergelijkbare rij-tot-rij afstand ('pitch').

Het maken van een exacte vergelijking van de prestaties van opstellingen is lastig aangezien het vermogen van een zonnenveld afhankelijk is van veel factoren. In deze vergelijking is gerekend met panelen met een vermogen van 315 Wattpiek (Wp). Dit is haalbaar bij de nieuwe panelensoorten. Ter

vergelijking zijn de prestaties van mono-faciale en bi-faciale panelen toegevoegd. De energetische opbrengst per hectare groeit lineair met het aantal hectaren.

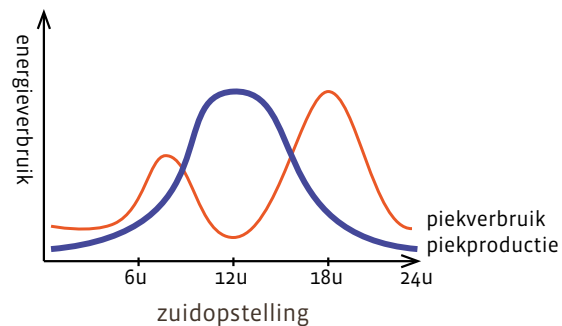
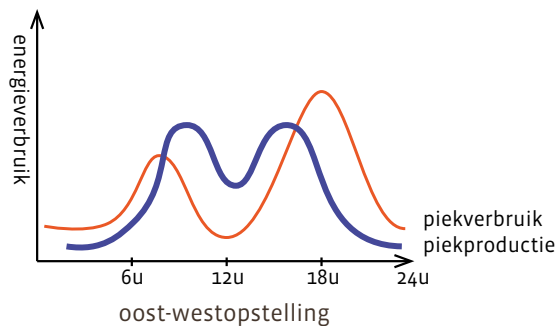
De rijen kunnen ook dichter bij elkaar worden gezet, al worden dan de onderhoudspaden smaller en is er dan minder ruimte voor natuur tussen de panelen. Afhankelijk van de opstelling zorgt een kortere rijafstand voor een betere of juist slechtere opbrengst. Bij een oost-westopstelling neemt de opbrengst van mono-faciale panelen bijvoorbeeld toe tot respectievelijk 1.544 MWh/jr/ha en 1.490

MWh/jr/ha als de afstand tussen de rijen wordt teruggebracht van 2,00 naar 0,50 meter bij een hoek van 10° en van 2,25 naar 1,00 meter bij een hoek van 20°. Bij bi-faciale panelen neemt deze dan toe tot 1.588 MWh/jr/ha bij een hoek van 10° en 1.538 MWh/jr/ha bij een hoek van 20°.

Bij een vergelijking van de opwekking van een zuid- en oost-westopstelling verschijnt een andere verdeling van de opbrengst gedurende de dag. De zuidopstelling laat een grote piekproductie zien op het midden van de dag, met lage tot vrijwel geen opbrengsten op de rest van de dag. Een

Energetische opbrengst per type opstelling (op land), vertaald naar het gemiddeld energieverbruik van een huishouden, waarbij hier is uitgegaan van 3000 kWh/jaar

	Zuidopstelling		Oost-westopstelling		Verticale opstelling	Platte opstelling
Hellingshoek panelen	10°	35°	10°	20°	90°	0°
Hoogte boven maaiveld	0,75 meter	0,75 meter	0,75 meter	0,75 meter	0,5 meter	0 meter
Hoogte totale stellage	1,45 meter	3,00 meter	1,45 meter	2,10 meter	2,5 meter	0,25 meter
Rij-tot-rij-afstand ('pitch')	6 meter	6 meter	6 meter	6 meter	3 meter	6 meter
Afstand tussen de rijen ('rijafstand')	2 meter	2,75 meter	2 meter	2,25 meter	3 meter	2 meter
Energetische opbrengst met mono-faciale panelen (MWh/jr/ha)	1.385 (462 huishoudens)	1.342 (447 huishoudens)	1.287 (= 429 huishoudens)	1.249 (= 417 huishoudens)	n.v.t.	1.362 (454 huishoudens)
Energetische opbrengst met bi-faciale panelen (MWh/jr/ha)	1.441 (480 huishoudens)	1.425 (475 huishoudens)	1.327 (442 huishoudens)	1.291 (430 huishoudens)	873 (291 huishoudens)	n.v.t.



Verskil in piekproductie tussen een zuid- en een oost-westopstelling

oost-westopstelling wekt energie meer gelijkmatig over de dag op, met kleine pieken in de ochtend en middag. Het voordeel hiervan is dat deze kleine pieken beter aansluiten op de pieken in het verbruik en een oost-westopstelling daardoor minder druk zet op het netwerk.

Het is ook mogelijk zonnepanelen te installeren met een zogenaamde 'solar-tracker'. Hiermee volgen de panelen de stand van de zon en wordt het rendement verhoogd. Solar tracking is een opkomende technologie die in Nederland tot op heden nog niet is toegepast. Dit komt doordat solar-tracking nog vooral bij enkelzijdige panelen werd gebruikt. Voor tracking met enkelzijdige panelen is direct zonlicht nodig om de hogere opbrengsten te krijgen. In Nederland is het aandeel direct zonlicht te laag. Berekeningen geven echter aan dat met de opkomst

van dubbelzijdige panelen de opbrengst waarschijnlijk wel hoog genoeg is om de meerkosten van een trackersysteem te dekken. Er wordt momenteel een aantal testprojecten gestart om dit te verifiëren. Een ander voordeel van tracking is dat de opbrengst veel gelijkmatiger over de dag verdeeld is.

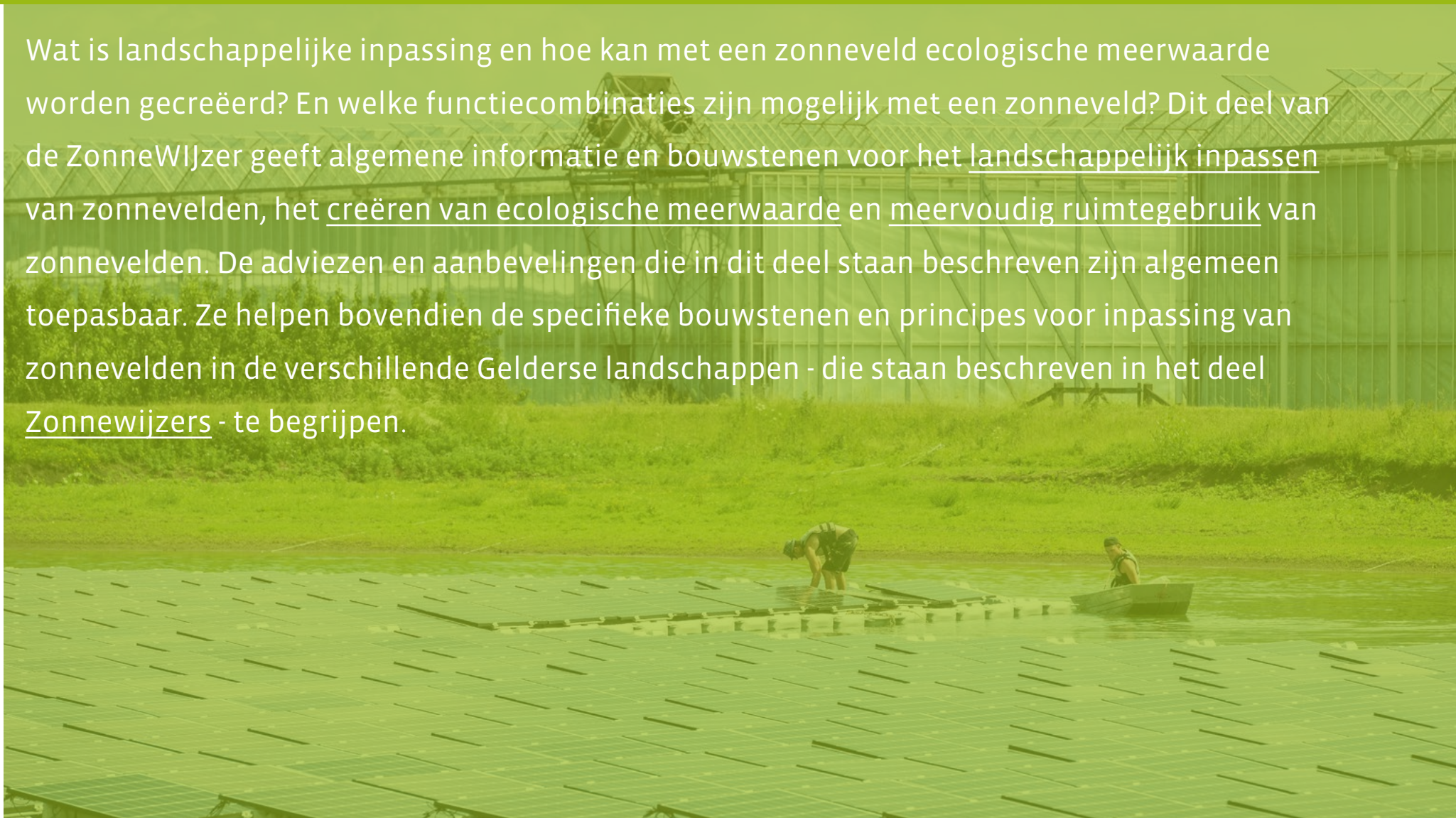


Meest voorkomende opstellingen
Verticale opstelling met bi-faciale panelen

Inpassing en inrichting van zonnevelden

Meerwaarde creëren

Wat is landschappelijke inpassing en hoe kan met een zonneveld ecologische meerwaarde worden gecreëerd? En welke functiecombinaties zijn mogelijk met een zonneveld? Dit deel van de ZonneWijzer geeft algemene informatie en bouwstenen voor het landschappelijk inpassen van zonnevelden, het creëren van ecologische meerwaarde en meervoudig ruimtegebruik van zonnevelden. De adviezen en aanbevelingen die in dit deel staan beschreven zijn algemeen toepasbaar. Ze helpen bovendien de specifieke bouwstenen en principes voor inpassing van zonnevelden in de verschillende Gelderse landschappen - die staan beschreven in het deel Zonnewijzers - te begrijpen.



Landschappelijk inpassen en creëren van ecologische meerwaarde

Landschappelijk inpassen

Op het moment dat een zonneveld in het landschap wordt geplaatst, wordt er ingegrepen in de **ruimtelijke karakteristieken**. De ruimtelijke karakteristieken bepalen mede de belevingswaarde (esthetische waarde) van een landschap. Hoe meer deze karakteristieken intact zijn, hoe beter de leesbaarheid en herkenbaarheid van het landschap. De ruimtelijke karakteristieken kunnen worden onderverdeeld in:

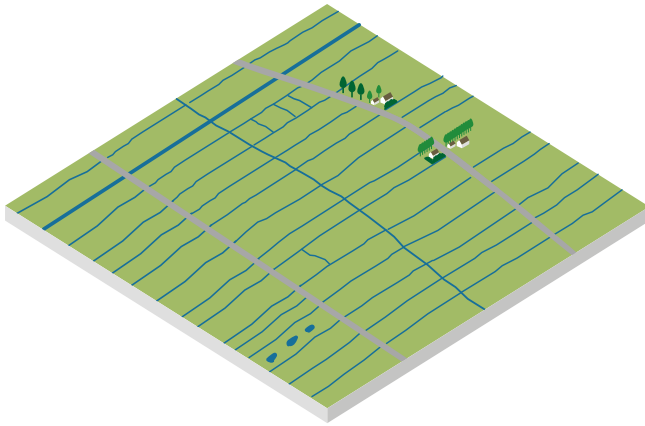
- de **schaal en openheid** van het landschap: groot-schalig en open of juist kleinschalig en besloten;
- de **structuur van de verkaveling**: regelmatig of onregelmatig patroon van kavelvormen, blok-vormig of langgerekt, enzovoort;
- de **structuur van wegen** met daaraan gekoppeld **erven en bebouwing**: bijvoorbeeld rechte of kronkelige wegen, met lintbebouwing of juist verspreid liggende bebouwing, dichtbij of verder van de weg af;
- het **reliëf**: vlakke of glooiende landschappen;
- de **structuur van opgaande beplanting**, bijvoorbeeld wegbeplanting, laanstructuren, erfbeplanting.

Er is sprake van een goede landschappelijke inpassing van een zonneveld als de ruimtelijke karakteristieken worden behouden of versterkt. Het versterken van de landschappelijke karakteristieken is niet alleen van belang voor de periode dat in het landschap een zonneveld ligt, maar ook voor de lange termijn als de zonnepanelen mogelijk weer verdwijnen en er een nieuwe functie komt. Overigens is de uitgangssituatie van de specifieke locatie in het landschap daarbij sterk bepalend. Als de ruimtelijke karakteristieken intact zijn, is de opgave vooral deze te behouden (en waar mogelijk nog te versterken). Maar als de ruimtelijke karakteristieken in de uitgangssituatie zijn aangetast, liggen er bij het inpassen van een zonneveld vaak kansen deze te herstellen en een meerwaarde te creëren.

In het deel [Zonnewijzers](#) staan de ruimtelijke karakteristieken van de verschillende Gelderse landschappen beschreven. In algemene zin (ruimtelijk gezien) kunnen de Gelderse landschappen in **drie hoofdcategorieën** worden ingedeeld:

- **open landschappen**, met grootschalige openheid en weinig hoge beplanting (bomen) en/of bebouwing;
- **besloten landschappen**, met veel dichte opgaande beplanting (bossen) en/of bebouwing (woonwijken, bedrijventerreinen);
- **halfopen landschappen**, met een kleinschalige afwisseling van relatief kleine open ruimtes (bijvoorbeeld weides, akkertjes, heideveldjes) die begrensd worden door (deels transparante) opgaande beplanting (lanen, houtwallen, bosjes) en/of bebouwing.

De mate van openheid bepaalt sterk of een ingreep in het landschap (zoals het ontwikkelen van een zonneveld) meer of minder **zichtbaar** is. De zichtbaarheid speelt een belangrijke rol in de belevingswaarde en daarom ook bij het landschappelijk inpassen van een zonneveld. Er zijn voor de drie hoofdcategorieën van landschappen enkele algemene handvatten te geven voor landschappelijke inpassing. Deze volgen hieronder. In de [Zonnewijzers](#) worden deze aangevuld met specifieke aanbevelingen voor de verschillende Gelderse landschapstypen.



Open landschappen

In landschappen die worden gekenmerkt door **grootschalige openheid** is een **zorgvuldige inpassing** van een zonneveld van groot belang, omdat het zonneveld vrijwel altijd (van verre) in het landschap zichtbaar is. Daarbij gaat het onder meer om het reduceren van de zichtbaarheid van het zonneveld. Het zonneveld mag **geen blokkade van open zicht(lijn)en betekenen**, waardoor de openheid minder goed beleefbaar zou worden. Hierbij spelen zowel de keuze voor de plek in het landschap, als de inrichting van het veld een rol.

Bij de keuze voor de plek in het landschap is het van belang dat het zonneveld **aansluit op de karakteristieke kavelvormen** van het landschap, bijvoorbeeld strookvormig of vierkant. Daarnaast kunnen bestaande opgaande elementen in het (verder open) landschap aanleiding bieden om met een zonneveld op aan te sluiten. Denk aan het **plaatsen van een zonneveld achter (en het niet breder maken dan) een erf of een bosje**. Laat hierbij ook de ontsluiting van het zonneveld door dat bosje of via dat erf lopen ter **voorkoming van een extra toegangsweg** in het landschap. Tot slot

moet een zonneveld ook qua oriëntatie aansluiten op de structuurlijnen van het open landschap. Panelenrijen dienen daarom **parallel aan of eventueel haaks op de kavelrand of een andere dominante landschapsstructuur** te worden gelegd (zie ook de algemene bouwstenen voor [oriëntatie](#)).

Bij de inrichting van het zonneveld is het belangrijk het veld als geheel zo **laag en plat** mogelijk op het maaiveld te plaatsen. Dit geldt niet alleen voor de hoogte van de opstelling zelf, maar ook voor de afscherming van het veld en de overige (technische) elementen die bij een zonneveld horen. **Hekwerken, bomen, bosschages, heggen e.d. rondom het zonneveld zijn ongewenst** in een open landschap. In plaats daarvan dient het veld begrensd te worden door een **(brede) watergang (of greppel)**, eventueel in combinatie met een verdiept gelegen hekwerk (in de watergang/greppel of in het talud). Zorg daarnaast voor een **goede inpassing van de overige opgaande elementen** binnen het veld, zoals een transformatorhuisje of opslagunit, door deze bijvoorbeeld **(half)verdiept** aan te leggen (zie ook de algemene bouwstenen voor [hoogte](#) en [afscherming](#)).



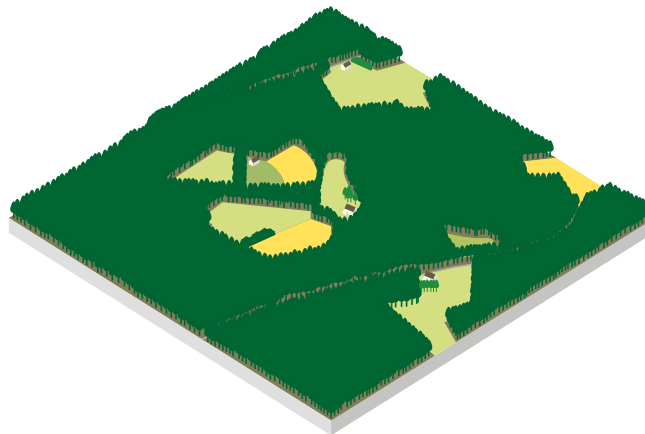
Grutto

Weidevogels

De aantallen weidevogels en andere boerenlandvogels zijn de laatste decennia zeer hard achteruit gegaan. Vooral weidevogels zijn sterk afhankelijk van een grote mate van openheid in het landschap. Ze broeden alleen in zeer open gebieden, op een ruime afstand van opgaande elementen zoals bebouwing, bomen, bosjes en zelfs rietland, omdat predatoren vaak hier vanuit jagen. Deze afstand bedraagt voor een aantal soorten circa 200 meter, maar loopt op tot 400 meter bij gevoelige soorten als grutto en veldleeuwerik. Ook tot wegen en paden houden weidevogels een vergelijkbare afstand aan in verband met verstoring door mensen, verkeer en honden ('verstoringafstand').

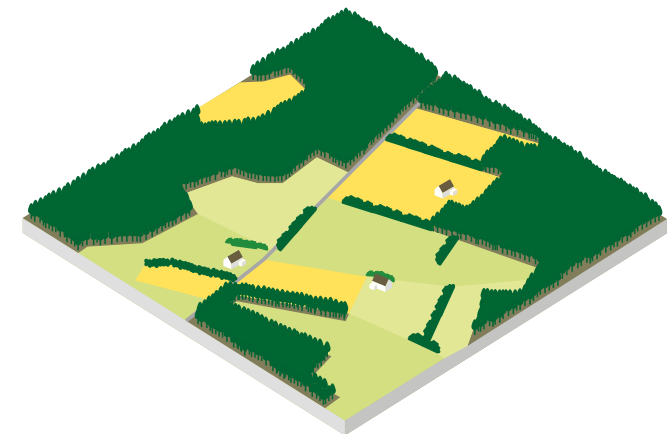
Het effect van zonnepanelen op weidevogels in open weidegebieden is nog niet bekend. Vandaar dat plaatsing in deze gebieden vanuit het voorzorgsbeginsel niet aan te bevelen is, om te voorkomen dat de aantallen broedparen hierdoor nog harder achteruit gaan. Het is maar zeer de vraag of

weidevogels tussen of naast zonnepanelen gaan broeden - zeker als deze niet plat op de grond liggen - waardoor er rechtstreeks sprake zou zijn van verlies van broedareaal. De kans bestaat zelfs dat de vogels tot zonnepanelen een vergelijkbare afstand aanhouden als tot opgaande beplanting en bebouwing, waardoor het negatieve effect veel groter is. Wat betreft dit laatste zou het kunnen zijn dat de negatieve impact beperkt blijft als panelen plat op het maaiveld worden gelegd en uitsluitend binnen de verstoringafstanden tot reeds aanwezige erven en wegen, paden, opgaande beplanting en bebouwing blijven. Maar ook dat is vooralsnog niet bekend.



Besloten landschappen

In een besloten landschap (bijvoorbeeld een open ruimte in een bos) gaat de komst van een zonneveld **niet ten koste van open zicht(lijn)en**. Het zonneveld valt juist veel meer weg tegen de opgaande (beplantings- of bebouwings)structuren eromheen. Bovendien kan een zonneveld gemakkelijk aan het zicht worden onttrokken door het met een dichte beplantingsrand van struiken en eventueel bomen (indien nodig met daarin een hekwerk verstoep) te omgrenzen. Zie hiervoor ook de algemene bouwsteen afscherming. Binnen een dergelijke dichte omgrenzing kan het zonneveld **energetisch gezien zo optimaal mogelijk worden ingericht** qua oriëntatie en hoogte van de panelen en qua type opstelling. Er zijn dan verder geen maatregelen nodig voor een goede landschappelijke inpassing. Omdat geen sprake is van grootschalige openheid kan er ook voor gekozen worden om de **randen van het zonneveld meer transparant** te maken, bijvoorbeeld met een bomenrij waar je onderdoor kijkt, met bosschages of met sloten.



Halfopen landschappen

In halfopen landschappen is de **afwisseling van open en besloten delen** kenmerkend. De zichtbaarheid van zonnevelden is hier wel een aandachtspunt, maar zonnevelden zijn in halfopen landschappen niet altijd (van verre) vanuit het landschap zichtbaar. Dit geeft een **zekere mate van vrijheid** om met open en dichte delen (zichtbaar en onzichtbaar vanuit verschillende hoeken) te kunnen omgaan. **Zonnevelden kunnen worden ingepast zoals hierboven wordt geadviseerd voor open of voor besloten landschappen**. Voorwaarde is dat daarbij op het hogere schaalniveau van het landschap het behoud van de kenmerkende afwisseling van open en besloten delen gewaarborgd is. Schakel daarom **niet meerdere (kleine) zonnevelden aan elkaar**, maar zorg ervoor dat er **voldoende open weides en akkers tussen de zonnevelden** aanwezig blijven.

Creëren van ecologische meerwaarde

De ontwikkeling van een zonneveld in het landschap heeft invloed op de ecologische karakteristieken - **karakteristieke soorten** (planten en dieren)

en hun **karakteristieke leefgebieden** - omdat de aanwezigheid hiervan nauw samenhangt met de aanwezige ruimtelijke karakteristieken. Een goede inpassing van een zonneveld creëert naast een landschappelijke versterking tevens een **ecologische meerwaarde**, waarbij ook geldt dat de uitgangssituatie heel belangrijk is. Als er in de uitgangssituatie een hoge biodiversiteit is, zoals doorgaans in natuurgebieden, dan zijn er minder kansen voor verhoging van de biodiversiteit. Dan is het vooral de vraag of de hoge biodiversiteit behouden kan worden bij de ontwikkeling van een zonneveld. In de praktijk zal dit vaak lastig zijn. Wanneer er in de uitgangssituatie een lage biodiversiteit is, zoals in gebieden met intensieve landbouw, is het creëren van ecologische meerwaarde eenvoudiger te realiseren. Daarom is een goede **inventarisatie van de bestaande natuurwaarden** op de locatie zelf en in de nabije omgeving belangrijk, voorafgaand aan de ontwikkeling van een zonneveld.

Een geschikt leefgebied van een diersoort moet aan een aantal eisen voldoen:

- er moet voldoende **voedsel** te vinden zijn;
- er moet gelegenheid zijn voor **voortplanting** (denk aan een amfibieënpoel of opgaande beplanting voor vogels om in te broeden);
- het leefgebied moet voldoende **rust en veiligheid** (bescherming tegen predatoren) bieden;
- voor veel diersoorten (sommige vogelsoorten en vliegende insecten uitgezonderd) is het belangrijk dat er fysieke **verbindingen** zijn naar andere leefgebieden.

Een zonneveld kan **onderdeel zijn van een verbindingzone** maar kan ook een **uitbreiding van een bestaand leefgebied** vormen. Om ecologische meerwaarde te creëren kunnen voor sommige diersoorten alle onderdelen van het leefgebied - foerageergebied, voortplantingsgelegenheid, rustgebied en eventuele verbindingzones - geheel binnen (de rand van) een zonneveld worden ontwikkeld. Denk bijvoorbeeld aan een poel waarin amfibieën zich kunnen voortplanten, in combinatie met bosjes of houtwallen voor overwintering. Voor andere (vooral de wat grotere en mobieler) soorten kan een zonneveld één of meerdere onderdelen van het leefgebied bevatten, terwijl de andere benodigde onderdelen in de directe omgeving **bereikbaar** zijn.

In het volgende deel - [Zonnewijzers](#) - staan de karakteristieke soorten en karakteristieke leefgebieden van de verschillende Gelderse landschappen beschreven. Tevens worden per landschapstype **ecologische principes** aangereikt die laten zien hoe ecologische meerwaarde kan worden gecreëerd bij het ontwikkelen van een zonneveld. Daarvan profiteren vooral de meer algemene vlinders, bijen, amfibieën, zoogdieren en vissen. In grote zonnevelden waar zwaar wordt ingezet op het verhogen van de biodiversiteit is het soms mogelijk bijzondere leefgebieden te creëren waarvan ook minder algemene planten en dieren kunnen profiteren. Dit kan vooral succesvol zijn als het zonneveld grenst aan een (natuur)gebied waar deze leefgebieden al aanwezig zijn.

Voor meer informatie over het ontwikkelen en beheren van deze bijzondere natuurtypen, maar ook van landschapselementen en agrarische natuurtypen, wordt verwezen naar de volgende gegevensbronnen:

- ‘Index Natuur en Landschap’, op de website van [BIJ12.nl](#);
- ‘Kennisdocumenten Soorten - Natuurbescherming’, op de website van [BIJ12.nl](#);
- ‘Handboek Natuurdoeltypen’ (Bal et al 2001).

Het verdient aanbeveling bij de planvorming voor een zonneveld een **biodiversiteitsbeheerplan** op te (laten) stellen. Daarin wordt dan aangegeven welke natuurdoelen gesteld worden, hoe deze ontwikkeld worden en hoe het beheer eruit ziet. Voor het stellen van de doelen is een inventarisatie van de bestaande natuurwaarden belangrijk. Daarbij dient ook gekeken te worden naar hoe de locatie is verbonden met (leefgebieden in) de omgeving: hoe ziet het ecologisch netwerk eruit?

In alle situaties geldt dat de voorkeur uitgaat naar een inrichting met beplanting die van nature in het landschapstype voorkomt. Gebiedseigen (‘inheemse’) beplanting zorgt namelijk voor de hoogste biodiversiteit, omdat deze van oudsher onderdeel is van het lokale ecosysteem. In de [Zonnewijzers](#) worden per landschapstype voorbeelden gegeven van gebiedseigen soorten die kunnen worden toegepast in en nabij een zonneveld.



Solarpark De Kwekerij, Hengelo

Solarpark De Kwekerij

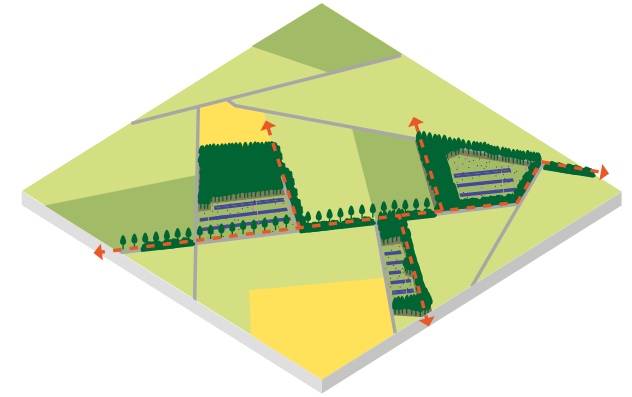
Solarpark De Kwekerij combineert het opwekken van zonne-energie met natuurontwikkeling en een bijdrage aan de lokale biodiversiteit. Daarnaast is het park tijdens openingsuren toegankelijk voor bezoekers en worden er rondleidingen en lezingen gegeven. Het onderhoud wordt uitgevoerd door een stichting.

Algemene bouwstenen landschap en ecologie

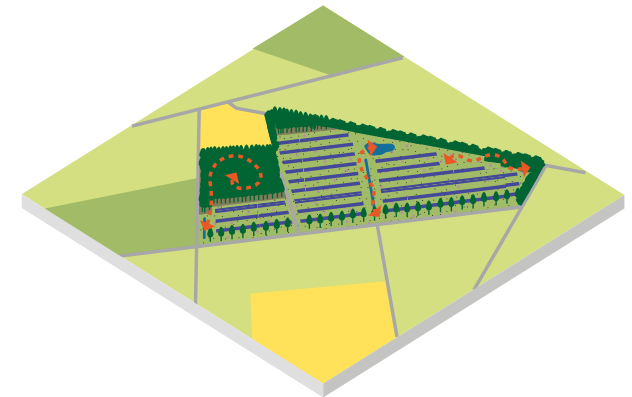
Hieronder volgen algemeen toepasbare bouwstenen voor landschappelijke inpassing van zonnevelden en het daarbij creëren van ecologische meerwaarde. In de [Zonnewijzers](#) worden deze algemene bouwstenen aangevuld met specifieke bouwstenen en principes voor de verschillende Gelderse landschappen. Omdat de variaties in landschappelijke opbouw en de verscheidenheid in milieuomstandigheden - die bepalend zijn voor de aanwezigheid van planten en dieren - nauw samenhangen, zijn de bouwstenen voor landschap en ecologie (daar waar relevant) gecombineerd. Het gaat om de volgende bouwstenen:

- schaal(grootte);
- oriëntatie;
- dichtheid, type opstelling en inrichting;
- hoogte;
- afscherming;
- op water.

(Schaal)grootte



Belang van ecologische verbindingzone bij meerdere kleine zonnevelden



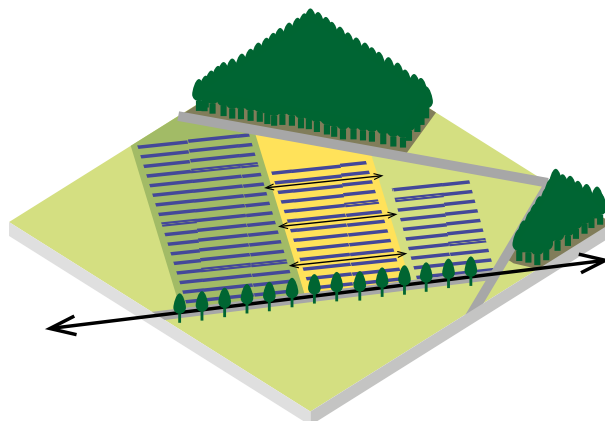
Meer ruimte voor landschappelijke elementen en natuurontwikkeling bij één groot zonneveld

De grootte van zonnevelden is een belangrijk aspect bij het landschappelijk inpassen en bij het creëren van ecologische meerwaarde. Sluit aan bij maten van landschappelijke eenheden die aanwezig zijn in het landschap, zoals (van klein naar groot): erven, kavels, landschappelijke 'kamers' (open ruimtes omgrens door wegen of opgaande structuren van beplanting en/of bebouwing). Indien een groot aantal zonnepanelen ingepast moet

worden, kan gekozen worden tussen één groot zonnenveld dat aansluit bij de maat van een grote landschappelijke eenheid (een landschappelijke ‘kamer’). Maar er kan ook voor gekozen worden (verspreid) meerdere kleinschalige zonnenvelden te creëren die elk qua grootte aansluiten bij de maat van een kleinere landschappelijke eenheid (bijvoorbeeld een kavel). Omdat de maten van de eenheden per landschapstype sterk verschillen, is het belangrijk hierbij de bouwstenen per landschapstype in de [Zonnewijzers](#) te raadplegen.

Kleinere zonnenvelden zijn vaak makkelijker in te passen in het landschap. Het voordeel van één groot veld is echter dat door concentratie van zonnepanelen op één plek het landschap elders wordt ontzien. Bij grote zonnenvelden is er (ook financieel gezien) vaak meer ruimte voor landschappelijke elementen en natuurontwikkeling. Vooral bij kleine zonnenvelden waarin (onderdelen van) leefgebieden van diersoorten slechts op kleine schaal kunnen worden ontwikkeld, is het belangrijk dat deze aansluiten en verbonden zijn met ecologische structuren in de omgeving.

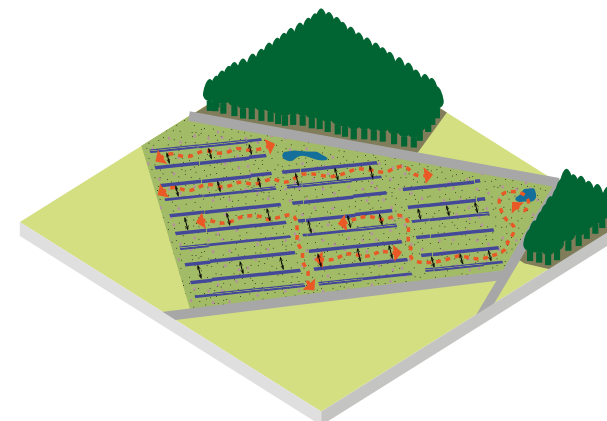
Oriëntatie



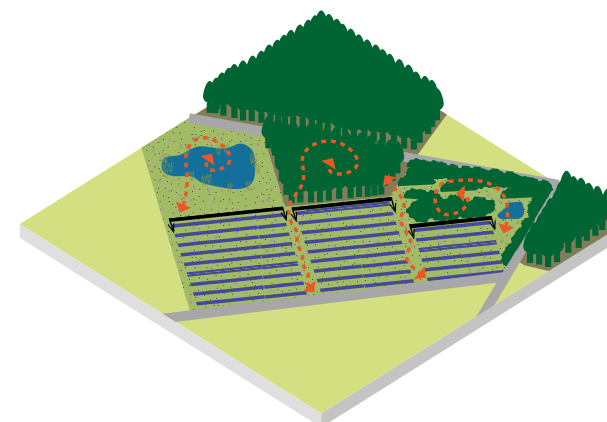
Oriëntatie parallel aan dominante landschappelijke structuur

Sluit met de oriëntatie van het zonnenveld aan bij de (structuur)lijnen in het landschap. Meestal zijn dit de kavelgrenzen, die doorgaans bestaan uit sloten, wegen, beplantingsstructuren - zoals houtwallen, bomenrijen of bomenlanen - of bebouwingsstructuren. Plaats de rijen zonnepanelen bij voorkeur parallel aan deze lijnen. Houd daarbij rekening met het zicht vanaf wegen en paden langs de randen en vanuit het omliggende landschap. Bovenstaande is vooral van belang in open landschappen. In besloten (en halfopen) landschappen kunnen de zonnepanelen immers meer worden ‘verstopt’.

Dichtheid, type opstelling en inrichting



Lage dichtheid van panelenrijen biedt tussenruimtes voor landschapselementen en natuurontwikkeling



Geconcentreerd een hoge dichtheid van panelenrijen laat ruimte vrij elders op het perceel

Het plaatsen van zonnepanelen zorgt voor een afname van lichtinval op de ondergrond en voor een andere verdeling van de opvang en afstroom van hemelwater. Dit leidt tot minder bloemrijke vegetaties, minder biomassa, minder bodemleven en minder organische koolstof in de bodem. Hierdoor neemt het watervasthoudend en zelfreinigend vermogen van de bodem af. Met de juiste begroeiing bovengronds kunnen deze effecten worden verminderd.

Hoe ruimer de opstelling (oftewel hoe lager de dichtheid aan panelen), hoe meer kansen er zijn voor een hoge biodiversiteit tussen de panelen. Een ruimere opzet laat meer zonlicht en hemelwater tot de bodem toe. In plaats daarvan kan ook gekozen worden voor een zo hoog mogelijke dichtheid aan zonnepanelen (geconcentreerd) om aan de randen van het zonnenveld meer ruimte te creëren voor natuurontwikkeling. De keuze voor één van beide principes levert landschappelijk gezien ook een ander beeld op. Per initiatief zal gekeken moeten worden wat wenselijk is. Dat vergt maatwerk. Voor beide principes geldt dat de financiële opbrengsten lager zijn dan bij een monofunctioneel zonnenveld, omdat meer ruimte wordt geboden voor natuurontwikkeling; uitgangspunt is hier het vinden van een balans tussen economische en ecologische winst.

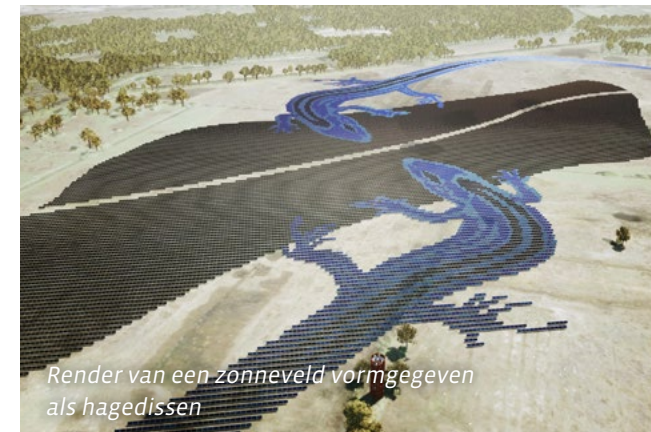
Een [zuidopstelling](#) laat doorgaans meer licht- en waterinval toe dan een [oost-westopstelling](#) of een [platte opstelling](#). Dat komt doordat een dakvormige opstelling in een oost-westopstelling, evenals een platte opstelling, meer grond afdekt. Differentiatie in lichtinval (deels beschaduwde door panelen en deels niet beschaduwde) en vochtigheidsgraad (door de lagere verdamping op beschaduwde plekken onder panelen) kan leiden tot meer variatie in de biodiversiteit. Een [verticale opstelling](#) biedt het meeste perspectief op een hoge biodiversiteit omdat deze een minimaal effect op de waterhuishouding heeft en meer zonlicht toelaat op de bodem.

Geef de ruimten tussen de panelen, de randen van het zonnenveld en eventuele overhoeken (hoeken die over blijven omdat ze niet goed ingevuld kunnen

worden met zonnepanelen) een natuurlijke inrichting. Denk aan kruidenrijke akkers of graslanden, heidevegetaties, ruigtevegetaties (meerjarige kruiden), struwelen (struiken/heesters), hagen, sloten, vennen en poelen. Deze natuurtypen zorgen nauwelijks voor schaduwwerking en liggen daarom voor de hand om toe te passen bij een zonnenveld. Laat de natuurontwikkeling in en rond het zonnenveld aansluiten op ecologische structuren buiten het zonnenveld. Vaak kan de natuurontwikkeling ook gebruikt worden om (historische) landschappelijke lijnen en structuren te versterken en/of te herstellen (bijvoorbeeld een karakteristieke meidoornhaag). Dit is afhankelijk van het landschapstype; zie hiervoor de [Zonnewijzers](#).

In algemene zin leidt variatie aan natuurtypen tot een hoge biodiversiteit. Daarom zijn bijvoorbeeld zoomvegetaties (bestaande uit meerjarige kruiden / ruigtes) en mantelvegetaties (bestaande uit struwelen / heesters / struiken) ecologisch gezien zeer waardevol als natuurlijke overgang van een zonnenveld naar een aangrenzende houtwallen of bos.

Natuurlijk verloop van grasland naar bos of een houtwal



Render van een zonnenveld vormgegeven als hagedissen

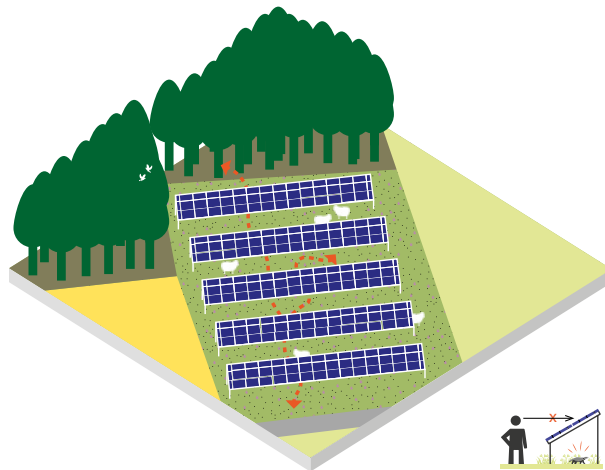
Zonnenveld als kunstobject

Soms is er aanleiding om een zonnenveld op een andere manier in het landschap te positioneren, namelijk als kunstobject. In dat geval wordt er een statement gemaakt en dus moet het zonnenveld goed zichtbaar zijn en niet aan het zicht worden onttrokken. Een optimale landschappelijke inpassing is dan niet leidend. Het zonnenveld als kunstobject kan worden gebruikt om herkenbaarheid en trots te creëren en zo draagvlak voor een initiatief te winnen. De kunstvormen kunnen bestaan uit innovatieve installaties. Door het gebruik hiervan worden innovaties gestimuleerd die mogelijk later praktisch/breder toepasbaar worden voor (de landschappelijke inpassing van) zonnenvelden. Door het toepassen van slim kleurgebruik, nieuwe opstellingen en nieuwe technieken zijn allerlei variaties mogelijk.

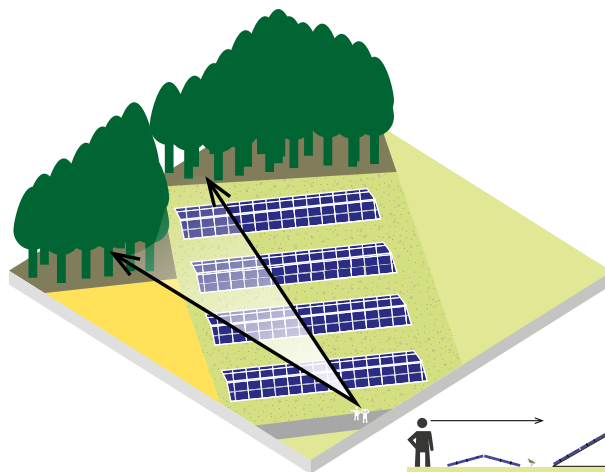
Dutch Blue is de winnaar van de prijsvraag Energy meets the Arts: een vraag over verbeelding en verleiding in de energietransitie. Het patroon refereert aan het landschap en de verbinding tussen locatie en transitie zorgt voor meer draagvlak en een recreatieve waarde. Naast grote opstellingen kunnen zonnepanelen ook verwerkt worden in allerlei kunstobjecten in de stedelijke omgeving en zo bijdragen aan bewustzijn en enthousiasme.

Hetzelfde geldt voor geleidelijke overgangen tussen natte en droge situaties, die gecreëerd kunnen worden met flauwe taluds langs poelen, vennen en sloten.

Hoogte



Hoogte in relatie tot openheid van het landschap: zo laag mogelijk voor zo min mogelijk impact



Hoogte in relatie tot ruimte voor natuur: een hogere opstelling biedt meer mogelijkheden binnen het veld

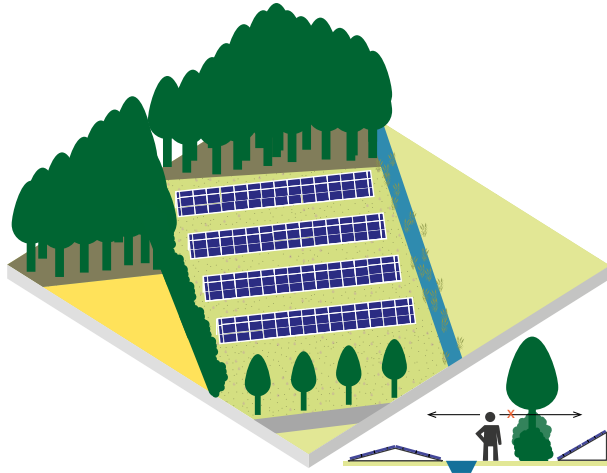
De hoogte van een zonneveld bepaalt grotendeels de beleving van het zonneveld in (en vanuit) het omliggende landschap. Openheid kan een esthetische / belevingswaarde hebben, maar tevens een

cultuurhistorische waarde (denk bijvoorbeeld aan de karakteristieke openheid van een es). Openheid kan ook ecologisch gezien van belang zijn, zoals voor [weidevogels](#) die in de omgeving broeden. Voor het behoud van openheid moeten zonnepanelen zo plat en laag mogelijk worden geplaatst en minimaal onder ooghoogte blijven.

Een hogere opstelling biedt echter juist kansen voor het verhogen van de biodiversiteit binnen het zonneveld zelf. Onder zonnepanelen op hoogte (met voldoende tussenruimte!) kan beplanting zich ontwikkelen, onder andere doordat een meer natuurlijke waterhuishouding ontstaat. Dit is ook gunstig voor veel diersoorten. Zonnepanelen kunnen dekking bieden, bijvoorbeeld aan hazen, dassen, vossen en reeën. Bovendien kunnen de constructies onder de zonnepanelen in geval van een hogere opstelling door kleine vogels en insecten worden gebruikt als nestlocaties. Bij de plaatsing van zonnepanelen op hoogte dient er wel rekening mee te worden gehouden dat de panelen bereikbaar zijn voor onderhoud en dat de planten die eronder groeien geen schade toebrengen aan de installaties. Een ander aandachtspunt is dat voorschriften van gemeenten bij vergunningverlening vaak een beperkte hoogte voorschrijven.

Kortom, het bepalen van de juiste hoogte van een zonneveld vraagt om een integrale ruimtelijke benadering waarbij de verschillende invalshoeken nader worden afgewogen. De bouwstenen in de [Zonnewijzers](#) voor de verschillende landschapstypen geven richting bij het maken van de afweging, maar de uiteindelijke keuze is afhankelijk van de feitelijke situatie op de locatie. Dat is maatwerk.

Afscherming

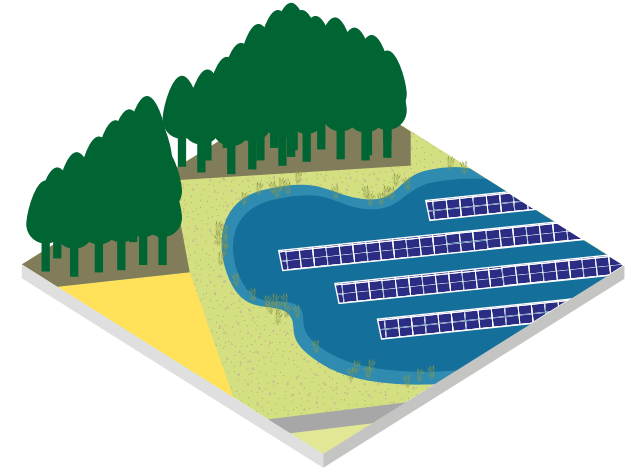


Afscherming in relatie tot zicht in het landschap, meerwaarde voor ecologie en aansluiting op landschappelijke structuren

Een dichte haag of een brede sloot kan soms voldoen als afscherming ter **beveiliging** van een zonneveld. Een natuurlijke, gebiedseigen afscheiding rond zonnevelden heeft vanuit landschappelijk en ecologisch oogpunt de voorkeur, vooral als deze aansluit op en/of onderdeel wordt van de landschappelijk-ecologische structuur in de omgeving. In open landschappen hebben sloten de voorkeur, maar in besloten en halfopen landschappen kan een haag of een dichte beplantingsrand van struiken en eventueel bomen worden toegepast. Hekken zijn soms noodzakelijk (op last van de verzekeerbaar), maar kunnen in begroeiing worden ingebed of verlaagd in (het talud van) een watergang worden geplaatst. Afgesloten zonnevelden bieden rust aan dieren, mits deze er via gaten in de omheining of via faunapassages (tunneltjes, pijpen en/of

ecoduikers) in en uit kunnen. Deze faunapassages moeten dan wel aansluiten op landschappelijke structuren (bosjes, houtwallen, hagen, struwelen, sloten) in de directe omgeving.

Op water



Zonnevelden op water

Zonnevelden hebben op (grote) waterpartijen een relatief beperkte ruimtelijke impact. De panelen vallen minder op door de lage ligging en de kleur (en vaak ook door de relatief grote afstand tot de waarnemer). Indien zonnepanelen op bestaande wateren worden geplaatst, kunnen deze echter wel een negatief effect hebben op de aanwezige aquatische ecologie. Uit onderzoek van Deltares in opdracht van STOWA (zie 'Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water; Rapport 2018.73') blijkt dat er veranderingen kunnen optreden in de watertemperatuur, de verdeling van de temperatuur over de waterkolom, het zuurstofgehalte, de biomassa en de samenstelling van het fytoplankton en het areaal dat geschikt is voor waterplanten. De meeste verschillen treden op bij een bedekking van 50% van het water of

meer. Een bedekking tot 10% zal nauwelijks effect hebben op de waterkwaliteit en de ecologie onder water mits de panelen boven diep water worden geplaatst, omdat diepe delen ecologisch gezien minder interessant zijn dan ondiepe oeverzones. Vooral grotere wateren kunnen echter belangrijke rust- en foerageergebieden zijn voor trekvogels en overwinterende watervogels. De plaatsing van zonnepanelen heeft naar verwachting een negatief effect op deze vogels. Door drijvende eilanden of kunstmatige onderwaterstructuren toe te voegen kan er wel weer een andere ecologische waarde worden gecreëerd, waar watervogels ook van kunnen profiteren (voedsel). Deze effecten zijn (nog) niet goed bekend.

Algemene tips en aandachtspunten met betrekking tot ecologie in en rond zonnevelden

Hieronder volgen nog enkele algemene tips en aandachtspunten met betrekking tot de ecologie die relevant zijn bij de planontwikkeling, de realisatie en het beheer van zonnevelden.

- Als ter plaatse van een zonneveld geen agrarische productie (meer) plaatsvindt, verhoog dan de grondwaterstand. Dit heeft een gunstig effect op bepaalde natuurtypen.
- Zet in op ecologisch (maai)beheer. Dat is essentieel voor een grote biodiversiteit. Van belang is overigens wel een goede afstemming met eventueel agrarisch grondgebruik in de omgeving (overlast door 'onkruid').
- Laat gedurende het hele groeiseizoen geen schapen of ander vee grazen op graslandvegetaties. Dat is niet bevorderend voor de biodiversiteit, omdat de dieren alle beplanting opeten. Bij de ontwikkeling van heide kan extensieve(!) beweiding wel zinvol zijn om vergrassing tegen te gaan. Het weiden van vee kan ook vanuit andere oogpunten wel een interessante keuze zijn voor meervoudig ruimtegebruik (bijvoorbeeld bij combinatie van een zonneveld met agrarisch gebruik).
- Plaats geen bijenkasten in een zonneveld. Dit gaat ten koste van wilde bijen en is daarom vanuit ecologisch oogpunt niet wenselijk.
- Pas liever geen verharding (voor onderhoud) en betonnen funderingen onder de panelen toe, want dat heeft een negatief effect op de biodiversiteit. Het toepassen van halfverharding (voor zover nodig) en van schroefpalen als fundering is een beter alternatief.
- Gebruik liever geen metalen draagconstructies (bijvoorbeeld van zink). Deze leiden tot uitspoeling en hebben bovendien een hoge energie-footprint. Mogelijk is biocomposiet een goed alternatief.
- Houd er rekening mee dat uitwerpselen van vogels voor vervuiling van panelen kunnen zorgen, waardoor vaker onderhoud noodzakelijk is.
- Sommige vogels en vleermuizen kunnen tegen panelen aanvliegen als ze deze aanzien voor water; in de praktijk lijkt dit echter weinig voor te komen.
- Zonnepanelen kunnen gepolariseerd licht weerkaatsen wat negatieve effecten zou kunnen hebben op bepaalde insecten- en vogelsoorten. Dit effect is nog niet goed bekend.

Meervoudig ruimtegebruik

Naast een esthetische en ecologische waarde hebben landschappen ook een gebruiks-/functionele waarde. De inpassing van een zonneveld heeft dan ook effect op het landgebruik. Het kan zijn dat het huidige grondgebruik verdwijnt maar er kunnen ook mogelijkheden zijn voor combinaties ('meervoudig ruimtegebruik'). De volgende 'meekoppelkansen' komen hieronder aan bod:

- [agrarisch medegebruik](#);
- [zon en water](#);
- [recreatief medegebruik](#);
- [combinatie met andere energiebronnen](#).

In de [Zonnewijzers](#) worden per landschapstype de mogelijke meekoppelkansen benoemd.

Door meervoudig ruimtegebruik toe te passen kan de gebruikswaarde en soms ook de beleefswaarde van een zonneveld worden vergroot. Dit biedt extra kansen. Het karakter van een plek verandert bovendien minder wanneer een deel van het oorspronkelijk gebruik in stand wordt gehouden.

Aan het einde van dit deel worden ook nog tips en aanbevelingen gegeven voor het toepassen van een [tijdelijk zonneveld](#).

Het is belangrijk te melden dat er nog maar weinig praktijkvoorbeelden zijn van meervoudig ruimtegebruik met zonnevelden en er zijn ook niet veel wetenschappelijke studies naar gedaan. Hierdoor is de kennis beperkt. Veel van de hieronder genoemde kansen en aandachtspunten moeten nog nader onderzocht worden.

Dit op zichzelf biedt overigens ook veel nieuwe kansen. Er zijn extra subsidiemogelijkheden - bovenop de reguliere subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+) - als een praktijktoepassing

nieuw is en/of bijvoorbeeld meer of gemakkelijk lokaal draagvlak krijgt. Daarnaast voldoet meervoudig ruimtegebruik makkelijker aan aanvullende beeldkwaliteitseisen die door gemeenten en provincies worden gesteld.

Zonnevelden op een vervuilde ondergrond

Op sterk vervuilde ondergronden waar andere functies vaak lastig zijn, zoals een oude vuilstort of in industrieel gebied, kunnen soms zonnepanelen worden geplaatst. De vervuilde bodem moet dan wel goed worden afgedekt.

Zonnepark AVRI Solar B.V. in Geldermalsen is gerealiseerd op een oude vuilstort van afvalverwerker AVRI. Er is gewerkt met verstelbare panelen om eventuele verzakkingen te compenseren. Omwonenden hebben de kans gekregen om te investeren in het park.

Het Zonnepark Louisegroeve is gerealiseerd door Naga Solar op de oude deponie (stortplaats voor gevaarlijk afval dat niet verder verwerkt kan worden) van DSM. Vroeger werd hier bruinkool gewonnen en later werd de Louisegroeve gebruikt als vuilstort. Er is gebruik gemaakt van een speciaal ontwikkeld ballast-systeem zodat de ondergrond ongewijzigd en afgesloten blijft. Het veld heeft een oppervlakte van 5,5 hectare.





Testopstellingen met landbouw onder zonnepanelen, Heggelbach (Duitsland)

Landbouw onder zonnepanelen

De Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems heeft een praktijkstudie uitgevoerd naar de combinatie van energie opwekken met zonnepanelen en het verbouwen van gewassen. De resultaten zijn tot op heden positief. Bepaalde gewassen presteren zelfs beter onder de zonnepanelen dan in de referentiestudie. Om intensieve landbouw mogelijk te maken moeten de afmetingen van de stellage groot genoeg zijn om landbouwvoertuigen er onder- en tussendoor te kunnen laten rijden.



Agrarisch medegebruik

Er zijn verschillende combinaties tussen agrarische functies en zonnevelden mogelijk die economisch haalbaar zijn. Door op een perceel ruimte te maken voor zowel landbouw als energieopwekking met zonnepanelen, zullen zowel de agrarische opbrengsten als de opbrengsten van het zonneveld lager uitvallen dan bij een monofunctioneel gebruik van het perceel (respectievelijk als landbouwgrond of als zonneveld). Een optimale combinatie van landbouw en zonnepanelen kan echter per saldo voor een hoger financieel rendement zorgen dan een monofunctioneel gebruik als landbouwgrond of zonneveld. Bovendien wordt op deze manier minder landbouwareaal onttrokken, wat van belang is voor de voedselproductie.

Opstelling

Het combineren van zonnevelden met agrarische functies vereist vaak een alternatieve opstelling, zoals een **verticale opstelling**. Bij de rijplaatsing van de panelen moet rekening worden gehouden met de ruimte die nodig is voor gewas, mens, dier en machine. De afstand die daadwerkelijk nodig is hangt af van de gewassoort die verbouwd wordt of het vee dat tussen de rijen loopt. De afstand tussen individuele panelen of rijen bepaalt de schaduwval. Bepaalde gewassoorten zullen meer zon nodig hebben dan andere. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij de invulling van het combinatie-landschap. Bij de keuze voor schaduwminnende gewassen kunnen er bijvoorbeeld meer panelen geplaatst worden. Er kan ook gekozen worden voor strokenlandbouw. Hierbij wordt het zonneveld zo ingericht dat er compacte stroken met zonnepanelen afgewisseld worden met compacte stroken

met gewassen. Voldoende ruimte tussen de panelen moet zorgen voor de lichtinval.

Combinatie met frambozen

Een fruitteiler in Babberich is op dit moment bezig met een proefopstelling waarbij frambozen geteeld worden onder 3.800 vierkante meter zonnepanelen. De eerste oogst moet plaatsvinden in augustus 2019. Er worden verschillende typen panelen getest: van standaard tot meer lichtdoorlatend. De zonnepanelen vervangen folie-boogtunnels die normaliter de gewassen afschermen.

Hoogte en stellage

Er kan veel gespeeld worden met de hoogte van stellages. In het geval van landbouw met lage gewassen voldoet een lage stellage. Een middelhoge stellage (1-3 meter hoog) biedt ruimte onder de panelen voor planten die laag groeien en weinig tot geen volle zon nodig hebben. Ook klein pluimvee zou hier onderdoor kunnen lopen. Een hoge stellage (3-5 meter hoog) kan ruimte bieden voor planten die niet hoger dan 1-5 meter worden, zoals de meeste struiken en sommige laagstambomen. Ook zou hier groter vee onder- en tussendoor kunnen lopen. Bij voldoende hoogte kunnen zelfs landbouwvoertuigen onder de panelen door rijden. Overigens is bij combinaties met het beweiden van vee (ook als de dieren niet onder maar alleen tussen de panelen doorlopen) een aandachtspunt dat de panelen voldoende hoog zijn geplaatst, zodat de dieren ze niet kunnen beschadigen.

Stellages op hoogte kunnen verschillende bijkomende voordelen hebben, zoals bescherming tegen hevige neerslag en tegen verbranding van fruit door felle zon. Ook is de temperatuur onder de panelen stabiel. Verschillende gewassen - zoals sommige blad- en wortelgroenten, zacht fruit en aardappelen - gedijen bijna net zo goed en soms zelfs beter in schaduwrijke omstandigheden. Hierbij is het wel van belang dat de bodem voldoende vruchtbaar is. Panelen op verhoogde stellages hebben wel impact op het landschap. Hierop wordt ingegaan onder [hoogte]. Als ze gebruikt worden ter vervanging van bestaande foliebogen is de impact op het landschap beperkt.

Aandachtspunten

- Het is nog niet duidelijk hoe wet- en regelgeving toegepast wordt bij gecombineerd landgebruik (bijvoorbeeld ten aanzien van mestnormen en toeslagrechten). Als de grond aan de voorwaarden van de regelingen voldoet kan de grond blijven meetellen voor toeslagrechten en/of mestruimte. In de praktijk blijken veel van de huidige zonopstellingen het gebruik van de landbouwgrond voor agrarische doelen zodanig te verhinderen dat het niet aannemelijk is dat er sprake is of zal blijven van een (volledige) landbouwfunctie. Dan zal het tegendeel bewezen moeten worden om in aanmerking te blijven komen voor bijvoorbeeld toeslagrechten of mestruimte. Zo komt het voor dat bij zuidopstellingen een deel van de tussenruimte soms wel tot landbouwgrond kan worden gerekend en in gebruik blijft als landbouwgrond, maar de ruimte rondom en onder de tafels niet. De vraag is wanneer een ondernemer nog (hoofdzakelijk) agrarisch ondernemer is en wanneer hij

- (hoofdzakelijk) elektriciteitsproducent wordt. Omdat er speciale regelingen zijn voor agrarische ondernemers kan dit fiscaal gevolgen hebben. In verschillende fiscale vrijstellingsregelingen geldt de voorwaarde dat het grondgebruik uitsluitend agrarisch moet zijn of blijven, waardoor het toepassen van zonnepanelen op landbouwgronden fiscale claims kan opleveren, zelfs bij het (volledig) behoud van de agrarische functie.
- Langdurige overdekking van de bodem kan leiden tot een afname van de bodemvruchtbaarheid. De keuze voor een intensieve combinatie van zonnepanelen met landbouw voor een lange termijn moet daarom goed doordacht worden. Meer informatie over effecten van zonnepanelen op de bodem is te vinden onder [dichtheid, type opstelling en inrichting](#).

Zon op erf

Ook op vrijkomende (agrarische) erven kan ruimte zijn voor het plaatsen van zonnevelden. Hiervoor is al veel informatie beschikbaar gesteld door de Coöperatieve Achterhoekse Groene Energiemaatschappij AGEM. Kortheidshalve wordt hier volstaan met een verwijzing naar de link waar deze informatie online is te vinden: <https://zonoperf.eu/>.



Eindrapportage 'Zon Op Erf; Onderzoek naar de haalbaarheid van Zon Op Erf op 10 pilot-locaties in de Achterhoek'



Zonnepanelen gecombineerd met laagstamteelt

Zon en water

Gezien de grote hoeveelheid water in Nederland krijgt de combinatie zon en water hier logischerwijs steeds meer aandacht. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt in drijvende zonnevelden op meren, waterlopen en waterdepots enerzijds en waterberging onder zonnevelden op land anderzijds.

Drijvende zonnevelden

Bij drijvende zonnevelden worden de zonnepanelen bevestigd op drijvers die vaak in grote vlakken aan elkaar verbonden zijn. Deze zijn vervolgens verankerd aan de bodem of aan de oever. De verankering is onder andere afhankelijk van het medegebruik van het water en de waterdiepte. Het type drijver is deels afhankelijk van de lokale stroming en golfslag. Het type [zonnepanelen](#) is overigens genoeg altijd een glas-glaspaneel omdat deze beter geschikt zijn voor toepassing op water. Daarnaast wordt er geëxperimenteerd met drijvende dunne filmpanelen (folies) en panelen onderwater.

Zowel een [zuidopstelling](#), een [oost-westopstelling](#) en een [platte opstelling](#) kan op water worden gerealiseerd. Een voordeel van een opstelling op water is dat de opbrengst van de panelen door het koelende effect van het water met 5% kan toenemen. Bij het gebruik van bi-faciale panelen kan de reflectie van licht op water het rendement verder verhogen. Daarnaast kan het veld zo ingericht worden dat de panelen meedraaien met de zon, wat op water mogelijk is dankzij de beweegvrijheid. Hierdoor kan het rendement van een zuidopstelling met een hellingshoek van 30 graden met 25% toenemen. Door de vaak lagere ligging van het water steekt de

opstelling bovendien minder hoog boven het maaiveld uit; zie ook [op water](#).

Zie de studies 'Zon op Water' (opgesteld door het Nationaal Consortium 'Zon op Water', in opdracht van STOWA) en 'Zon op recreatiewater' (uitgevoerd door BlueTerra, Verheijden Concepten, Wing, Bureau Waardenburg, in opdracht van Innovatie Recreatie & Ruimte) voor meer informatie over zon op water.

Combinatie met waterberging

Gemeenten en waterschappen zijn uit het oogpunt van klimaatadaptatie op zoek naar plekken voor wateropslag en -buffering na hevige buien. Deze waterbuffers kunnen gecombineerd worden met zonnepanelen op een hogere stellage, zolang er maar rekening wordt gehouden met het benodigde onderhoud. Vooral zonnevelden nabij 'ver-steende' gebieden zoals woonwijken en bedrijventerreinen kunnen zo eenvoudig een dubbele functie krijgen.



Drijvend Zonnepark Lingewaard

De coöperatie Lingewaard Energie U.A. heeft in samenwerking met lokale tuinders het Drijvend Zonnepark Lingewaard (DZL) ontwikkeld op het gietwaterbassin aan de Azalealaan in het tuinbouwgebied Bergerden. Het gaat om een zonnepark van circa 6.150 panelen waarmee jaarlijks ongeveer 1,8 miljoen kWh zonnestroom opgewekt kan worden. Dit is goed voor ruim 600 huishoudens.

Op de gietwaterplas van Lingewaard hebben de zonnepanelen als bijkomend voordeel voor de tuinders dat ze algengroei tegengaan. Bij de toepassing van zonnepanelen op een natuurlijke plas met ecologische waarden is dat juist een aandachtspunt. Dit laat zien dat ook meervoudig ruimtegebruik uiteindelijk maatwerk is.



Zonnepark Laarberg met een verdiepte ligging ten behoeve van waterberging. Groenlo (bron: Greenspread)

Zon en waterberging

Zonnepark Laarberg (ontwikkeld door Greenspread en geopend in 2018) ligt in het laagste deel van het bedrijventerrein Laarberg (bij Groenlo) en fungeert als wateropvang en als weidegrond voor schapen. Daarnaast zijn er verschillende natuurlijke elementen gerealiseerd zoals poelen, houtwallen, fruitbomen en bloemrijk grasland. Het veld is 6,5 hectare groot en de 6.664 zonnepanelen zijn op hoge stellages geplaatst. De onderzijde van de zonnepanelen bevindt zich 1,2 meter boven maaiveld. De bovenzijde van de zonnepanelen bevindt zich ongeveer 4 meter boven maaiveld.

Aandachtspunten:

- Stellages moeten voldoende hoog zijn.
- Infrastructuur moet beschermd worden tegen water.
- Aan waterlichamen worden andere / aanvullende wettelijke kaders gesteld, die mede de mogelijkheden voor het plaatsen van zonnepanelen bepalen (bijvoorbeeld vanuit de Kaderrichtlijn Water of de Beleidslijn grote rivieren).
- Ga naar [op water](#) voor meer informatie over de ecologische impact van drijvende panelen.

Recreatief medegebruik

Recreatief medegebruik van zonnevelden kan op verschillende manieren. Zo kan een aantrekkelijk recreatielandschap met zonnepanelen worden gecreëerd waarin gewandeld en/of gefietst kan worden. Maar zonnevelden kunnen ook gecombineerd worden met nieuwe verblijfsplekken of als evenementenlocatie worden ingericht. Een eenvoudiger alternatief kan zijn om recreanten de gelegenheid te bieden zelfstandig wandelingen of onder begeleiding excursies door een zonneveld te maken dat verder niet speciaal is ingericht voor recreatie. De bezoekers kunnen daarvoor gebruik maken van de padenstructuren die toch nodig zijn voor het onderhoud. De werking van een zonneveld kan op een educatieve manier uitgelegd worden, bijvoorbeeld met informatie-panelen of door een gids. Voor recreanten wordt het extra aantrekkelijk als wifipunten of oplaadpunten voor de elektrische fiets gekoppeld worden aan het zonneveld.



Solar Strand, University at Buffalo: zonneveld met ruimte voor evenementen, Buffalo (Verenigde Staten)

Evenemententerrein en recreatief gebruik

Op een extensief hooilandherstelgebied op de campus van de University at Buffalo (Verenigde Staten) is een zonneveld ontwikkeld. Het veld is toegankelijk voor bezoekers en biedt ruimte aan evenementen. De opzet en inrichting van het veld is afwijkend van traditionele opstellingen om recreatie en educatie op een aantrekkelijke wijze mogelijk te maken. Interessant is ook dat actief gebruik is gemaakt van gerecyclede producten van elders op de campus.

Combinatie met andere energiebronnen

Door het opwekken van zonne-energie met het opwekken van energie uit andere bronnen (zoals wind) te combineren kunnen in het oog springende **energielandschappen** ontstaan. Bij dergelijke combinaties kan vaak ook effectiever gebruik worden gemaakt van het netwerk. Bij een monofunctionele energie-inrichting wordt er vaak niet optimaal gebruik gemaakt van de netwerkcapaciteit.

Opwekken van windenergie

Op de dagen dat het hard waait schijnt de zon meestal minder, terwijl het op zonnige dagen vaak minder waait. Het is daarom interessant om het opwekken van zonne-energie te combineren met het opwekken van windenergie om optimaal gebruik te kunnen maken van de capaciteit van het net. Omdat de aansluiting op het net een significant onderdeel van de investeringsuitgaven behelst, maakt dit de **businesscase** van gecombineerde projecten interessant.

Met het combineren van het opwekken van wind- en zonne-energie wordt er efficiënter gebruik gemaakt van de beschikbare ruimte. Windturbines moeten een bepaalde afstand tot elkaar behouden en gevoelige objecten mogen niet binnen een bepaalde afstand van de turbines gebouwd worden. Dit biedt ruimte onder en rondom de windturbines om zonnepanelen te plaatsen. Afhankelijk van de lokale situatie zijn hiervoor verschillende mogelijkheden. Bij windturbines langs snelwegen kunnen zonnepanelen als geluidsscherm of overkapping worden gebruikt. In open gebieden kunnen windturbines met zonnenvelden worden gecombineerd.

Een belangrijk aandachtspunt is dat de ruimtelijke kenmerken van gebieden niet altijd geschikt zijn voor beide vormen.

Productie van biomassa

Naast een combinatie met windturbines kan er ook een combinatie worden gemaakt met de productie van **biomassa**. Bijkomend voordeel daarbij is dat als de gewassen gebiedseigen zijn, ze een bijdrage kunnen leveren aan het **landschappelijk inpassen** van het zonneveld en het **creëren van ecologische meerwaarde**.

Aandachtspunten

- Draagvlak bij omwonenden speelt een extra belangrijke rol bij projecten waar meerdere opwekbronnen worden gecombineerd. De invloed op de uitstraling van een gebied is dan namelijk vaak significant.

Tijdelijk zonneveld

In gebieden waar de functie van een gebied gaat transformeren kan een tijdelijk zonneveld interessant zijn. Te denken valt bijvoorbeeld aan een locatie die gereserveerd is voor een toekomstig bedrijventerrein. Vooral gebieden die in de tussentijd braak liggen komen hiervoor in aanmerking. Het tijdelijke zonneveld kan mogelijk zelfs worden ingezet als financiële aanjager (katalysator) voor de beoogde functieverandering.

Kansrijke gebieden voor een tijdelijke invulling als zonneveld liggen vooral in of nabij stedelijke gebieden en nabij andere locaties waar aansluiting op het netwerk relatief eenvoudig kan, zoals nabij plekken waar windturbines staan (zie ook [combinatie met andere energiebronnen](#)). Als er voor het tijdelijke zonneveld een nieuwe aansluiting gerealiseerd moet worden, dan is dit vooral kansrijk als de aansluiting later gebruikt kan worden voor de nieuwe functie. Het is niet duurzaam als de aansluiting niet gebruikt wordt voor de nieuwe functie of zelfs verwijderd wordt als de zonnepanelen weg zijn. Een nieuwe woonwijk of een bedrijventerrein heeft per hectare echter een veel kleinere aansluiting nodig dan het zonneveld. De kabel wordt dan niet meer optimaal gebruikt, maar de kosten voor de aansluiting zouden wel verdeeld kunnen worden over het zonneveld en de nieuwe functie. En als na de komst van de nieuwe functie ook zonnepanelen of windturbines aanwezig zijn in of nabij het gebied, dan kunnen deze natuurlijk ook op de kabel worden aangesloten.

In agrarische gebieden die uit productie zijn geraakt en worden omgezet in natuur liggen soms ook

kansen voor een tijdelijke inrichting als zonneveld. Vaak duurt het lang voordat het gewenste natuurtipe zich ontwikkeld heeft. Voorwaarde voor zo een combinatie is dan wel dat er voldoende ruimte is onder, tussen en rondom de zonnepanelen voor het ontwikkelen van de beoogde natuurwaarden. Aandachtspunt daarbij is dat de aanwezigheid van zonnepanelen effect heeft op de lichtinval op / de waterhuishouding van de bodem. Zie voor meer informatie [dichtheid, type opstelling en inrichting](#).

Aandachtspunten

- Het idee dat zonnevelden maar tijdelijk in het landschap aanwezig zijn, wordt vaak gebruikt als een argument in de discussies over het plaatsen van zonnevelden. Als de zonnepanelen afgeschreven zijn, kunnen ze immers verwijderd worden en dan wordt het oorspronkelijke landschap hersteld. Als men vooraf wil vastleggen dat een zonneveld slechts een bepaald aantal jaar ergens ligt (bijvoorbeeld als toezegging naar omwonenden), dan kan het tijdelijke karakter van het zonneveld worden vastgelegd in het bestemmingsplan. Overigens gaan opstellingen al snel vijftientig jaar mee.
- Voor een sluitende [businesscase](#) moet de grond lang genoeg beschikbaar zijn voor een invulling als zonneveld. Een kleinere exploitatieperiode betekent minder inkomsten. Dat is niet alleen een aandachtspunt vanuit economisch oogpunt. Het kan ook een aandachtspunt zijn als (mede) met de inkomsten uit het tijdelijke zonneveld bijvoorbeeld natuurontwikkeling, een goede landschappelijke inpassing en/of toekomstige functies moeten worden gefinancierd (tijdelijk zonneveld als katalysator).

ZonneWIJzers

Landschappelijke bouwstenen en ecologische principes voor Gelderland

Hoe kunnen zonnevelden in het stedelijk gebied, langs de infrastructuur en in het landelijk gebied van Gelderland worden ingepast? In dit deel worden daarvoor landschappelijke bouwstenen en ecologische principes aangereikt, die samen 'ZonneWIJzers' vormen. De landschappelijke bouwstenen tonen de manier waarop het landschappelijk inpassen van zonnevelden in de bestaande landschappelijke structuren mogelijk is. De ecologische principes sluiten aan op de landschappelijke bouwstenen en tonen hoe met de inrichting van een zonneveld kan worden bijgedragen aan het creëren van ecologische meerwaarde. Daarnaast brengen de ZonneWIJzers meekoppelkansen in beeld: mogelijke vormen van meervoudig ruimtegebruik met zonnevelden.

Hoe zijn de ZonneWijzers opgebouwd?

Gelderland kan worden onderverdeeld in zes herkenbare landschappelijke streken (zie ook de [streekkaart](#)):

- [Achterhoek](#);
- [Gelderse Vallei](#);
- [Randmeerkust](#);
- [Rijk van Nijmegen & Montferland](#);
- [Rivierenland](#);
- [Veluwe](#).

Voor elke van de zes landschappelijke streken van Gelderland is een set ZonneWijzers opgenomen. Iedere set ZonneWijzers wordt voorafgegaan door een beschrijving van de ontstaansgeschiedenis en de ecologische waarde van de betreffende streek en een opsomming van de landschapstypen die in de streek voorkomen. Daarna volgen de ZonneWijzers met landschappelijke bouwstenen, ecologische principes en meekoppelkansen, specifiek voor de verschillende landschapstypen in die streek. De ZonneWijzers voor het stedelijk gebied en voor de infrastructuur bestaan vaak alleen uit landschappelijke bouwstenen. Ze worden voorafgegaan door een algemene beschrijving en een opsomming van respectievelijk de verschillende typen stedelijke gebieden en infrastructurele lijnen waarvoor ZonneWijzers zijn opgesteld.

Hoe gebruik ik een ZonneWijzer?

De bouwstenen en principes in de ZonneWijzers kunnen worden gebruikt bij het opstellen van een ontwerp voor een zonneveld in een bepaald landschapstype. Omdat de ZonneWijzers zijn opgesteld op basis van de generieke karakteristieken van een landschapstype, moet er bij het toepassen in de praktijk wel altijd nog een verdiepingsslag worden gemaakt voor de specifieke locatie. Daarbij moet gekeken worden hoe de bouwstenen en principes daar het beste kunnen worden toegepast. Elke plek is immers anders, met andere (combinaties van) karakteristieken. De ZonneWijzers wijzen voor een (locatie in een bepaald) landschapstype aan welke bouwstenen uit de delen [Techniek](#) en [Inpassing en inrichting](#) hier relevant zijn. Denk bijvoorbeeld aan het type opstelling en de afscherming van een zonneveld.

In de ZonneWijzers van sommige landschapstypen staat dat er geen bouwstenen zijn te geven voor een goede inpassing. Dat neemt niet weg dat er in uitzonderlijke gevallen lokaal bezien toch aanleidingen kunnen zijn om een zonneveld goed in te passen (aan de hand van een goed locatie-specifiek ontwerp). De verschillende delen in dit document bieden dan nog steeds relevante informatie en inspiratie.

Hoe lees ik een ZonneWijzer?

Elke ZonneWijzer kan afzonderlijk worden gelezen. Op deze manier is er per landschapstype een gerichte handreiking beschikbaar over hoe om te gaan met zonnevelden. Het lezen van de delen [Techniek](#) en [Inpassing en inrichting](#) draagt wel bij aan een beter begrip van de ZonneWijzers. Deze delen hangen nauw samen met de ZonneWijzers.

De [streekkaart](#) en de beschrijvingen van de (ruimtelijke en ecologische) kernkarakteristieken per landschapstype helpen bij het bepalen van welk landschapstype aanwezig is op een locatie. Eventueel kan ook een deskundige daarbij helpen (bijvoorbeeld een landschapsarchitect van de gemeente of een adviesbureau).

Omdat de Gelderse streken voor veel mensen herkenbaar zijn, is per streek een indeling gemaakt in landschapstypes. Hierdoor komt het voor dat in verschillende streken enigszins vergelijkbare landschapstypes voorkomen. Als gevolg daarvan vertonen sommige ZonneWijzers gelijkenissen in de bouwstenen en principes. De lezer hoeft in de meeste gevallen echter alleen naar de ZonneWijzer(s) in zijn/haar 'eigen streek' te kijken. Daar staat nu alle informatie overzichtelijk bij elkaar.

Stedelijk gebied




Woongebieden
Bedrijventerreinen
Stads- en dorpsranden










Infrastructuurle lijnen




Snelweg, Spoor en Gelderse bundel




-  Uiterwaarden
-  Oeverwallen
-  Kommen
-  Rivierduinen

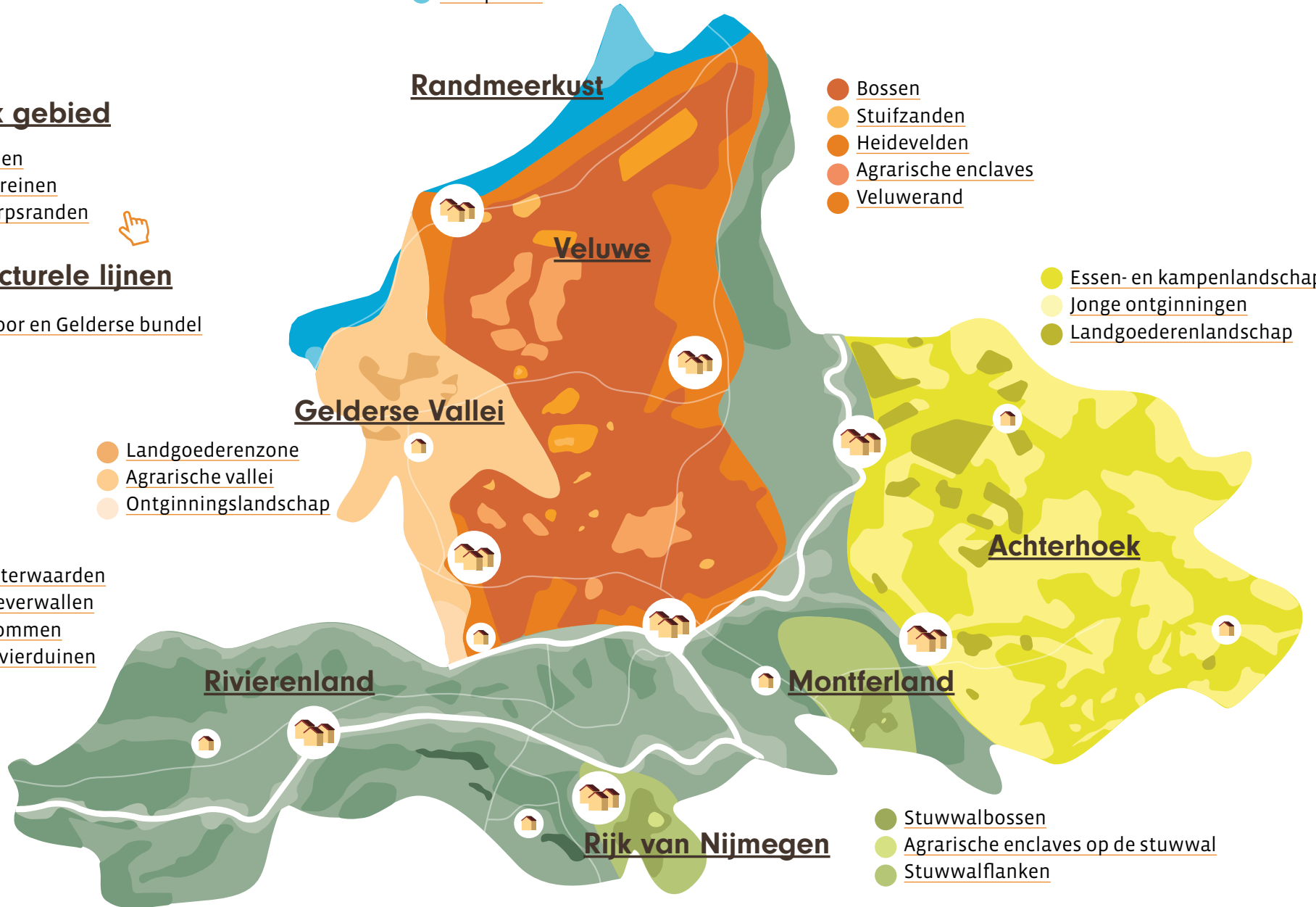
-  Landgoederenzone
-  Agrarische vallei
-  Ontginningslandschap

-  Zeekleipolder
-  Veenpolder

-  Bossen
-  Stuifzanden
-  Heidevelden
-  Agrarische enclaves
-  Veluwerand

-  Essen- en kampenlandschap
-  Jonge ontginningen
-  Landgoederenlandschap

-  Stuwwalbossen
-  Agrarische enclaves op de stuwwal
-  Stuwwalflanken



ZonneWijzers Stedelijk gebied



Stedelijk gebied

Beschrijving

Het stedelijk gebied wordt gekenmerkt door een concentratie van bebouwing. Deze concentratie kent verschillende dichtheden en verkavelingspatronen. Het stedelijk gebied is een interessant gebied voor opwekking van energie gezien de mogelijkheid voor directe koppeling met gebruikers en de aanwezige netwerken. Voor de hand ligt om in de stad vooral in te zetten op toepassing van zonne-energie op daken. Alle daken samen vormen een grote energie-potentie. Hier liggen de grootste oppervlakten onbenutte ruimte en de ruimtelijke impact op de omgeving is in veel gevallen beperkt. In de ZonneWijzers voor het stedelijk gebied is beschreven welke potenties er zijn voor grondgebonden of drijvende zonnenvelden (aanvullend aan zonnepanelen op daken).

Gebieden



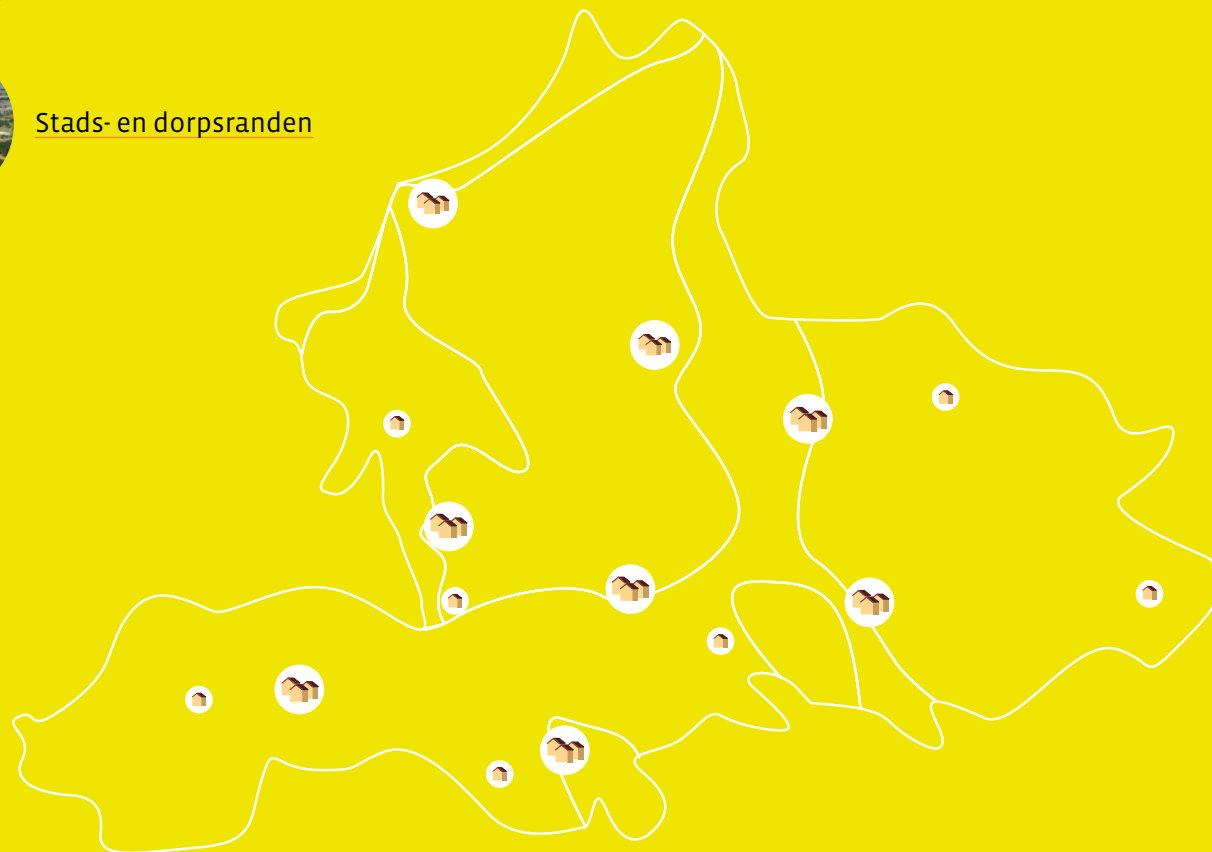
Woongebieden



Bedrijventerreinen



Stads- en dorpsranden

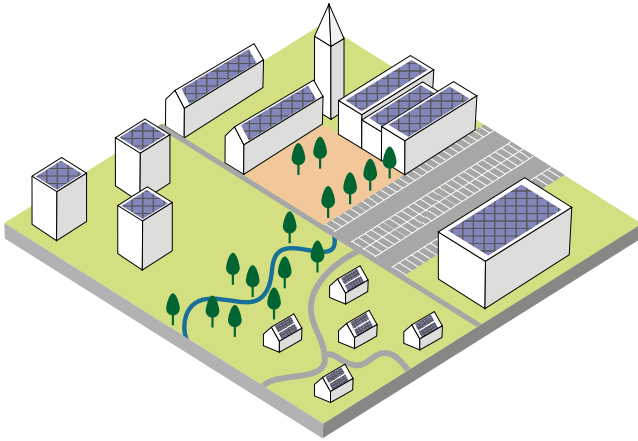


ZonneWIJzer Woongebieden



ZonneWIJzer Woongebieden

Beschrijving



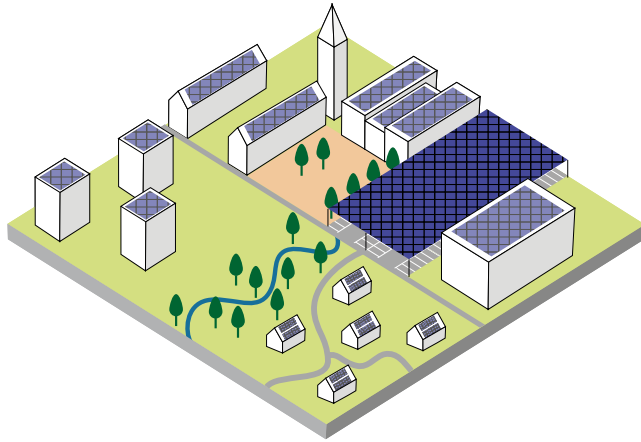
Onder de woongebieden verstaan we het gehele palet aan stedelijke ontwikkelingen, zoals stads-kernen, stadswijken, buitenwijken en dorpen. Deze gebieden worden gekenmerkt door een gelaagde opbouw aan programma's en voorzieningen. De gebieden kennen alle een eigen opbouw en uitstraling afhankelijk van de dichtheid, woningtypologie en inrichting.

In de woongebieden liggen grote kansen om de opwekking van energie te koppelen aan het gebruik van energie door individuele huishoudens. Kleinschalige ingrepen kunnen bijdragen aan eigen energie-opwekking en bewustzijn creëren. Voor grootschalige ingrepen is de beschikbare ruimte in de stad beperkt. Dat vraagt al snel om een combinatie van functies.

Kernkarakteristieken

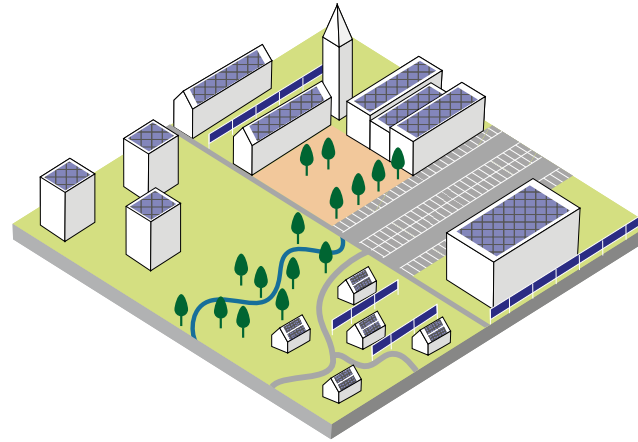
- Relatief kleinschalige ruimtes, wisselend per gebied
- Diverse verkavelingspatronen en organisaties
- Beperkte open ruimte
- Hoge dynamiek en gelaagdheid in grondgebruik
- Hoge grondwaarde
- Veel aansluitpunten

Landschappelijke bouwstenen (1)



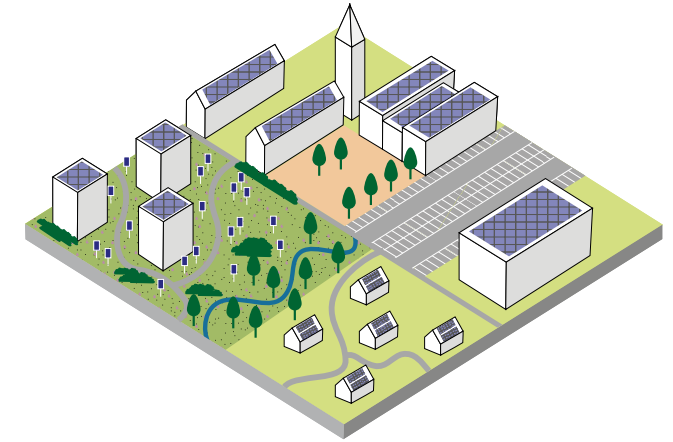
Zon-overkapping boven parkeren

In de stad liggen enkele grootschalige open ruimtes die nu slechts één gebruik kennen. Voorbeelden daarvan zijn open parkeerterreinen bij supermarkten, stadions en woonboulevards. Deze terreinen kunnen overkapt worden met een zonnedak. De overkapping past qua maat en schaal bij het stedelijk gebied. Omdat het in de meeste gevallen ook gaat om gebieden met een lage ruimtelijke kwaliteit, kan de overkapping een meerwaarde zijn voor de ruimtelijke beleving. Andere voordelen zijn dubbel gebruik van de ruimte, bescherming van auto's tegen zon en regen en directe koppeling aan het laden van elektrische auto's. Aandachtspunten zijn voldoende daglicht-toetreding voor het parkeren onder de panelen en gevoel van veiligheid.



Kleinschalige zonneschermen en schuttingsen

In de woongebieden zijn de grootschalige ruimtes die benut kunnen worden voor zonnevelden schaars. Wel is de vraag naar energie hoog, gezien de hoeveelheid huishoudens en bedrijven in de stad. Voor kleinschalige ingrepen die bijdragen aan opwekken van duurzame energie is hier meestal wel plek. Denk hierbij aan een [verticale opstelling](#) die als schutting fungeren of terrasoverkappingen van zonnepanelen. Variatie in kleur en vormgeving zorgt ervoor dat de opstellingen aansluiten op de karakteristieken van de wijk of buurt. Het voordeel is dat de geleverde elektriciteit direct naar de gebruiker kan. De schuttingen en overkappingen zijn niet geschikt voor gebieden met veel opgaande beplanting door de schaduwwerking daarvan.

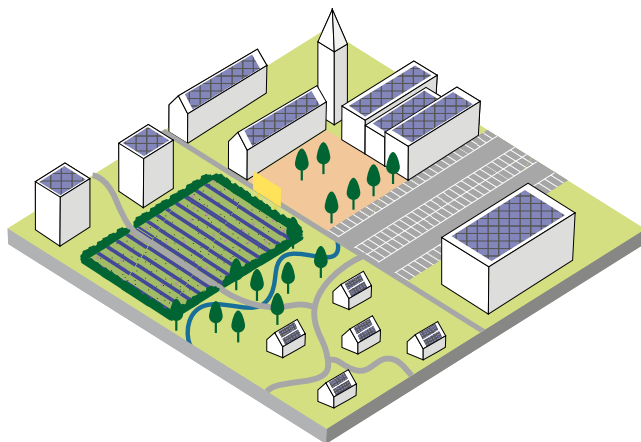


Vergroenen door middel van een zonneveld

Zonnepanelen kunnen gecombineerd worden met de aanleg van parken en groene recreatieve ruimtes, ten behoeve van het creëren van ecologische meerwaarde. Zo kunnen in de stad ecologisch waardevolle gebieden aangelegd worden waar bewoners en andere gebruikers ook een ommetje kunnen maken. Het groen verhoogt tevens de visuele aantrekkelijkheid van het gebied.

ZonneWIJzer Woongebieden

Landschappelijke bouwstenen (2)



Tijdelijk of mobiel zonneveld

Bij de ontwikkeling van nieuwe woongebieden of in krimpgebieden liggen gronden vaak een tijd braak of te wachten op een nieuwe invulling. Zonnevelden kunnen hier ingezet worden als aanjager voor ruimtelijke ontwikkeling en met een [tijdelijk zonneveld](#) de ruimte te vullen. De infrastructuur die nodig is voor de toekomstige functie kan alvast aangelegd worden en de zonnevelden leveren in de tussentijd energie. Dit werkt vooral in gebieden waar in de toekomst functies zijn voorzien die gebruik kunnen maken van de aangelegde netwerken.

Ook het werken met een mobiel zonnestelsel kan kansrijk zijn. Er wordt momenteel getest met systemen zonder aansluitpunt en met een mobiele opslag-unit. Deze mobiele systemen zouden in dit

type gebieden goed een plek kunnen krijgen, bijvoorbeeld op de voorbelasting van een toekomstig woongebied.

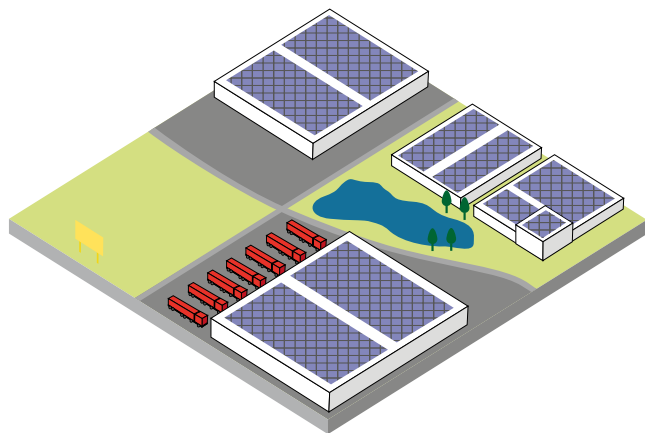
Om ook in het [creëren van ecologische meerwaarde](#) te voorzien, kan dit gecombineerd worden met ecologische randen of ruimte tussen de panelen. Bij voorkeur sluiten deze structuren aan op de toekomstige te ontwikkelen functies en blijven deze bij doorontwikkeling behouden en/of verder uitgebreid. Maar er kan ook sprake zijn van tijdelijke natuur.

ZonneWIJzer Bedrijventerreinen



ZonneWIJzer Bedrijventerreinen

Beschrijving



Bedrijventerreinen liggen verspreid over Gelderland, binnen of buiten de bebouwde kom. Het zijn nieuwe lagen die aan het onderliggende landschap zijn toegevoegd, zonder veel rekening te houden met de onderliggende landschapsstructuur. Veelal liggen de bedrijventerreinen gekoppeld aan grotere infrastructurele lijnen zoals snelwegen, spoorlijnen en watergangen.

Heel grof is het onderscheid te maken tussen 'nieuwe' en 'oude' terreinen. Bij de nieuwe of nog te ontwikkelen bedrijventerreinen is/wordt doorgaans ingezet op een efficiënte indeling, grote percelen en goede bereikbaarheid. Deze bedrijventerreinen hebben een ruim opgezette openbare ruimte. Bij de verouderde bedrijventerreinen die aan

herstructurering toe zijn of een transformatie naar gemixt gebied ondergaan, is de ruimte vaak volledig volgebouwd, is weinig openbare ruimte aanwezig en kan er sprake zijn van leegstand.

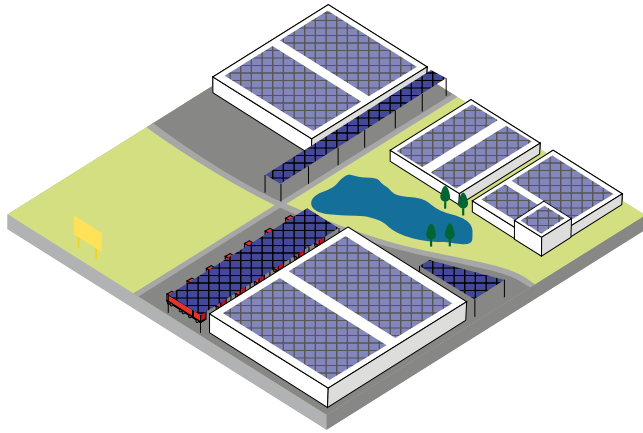
Op bedrijventerreinen liggen grote kansen om de opwekking van energie te koppelen aan het gebruik van energie door bedrijven. Bij bedrijventerreinen geldt hetzelfde als in de woongebieden: kansen voor plaatsing van zonnepanelen liggen vooral op de daken. Toch hebben de gebieden ook andere open ruimtes die kansrijk zijn. Kenmerkend voor bedrijventerreinen zijn namelijk grote verharde en niet bebouwde gebieden die bestemd zijn voor opslag, parkeren en transportbewegingen.

Kernkarakteristieken

- Relatief grootschalig
- Vaak rechtlijnig en efficiënte verkavelingspatronen en organisaties (nieuwe bedrijventerreinen)
- Grote gebieden verhard niet bebouwd oppervlak
- Monofunctioneel
- Hoge grondwaarde
- Relatief veel aansluitpunten netwerk

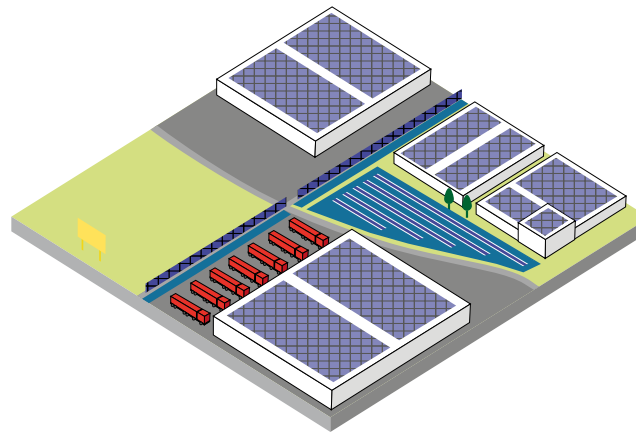
ZonneWIJzer Bedrijventerreinen

Landschappelijke bouwstenen (1)



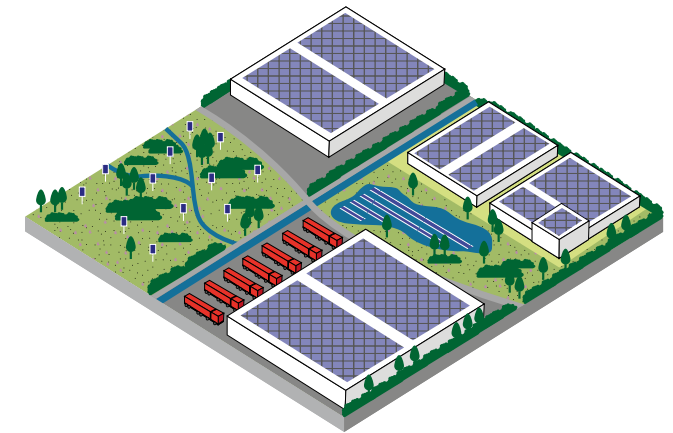
Zon-overkapping boven parkeren

Op (grootschalige) bedrijventerreinen liggen veel verharde gebieden die monofunctioneel gebruikt worden voor parkeren, opslag of logistieke bewegingen. Deze open ruimtes kunnen overkapt worden met een zonnedak. De overkapping past qua maat en schaal bij de schaal van het bedrijventerrein en kan de hoogte van de loodsen aanhouden. Voordelen zijn dat de ruimte dubbel gebruikt wordt, elektrische auto's of vrachtwagens direct geladen kunnen worden en opgeslagen goederen uit de zon en regen staan. Aandachtspunten zijn voldoende daglichttoetreding en de kwetsbaarheid van de panelen in relatie tot laad- en loswerkzaamheden.



Drijvende zonnevelden

Voor de nieuwe bedrijventerreinen hebben vaak een grote opgave voor waterberging. Waterberging kan gecombineerd worden met drijvende zonnepanelen. Het gebied krijgt zo een dubbele functie. De [combinatie met waterberging](#) is tevens interessant voor [creëren van ecologische meerwaarde](#), bijvoorbeeld door de ontwikkeling van ecologische oevers en verschillende waterdieptes.

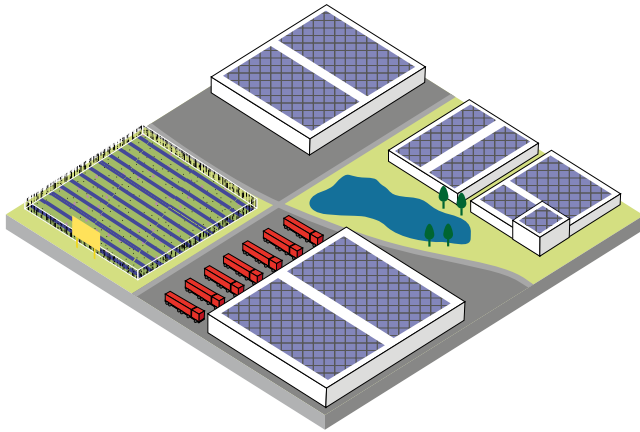


Vergroenen door middel van een zonneveld

Zonnepanelen kunnen gecombineerd worden met een groene inrichting van een bedrijventerreinen. Beplanting verhoogt de visuele aantrekkelijkheid van het gebied en voegt kwaliteit toe voor de werknemers die in de pauze een rondje lopen. Ook draagt beplanting bij aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#) en de klimaatbestendigheid van het terrein. Door toevoeging van zonnepanelen in dit groene raamwerk dragen de groene gebieden bij aan de duurzame energieopwekking en geeft het de bedrijven een positieve uitstraling.

ZonneWJzer Bedrijventerreinen

Landschappelijke bouwstenen (2)



Tijdelijk of mobiel zonneveld

Bij herstructurering en uitgifte van bedrijventerreinen ligt grond vaak een tijd braak. Zonnenvelden kunnen hier ingezet worden als aanjager voor ruimtelijke ontwikkeling en met een [tijdelijk zonneveld](#) de ruimte te vullen. De infrastructuur die nodig is voor de latere functie kan alvast aangelegd worden en de zonnenvelden leveren in de tussentijd energie. Dit werkt vooral in gebieden waar in de toekomst functies zijn voorzien die ook gebruik maken van de aangelegde netwerken. Kansrijk kan ook het werken met een mobiel zonnestelsel zijn. Er wordt momenteel getest met systemen zonder aansluitpunt en met een mobiele opslagunit. Deze

mobile systemen zouden in dit type gebieden goed een plek kunnen krijgen, bijvoorbeeld op een plek waar de grond voorbelast wordt.

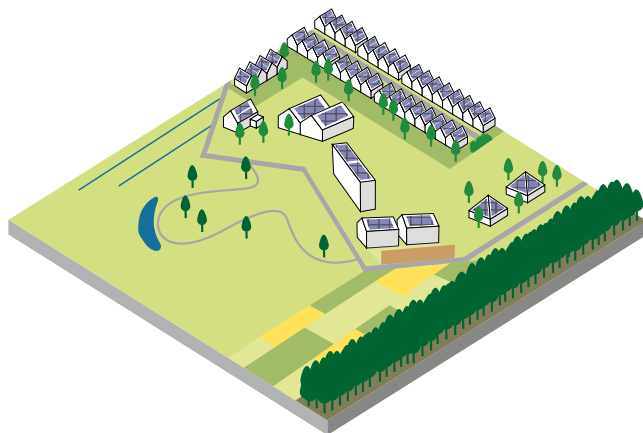
Om ook in het [creëren van ecologische meerwaarde](#) te voorzien, kan dit gecombineerd worden met ecologische randen of ruimte tussen de panelen. Bij voorkeur sluiten deze structuren aan op de toekomstige te ontwikkelen functies en blijven deze bij doorontwikkeling behouden en/of verder uitgebreid. Maar er kan ook sprake zijn van tijdelijke natuur.

ZonneWIJzer Stads- en dorpsranden



ZonneWIJzer Stads- en dorpsranden

Beschrijving



Stads- en dorpsranden zijn bijzondere plekken in het landschap en liggen als schil rondom de kernen. Het stedelijk gebied loopt hier over in het omliggende landschap. Deze overgang is vaak geen harde lijn maar een gemixte en dynamische zone. Het ruimtegebruik in de randzones is divers. In de stadrandzones liggen grote kansen voor het verbeteren van de toegankelijkheid van het landschap.

De druk vanuit de stad en dorpen voor de ontwikkeling van woningbouw, bedrijventerreinen, recreatieve gebieden, stadslandbouw en aanleg van infrastructuur op de randzones is groot, waardoor natuur en landbouw onder druk komen te staan.

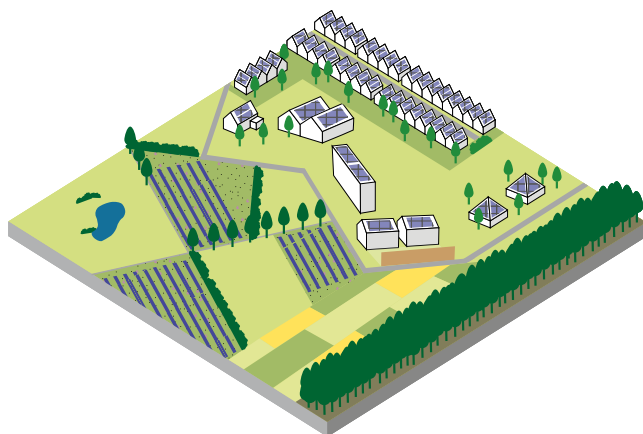
Zonnevelden met een monofunctioneel karakter passen daarom niet in de stadrandzones. Er dient gezocht te worden naar interessante combinaties of zonnevelden dienen gebruikt te worden als aanjager voor de ontwikkeling van een ander programma. Op deze plekken kunnen thema's als energie en klimaat, voedsel en natuur, mobiliteit en leefomgeving bij elkaar komen.

Kernkarakteristieken

- Relatief kleinschalig
- Diverse verkavelingspatronen en organisaties
- Overgangszone tussen stedelijk gebied en landelijk gebied
- Beperkte open ruimte
- Multifunctioneel en dynamisch
- Hoge druk vanuit stedelijke programma's

ZonneWIJzer Stads- en dorpsranden

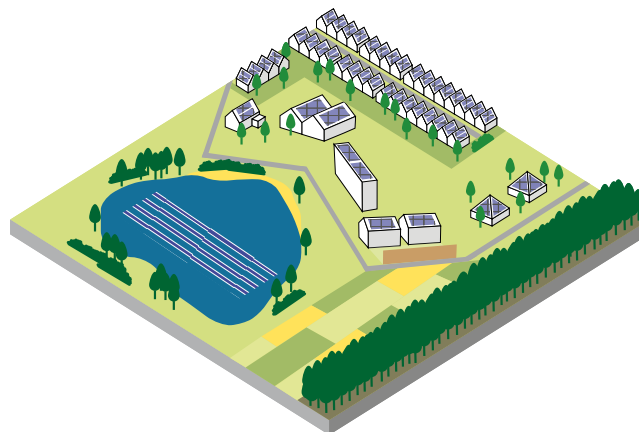
Landschappelijke bouwstenen



Kleinschalig recreatief zonneland

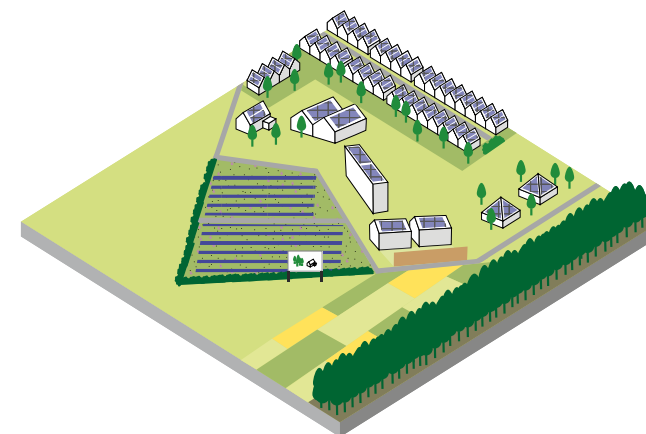
In het stedelijk gebied liggen de grootste kansen voor [meervoudig ruimtegebruik](#) in de stads- en dorpsranden. De ontwikkeling van recreatieve groengebieden en ecologische zones kan hier goed gecombineerd worden met zonnevelden. Door het [creëren van ecologische meerwaarde](#) ontstaat de kans om de ecologische waarde van de stadrand te vergroten, wandel- en fietsnetwerken aan te leggen en de kleinschaligheid van het culturele landschap te versterken. Het is van belang dat de schaal van de ingrepen aansluit op het omliggende landschap en de kleinschaligheid van de stadranden en dat het gebied aantrekkelijk blijft om in te recreëren. Zo kan de overgang tussen stad en land worden versterkt. Door niet alle open ruimtes te vullen met zonnevelden is er ook ruimte voor bijvoorbeeld [recreatief medegebruik](#), natuurontwikkeling en

eventueel de [productie van biomassa](#). Zo dicht bij de stadranden is het eveneens interessant te onderzoeken of de zonnevelden een educatief karakter kunnen hebben. De ontwikkeling van een recreatief zonneland biedt tevens kansen voor de toekomst als de zonnevelden over 15-20 jaar weer verdwijnen en de landschappelijke structuren volgroeid zijn en behouden blijven.



Drijvende zonnevelden

Een belangrijke opgave in stadranden is vaak het realiseren van waterberging. Waterberging kan gecombineerd worden met drijvende zonnevelden. De [combinatie met waterberging](#) is tevens interessant voor [creëren van ecologische meerwaarde](#), zoals door ecologische oevers en verschillende waterdieptes, maar kan ook een [recreatief medegebruik](#) hebben als zwemplas. De waterbergingsgebieden hebben een relatief grote schaal en passen niet in elk landschapstype; ze worden bij voorkeur gekoppeld aan reeds bestaande recreatiegebieden.



Wachtlanschap

In stadrandzones liggen vaak gebieden die om diverse redenen hun functie hebben verloren en wachten op een nieuwe invulling. Zonnevelden kunnen hier ingezet worden als aanjager en als [tijdelijk zonneveld](#) de ruimte vullen. De infrastructuur die nodig is voor de locatie kan alvast aangelegd worden en de zonnevelden leveren in de tussentijd energie op. Dit werkt vooral in gebieden waar in de toekomst functies zijn voorzien die ook gebruik maken van de aangelegde netwerken. Daarnaast kan ook het aanleggen van een robuust groen-blauw raamwerk kansen bieden voor toekomstige ontwikkeling: eerst rond het zonneveld en later als onderdeel van een aantrekkelijk woongebied. Aandachtspunt bij de wachtlandschappen is de juridische borging in het bestemmingsplan.

ZonneWijzers Infrastructurele lijnen



Infrastructurele lijnen

Beschrijving

Infrastructurele lijnen doorkruisen de verschillende streken en landschapstypes. Het snelwegland- schap is een langgerekte structuur met een eigen karakter die een relatie aangaat met de omliggende landschappen. Vanaf de snelweg of vanuit de trein ervaar je op veel plekken de bossen en open land- schappen. Die beleving wordt versterkt op het moment dat de infrastructuur zich voegt naar het landschap en het aantal geleiderails, lichtmasten, portalen en kunstwerken minimaal is. De inpassing van zonnepanelen langs infrastructuur wordt als kansrijk gezien, omdat de infrastructuur zelf vaak al als ‘een inbreuk op het landschap’ gezien wordt. Er wonen en recreëren relatief weinig mensen rondom de infrastructuur, waardoor er voor dergelijke loca- ties vaak meer draagvlak is. Ook sluit de technische uitstraling van zonnepanelen aan op het technische karakter van de weg. Er dient echter wel zorgvuldig gekeken te worden naar het huidige ontwerp van de infrastructuur lijn in het landschap. Op veel plekken is die namelijk uiterst zorgvuldig ingepast.

Bij de inpassing van zonnepanelen langs infrastruc- tuur zijn er veel aandachtspunten waar rekening mee gehouden moet worden:

- vanuit verkeer en beheer worden veel technische eisen gesteld aan de ruimte rondom snelweg en spoor;
- de Nederlandse snelwegen zijn voortgekomen

uit een lange ontwerptraditie bij Rijkswaterstaat waarbij deze zorgvuldig in het landschap zijn ingepast en nagedacht is over de beleving van de weggebruiker. Bij de inpassing van zonnepanelen is het belangrijk deze ontwerptraditie mee te nemen en rekening te houden met de vele gebrui- kers die elke dag vanaf de snelweg het landschap beleven;

- de koppeling van zonnepanelen aan de netwerken: door de relatief smalle stroken in een lange lijn is er veel energieverlies en zijn de interne beka- belingskosten relatief hoog. Daarnaast ligt een infrastructuur lijn, vooral een snelweg, over het algemeen niet dicht tegen stedelijk gebied waar de belangrijkste netwerkkabels liggen. De kans op een rendabel veld is groter als de lange lijn in totaal voldoende hectares aan zonnepanelen oplevert;
- het aanbrengen van constructies op dijken is vaak niet toegestaan om schade hieraan te voorkomen. Er wordt momenteel onderzocht of de fundering van zonnepanelen gebruikt kan worden om dijken te verstevigen. Een belangrijk aandachtspunt is echter ook dat eventueel beno- digde hekwerken ter afscherming van de panelen vanuit ruimtelijk oogpunt onwenselijk is;
- er is een groter risico op vervuiling van de panelen door uitlaatgassen;
- bepaalde typen panelen kunnen gaan schitteren wanneer de zon erop schijnt. Dit kan een nega- tieve invloed hebben op het verkeer. De nieuwste

generatie zonnepanelen heeft dit probleem meestal niet. Rijkswaterstaat heeft een toets ontwikkeld waarin de mogelijke invloed van schittering en geluidsversterking van panelen getoetst worden;

- in veel berm- en knooppunten is de ecolo- gische waarde en biodiversiteit op dit moment hoog. Dit dient te worden meegewogen voordat eventueel zonnepanelen worden geplaatst.

Gebieden

Waterwegen, vaarten en kanalen in Gelderland zijn onlosmakelijk verbonden met het landschap en stedelijke gebieden. Dit zelfde geldt voor provinciale wegen die ingepast zijn in het lokale landschap. Voor inpassing van zonnepanelen wordt daarom verwezen naar de diverse landschapstypen verderop in deze ZonneWijzer. Waterwegen en provinciale wegen zijn daarom onderdeel van de gebiedsstreken. Voor de infrastructuur blijven over:



Snelweg, Spoor en Gelderse bundel van A15 en Betuweroute

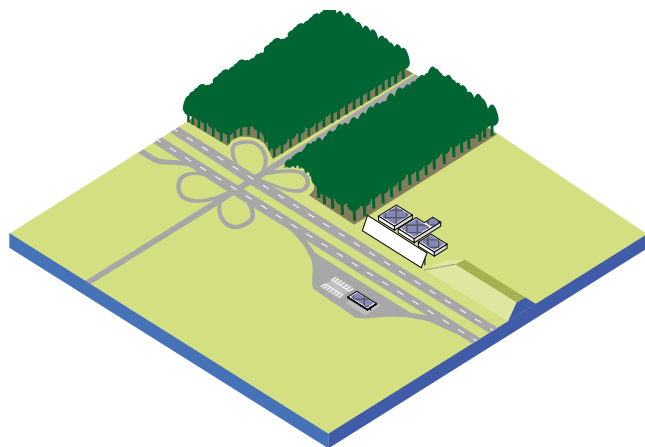


ZonneWIJzer Snelweg, Spoor en Gelderse bundel



ZonneWIJzer Snelweg, Spoor en Gelderse bundel

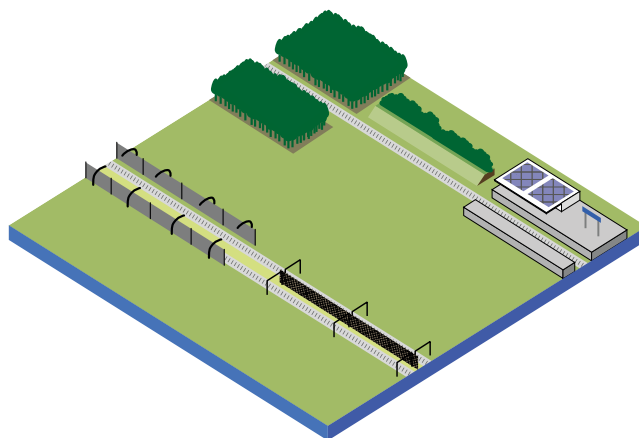
Beschrijving



Snelweg

De snelwegen lopen in Gelderland kriskras door de streken en kennen diverse verschijningsvormen. Vaak is de weg onderdeel van het omliggende open landschap of vormt het een doorsnijding van bosgebieden. De beleving van het omliggende landschap vanaf de snelweg is dan vaak het grootst. De spoorlijnen doorkruisen net als de snelwegen de streken en de diverse landschappen. Maar in tegenstelling tot de snelwegen lopen de spoorlijnen ook midden door het stedelijk gebied tot in de stadskernen. De stations vormen daar het schakelpunt tussen de verbindingslijn en de stad.

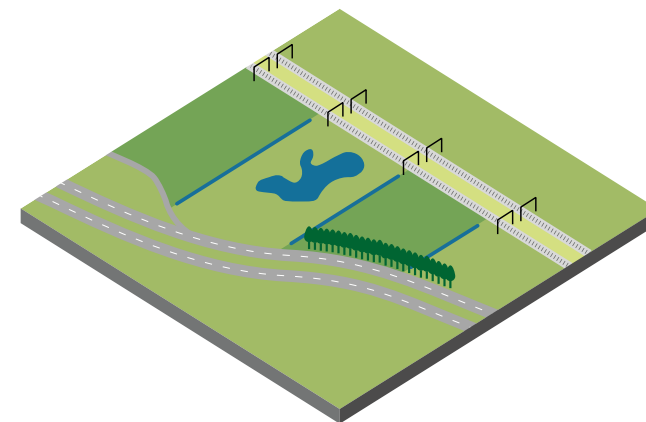
Op een aantal plekken onttrekt de infrastructuur met bijbehorende elementen zich aan het



Spoor

omliggende landschap. Bij de snelwegen zijn dit bijvoorbeeld knooppunten, verzorgingsplaatsen, geluidsvoorzieningen en restzones tussen stadsrand en snelweg. De bermvormen of kunnen interessante ecologische corridors vormen. Zowel de snelweg als het spoor wordt in het stedelijk gebied zoveel mogelijk afgeschermd van de bebouwing, met hekwerken of geluidswallen, door een verdiepte ligging of door andere oplossingen.

In Gelderland ligt een opvallende en lange infrastructuurzone in oostwestrichting: de A15 en de Betuweroute zijn over een grote lengte aan elkaar gekoppeld. De Betuweroute is op een aantal plekken volledig afgeschermd van de omgeving



Gelderse bundel

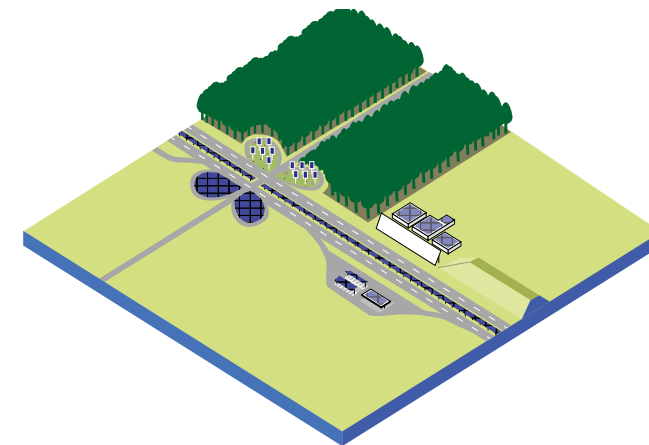
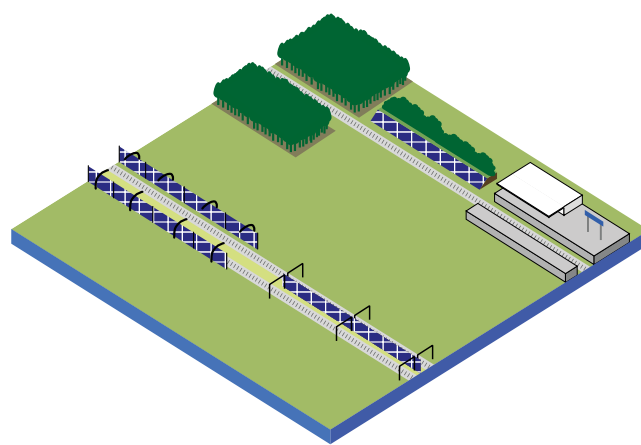
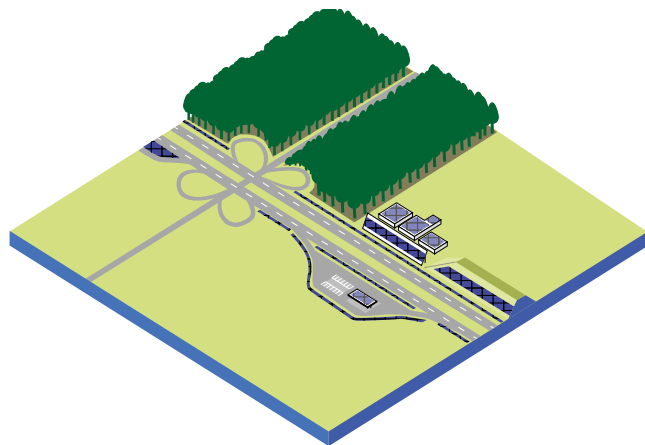
door geluidsschermen. De zone tussen snelweg en spoorlijn is slechts in beperkte mate onderdeel van het omliggende landschap. De maat en schaal van het gebied biedt kansen voor de ontwikkeling van zonnevelden.

Kernkarakteristieken

- Lange lijnen
- Doorkruising van verschillende landschappen
- Knooppunten, verzorgingsplaatsen en middenbermen behoren tot het snelweglandschap
- Verdichting rondom treinstations
- Smalle en langgerekte locaties

ZonneWIJzer Snelweg, Spoor en Gelderse bundel

Landschappelijke bouwstenen (1)



Langgerekte zonnenvelden langs snelweg en spoor

Met zonnepanelen kan de langgerekte vorm van infrastructurele lijnen in het landschap begeleid worden. Dit geldt zowel voor de snelweg als het spoor. Plaatsing in de zijbermen is mogelijk als daarvoor niet het zicht op het open landschap verdwijnt en een negatief effect optreedt op de veiligheid en het onderhoud van de infrastructuur. Bij snel- en spoorwegen die in [open landschappen](#) liggen, zonder geleiderails of hekwerken, is het noodzakelijk bij het inpassen rekening te houden met het zicht op het open landschap maar ook met de doorsnijding die de (spoor)weg in het landschap maakt. Bij een lage ligging van de (spoor)weg vergroten panelen en geleiderails teveel de (negatieve) impact op de omgeving. In meer [besloten landschappen](#) is de ruimte voor de plaatsing van zonnepanelen vaak minimaal en zorgen bomen voor schaduwwerking.

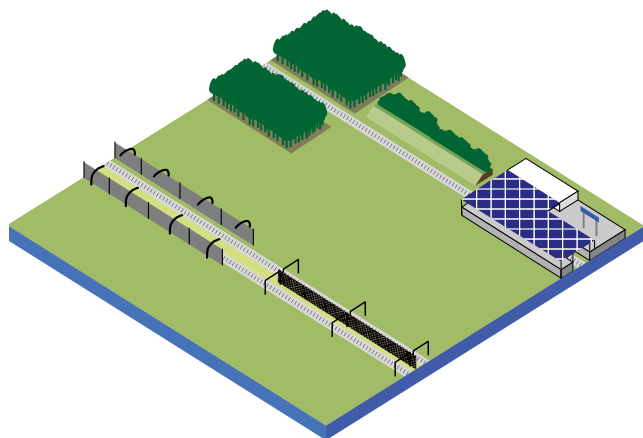
Zonnepanelen in zijbermen ter hoogte van steden, dorpen en bedrijventerreinen of in snelwegelementen, zoals geluidsschermen of taluds, voegen zich makkelijker naar de omgeving. Voor het spoor geldt hetzelfde principe: geluidsschermen, taluds en bermen ter hoogte van stedelijke gebieden kunnen benut worden. Restruimtes tussen spoor en stad krijgen zo een nieuwe betekenis. Belangrijk aandachtspunt bij het plaatsen van zonnenvelden parallel aan de infrastructuur is, naast de relatie met het omliggende landschap, de continuïteit van de lange lijn en het route-ontwerp. Versnippering van het landschap en de route dient bij plaatsing van zonnepanelen voorkomen te worden. Ander belangrijk aandachtspunt bij het plaatsen van zonnenvelden in bermen is de huidige ecologische waarde van de bestaande zones.

Zonnenvelden in het snelweglandschap

Knooppunten, aansluitingen en verzorgingsplaatsen zijn onderdeel van het snelweglandschap (niet van het omliggende landschap) en bieden plek aan zonnenvelden. Bij invulling van de knopen zijn meerdere ontwerpkeuzes mogelijk. Een energetisch gezien zo optimaal mogelijke [opstelling, inpassing en inrichting van zonnenvelden](#) is hier mogelijk, maar ook het vertellen van een verhaal of de branding van een stad door een iconografisch ontwerp of juist een [combinatie met waterberging](#) of een groene invulling. Het zonnenveld wordt onderdeel van het snelweglandschap. Belangrijk aandachtspunt is de huidige ecologische waarde van die plekken. Bij verzorgingsplaatsen gaat het om het invullen van de randen en het overkappen van parkeerplaatsen. Hier is [beveiliging](#) aandachtspunt.

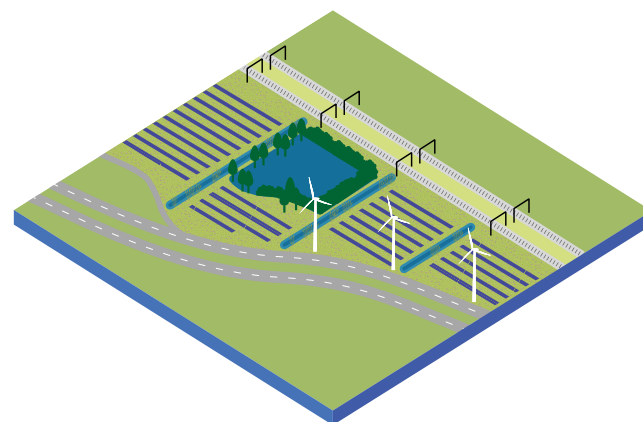
ZonneWIJzer Snelweg, Spoor en Gelderse bundel

Landschappelijke bouwstenen (2)



Zonnepanelen op treinstations

Ter hoogte van treinstations kan gekeken worden of het wenselijk is overkappingen van zonnepanelen te maken, mits deze bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied. De stations krijgen daarmee een duurzaam uiterlijk. De opgewekte energie kan direct gebruikt worden op het station. Daarnaast kunnen ze reizigers, bij open stations, beschutting bieden tegen zon en regen. Naast boven treinstations kunnen dergelijke overkappingen ook interessant zijn boven spoorwegemplacementsen.



De Gelderse bundel als energie-as

De zone tussen de A15 en de Betuweroute kent een rommelige inrichting en onttrekt zich op veel plaatsen van het omliggende landschap. Grootschalige inpassing van zonnenvelden kan in deze strook zorgen voor een duidelijk ruimtelijk verhaal en biedt kansen voor het [creëren van ecologische meerwaarde](#). De visuele impact van zonnenvelden op het omliggende landschap is hier beperkt en de ruimtelijke kwaliteit kan versterkt worden. De zonnenvelden kunnen geplaatst worden in [combinatie met andere energiebronnen](#), bijvoorbeeld gekoppeld aan de netwerken van de windmolens langs de A15. Op het moment dat de A15 doorgetrokken wordt tot aan de A12 ontstaan er kansen om in de nieuwe delen van de bundel zonnenvelden aan te leggen en natuur te ontwikkelen.

Ecologische principes energie-as

- Ontwikkelen van kruiden- en faunarijke graslanden.
- Aanleggen van watergangen met (vooral aan de noordzijde van de watergang) flauwe taluds, of het creëren van flauwe, natuurvriendelijke oevers langs bestaande watergangen. Bij voorkeur worden langs de watergang ondiepe plas-drassituaties gecreëerd waarin zich (riet-)moerasjes en natte strooiselruigtes kunnen ontwikkelen.
- Daar waar meer ruimte is, is het mogelijk om grotere wateren aan te leggen (die ook kunnen dienen als waterberging bij hevige neerslag). Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetaties zich goed kunnen ontwikkelen.
- De bundel kan als ecologische verbindingszone fungeren wanneer ecologische bouwstenen over een grotere afstand in de bundel worden toegepast en verbonden worden met ecologische structuren in de omgeving, bijvoorbeeld door middel van faunatunnels en ecoduikers (dat zijn duikers met looprichels).
- Om verkeersslachtoffers te voorkomen is het wenselijk de rijksweg af te rasteren.
- Vanuit ecologisch oogpunt is het wenselijk dat ook in de toekomst geen verlichting wordt toegepast langs de A15.

ZonneWijzers Achterhoek



Achterhoek

Ontstaansgeschiedenis

De Achterhoek is een oud cultuurlandschap tussen het rivierengebied van de (Oude) IJssel en het Oost-Nederlands plateau aan de Duitse grens. Het plateau in het oostelijk deel ligt relatief hoog. Door insnijding van de Oer-Rijn ontstond in het Midden-Pleistoceen een **scherpe terreinknik** aan de westzijde van het plateau. Deze knik is duidelijk in het landschap zichtbaar en vormt de grens met het lager gelegen middengebied. Aan de randen van het plateau zijn kleine dalen ontstaan door erosie door smeltwater; daar ontspringen beekjes.

De Achterhoek, zowel op het plateau als in het middendeel, kent een **afwisseling van kleinschalige gebieden** met tal van bosjes, singels en houtwallen en grotere open ruimten, zoals de **grote escomplexen en ontginningen** van venen en moerassen. Het landschap is **doorsneden door vele beken**, soms met een natuurlijk karakter (zoals de terrasrandbeken tussen Lichtevoorde en Ruurlo), vaak door de mens gegraven of vergraven (zoals de sterk gekanaliseerde Berkel). De hogere gronden werden en worden gebruikt als akkers, de lagere gronden vooral als weiden en hooiland.

Bij Lochem/Barchem steekt een **stuwwal** enkele tientallen meters boven de omgeving uit. Deze stuwwal loopt onder het maaiveld door (bedekt met dekzand) ter hoogte van de landgoederengordel van Vorden. Dit fraaie landgoederenland- schap bestaat uit landgoederen en buitenplaatsen

met bossen, laanstructuren, parken en statige gebouwen. Daarbinnen liggen nog enkele oude cultuurgronden zoals eenmansesjes die vaak hoorden bij een landgoed. Andere karakteristieke cultuurhistorische elementen zijn de (restanten van) watermolens, vloeiweidesystemen (beken, overlopen en percelen die in een punt eindigen om het water uit te kunnen laten) en de ijzerindustrie.

De (zuid)westzijde van de Achterhoek vormt een **diffuse grens met het Rivierenland**, waar oude meanders in het landschap te herkennen zijn (oeverwallen en kronkelwaarden). De landschap- pelijke en ecologische kenmerken hiervan worden besproken bij de streek 'Rivierenland'.

De Achterhoek is een streek die haar identiteit meer en meer koestert. Het kleinschalige landschap is haar toeristisch en recreatief beeldmerk. De **verstedelijking** van de Achterhoek heeft echter geleid tot een zwerm van kleine bebouwingsclusters: een verzameling van kleine en grotere dorpen, buurtschappen en verspreid liggende bebouwing. En door **grootschalige ruilverkaveling** is een relatieve 'leegte' ontstaan in het midden van de Achterhoek.

Ecologische waarde

De Achterhoek kent overwegend een intensief agrarisch grondgebruik. In algemene zin geldt voor de hele Achterhoek dat vooral de aanwezige bosjes, houtwallen, bomenlanen, heideveldjes, beken en poelen ecologisch gezien van belang zijn. In het gebied rond Winterswijk en in de landgoederen- zone in het westelijke deel van de Achterhoek is het landschap kleinschalig en zijn nog veel van deze landschapselementen aanwezig. Deze gebieden zijn ecologisch gezien dan ook het meest interessant. In de landgoederenzone zijn bovendien waardevolle oude loofbossen aanwezig. Het essen- en kampenlandschap - waar meer ruilverkavelingen hebben plaatsgevonden - is ecologisch gezien niet meer heel waardevol, omdat hier nog maar weinig landschapselementen aanwezig zijn. Dat geldt in nog sterkere mate voor het landschap van de jonge ontginningen waar op veel plekken alleen nog bomenlanen aanwezig zijn. Alleen daar waar bosjes en amfibieënpoeLEN in het landschap liggen, is de biodiversiteit groter. Karakteristieke soorten van de Achterhoek zijn kamsalamander, patrijs, steenuil, geelgors en kneu. Een bijzondere soort die in de Achterhoek voorkomt, is de boomkikker. De boomkikker prefereert zonnig gelegen zoom- en mantel- vegetaties, ruigtevegetaties en braamstruwelen, in combinatie met poelen die van belang zijn voor de voortplanting.

Achterhoek

Landschapstypen



Essen- en kampenlandschap



Jonge ontginningen



Landgoederenlandschap



Ligging landschapstypen

Over de hele Achterhoek wordt het **essen- en kampenlandschap** afgewisseld met het landschap van de **jonge ontginningen**. In het midden van de Achterhoek ligt een grotere concentratie van jonge ontginningen. Rond Winterswijk is het oorspronkelijke kleinschalige essen- en kampenlandschap nog het meest karakteristiek. Het **landgoederenlandschap** ligt ook verspreid door de Achterhoek; een grote concentratie bevindt zich rondom Vorden.



ZonneWijzer Essen- en kampenlandschap



ZonneWIJzer Essen- en kampenlandschap

Beschrijving landschapstype



Het essen- en kampenlandschap is een afwisselend kleinschalig landschap met een groot contrast tussen open essen en verdichte randen eromheen. Het koersdocument *Duurzame Energie in de Achterhoek* (AGEM et al, mei 2018) verwijst naar dit landschapstype als 'kleinschalige, open tot half-open landschappen'. Dit landschapstype bestaat overwegend uit lijnvormige elementen met een kleinschalige, onregelmatige structuur. Door de aanwezigheid van opgaande beplanting tussen percelen en rondom erven is het landschap half-open met doorkijkjes tussen bomenrijen door, langs bolle essen, kampen en besloten bosjes. Er zijn nog enkele heideveldjes te vinden. Erven liggen vaak verstopt achter weg- en erfbeplanting, verspreid door het landschap aan kronkelige wegen. Hoe

verder naar het oosten, hoe kleinschaliger dit landschap nog is. Beken meanderen als doorgaande structuren door het landschap met langs de oevers een natuurlijke begroeiing met elzen en essen. Het historische nederzettingspatroon met typische scholtenhoeven is vervlochten met het landschap.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig halfopen landschap
- onregelmatige kavelstructuur
- afwisseling van akkers en weiden doorsneden door beken
- kronkelige wegen met verspreid daaraan erven en boerderijen, vaak op de flank van een es
- kleine hoogteverschillen door bolle essen en kampen
- opgaande beplanting tussen percelen en rond erven: houtwallen, bosjes, hagen

Karakteristieke leefgebieden

kruiden- en faunarijke grasland, kruiden- en faunarijke akker, droge heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), wintereiken-beukenbos, eiken-haagbeukenbos, vogelkers-essenbos

Karakteristieke soorten

vogels van kleinschalig cultuurlandschap (patrijs, steenuil, geelgors, kneu), das, kleine grondgebonden zoogdieren, vleermuizen, amfibieën (boomkikker, heikikker, kamsalamander, poelkikker), reptielen (hazelworm, levendbarende hagedis)

ZonneWIJzer Essen- en kampenlandschap

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De afwisseling van akkers en weiden, open en besloten kamers kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in de besloten of halfopen kamers toe te voegen. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat, maar dat de afwisseling tussen open velden en besloten kamers behouden blijft. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande kamer: zonneveld plaatsen op een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.

2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte door herstellen van oude (2a) en/of toevoeging van nieuwe (2b) landschappelijke structuren, zoals bosschages en singels.
3. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door herstellen van oude en/of toevoeging van nieuwe landschappelijke structuren, zoals lage hagen.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans om verdwenen landschapselementen terug te brengen en daarmee de kleinschaligheid in het landschap. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor zo optimaal mogelijke [opstellingen](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en hoogte. Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omringende hagen zodat het zonneveld niet storend is voor de beleving van het karakteristieke landschap. De [afscherming](#), zoals hekwerken ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kan worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

Meekoppelkansen

Vullen bestaande kamer / nieuwe besloten kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellingen
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aansluiten op beken

ZonneWIJzer Essen- en kampenlandschap

Landschappelijke bouwstenen (2)



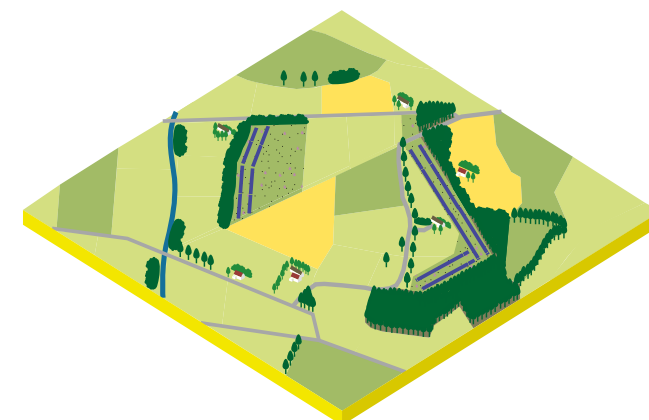
Grootschalige zonnekamers

Er kan ook gekozen worden voor een grotere ingreep, waarbij de maat en schaal van het landschapstype maximaal worden opgezocht. Dit zorgt ervoor dat grote delen van het gebied onaangetast blijven. Het is dan belangrijk dat de afwisseling tussen open en besloten kamers behouden blijft en het aantal grote kamers niet dominant wordt. Bij grotere locaties is er vaak meer kans voor het creëren van ecologische meerwaarde, doordat de financiële opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen

- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken
- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk



Randen van grootschalige es versterken

Een zonneveld kan ook ingezet worden om het karakteristieke contrast tussen (grootschalige) open essen en de verdichte randen eromheen te versterken. In dat geval draagt de positionering van de opstelling langs de randen bij aan de leesbaarheid van het landschap. Dit kan samengaan met het versterken van de aanwezige beplantingsstructuur door randen te verdichten en/of randen uit te breiden.

Meekoppelkansen

- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk

- recreatief medegebruik door toevoegen van educatieve functies, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en natuurontwikkeling

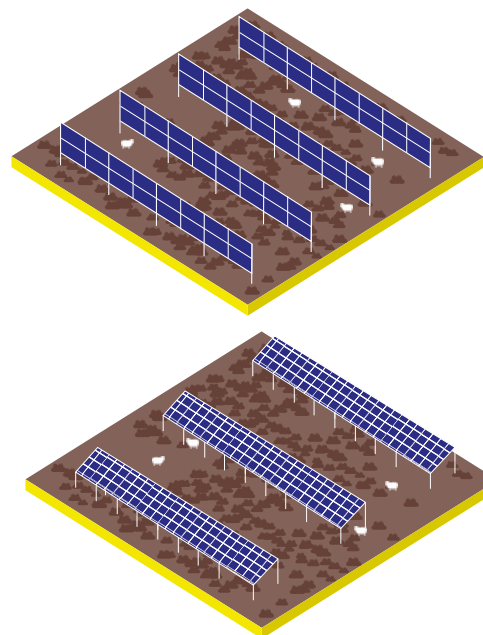
ZonneWIJzer Essen- en kampenlandschap

Landschappelijke bouwstenen (3)



Heideontwikkeling door (tijdelijk) zonneveld

Kleinschalige heideontwikkeling biedt kansen om het historisch landschap zichtbaar en leesbaar te maken en bij te dragen aan natuurontwikkeling. Een [tijdelijke zonneveld](#) kan hiervoor mogelijk een aanjager zijn. Een [verticale opstelling](#) is naar verwachting het meest optimaal voor de heideontwikkeling, door de beperkte schaduwwerking. Een [zuidopstelling](#) zou waarschijnlijk ook kunnen en is het meest optimaal voor de [energieopbrengst](#), maar zorgt wel voor meer schaduw op de ondergrond. Voordeel is dat schapen (die vergrassing tegengaan) onder de opstelling kunnen schuilen en er geen ander bouwwerk als schuilmogelijkheid nodig is. Het zonneveld is tijdelijk, omdat een hoge opstelling in het open heidelandschap landschappelijk (en voor de uiteindelijke heidegroei) niet wenselijk is.



Principes heideontwikkeling

Meekoppelkansen

- [recreatief medegebruik](#) door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk
- [recreatief medegebruik](#) door toevoegen van educatieve functies, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en natuurontwikkeling
- [combinatie met productie van biomassa](#) (heide)

ZonneWIJzer Essen- en kampenlandschap

Ecologische principes

Voor het essen- en kampenlandschap gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

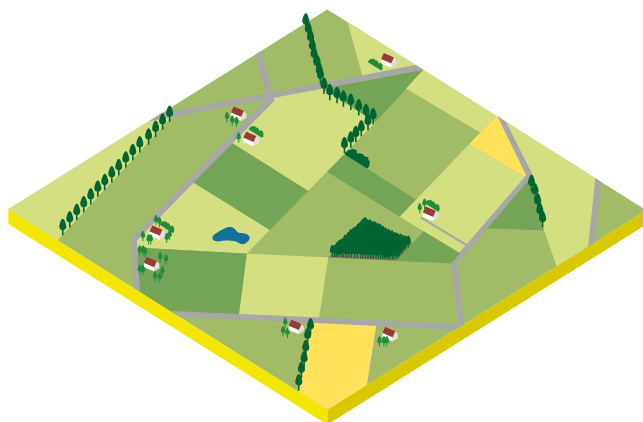
- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers tussen of onder de panelen.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en). Als landhabitat (leefgebied op land) voor boomkickers zijn vooral zonnig gelegen zoom- en mantelvegetaties, vegetaties van meerjarige kruiden en braamstruwelen van belang.
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWIJzer Jonge ontginningen



ZonneWIJzer Jonge ontginningen

Beschrijving landschapstype



Het landschap van de jonge ontginningen is een grootschalig open landschap, grotendeels vlak. Het koersdocument *Duurzame Energie in de Achterhoek* (AGEM et al, mei 2018) verwijst naar dit landschapstype als 'grootschalige open landschappen'. Dit landschapstype heeft nauwelijks tot geen visuele barrières (zoals opgaand groen) en kent een grootschalige rechthoekige structuur. Het landschap bestaat uit een samenstelling van akkers en weiden, afgewisseld met kleine bospercelen, soms met poelen. Ertussen liggen rechtlijnige wegen en kavelgrenzen met hier en daar opgaande beplanting erlangs, zoals bomenrijen en houtwallen.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- rationeel grootschalig open landschap
- rechtlijnige verkavelingen met blokvormige percelen
- akkers en (vooral) weiden afgewisseld met kleine bospercelen, soms poelen
- rechte wegen met bebouwing aan de weg
- nauwelijks tot geen reliëf
- rechtlijnige beplanting langs wegen en kavelgrenzen

Karakteristieke leefgebieden

kruiden- en faunarijke grasland, kruiden- en faunarijke akker, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), wintereiken-beukenbos, eiken-haagbeukenbos

Karakteristieke soorten

de meer algemeen voorkomende boerenlandvogels als Kievit en witte kwikstaart, weidevogels vooral in de nattere en zeer open gebieden, amfibieën (boomkikker, kamsalamander, poelkikker), reptielen (levendbarende hagedis)

ZonneWIJzer Jonge ontginningen

Landschappelijke bouwstenen



Reeks van kleinschalige zonneakkers

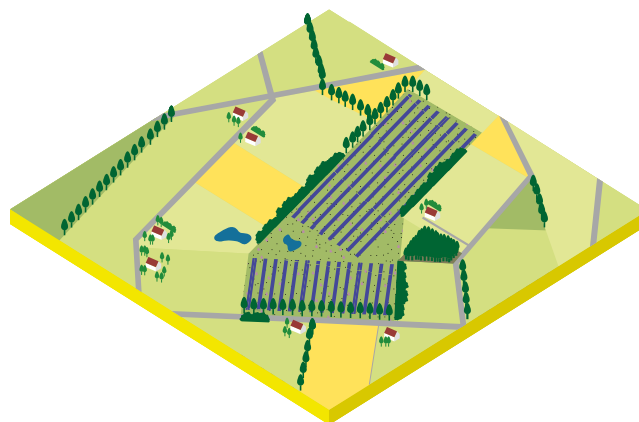
De agrarische kavels zijn structurerende elementen in dit landschapstype. Zonnevelden ter grootte van een kavel sluiten aan op de ruimtelijke eenheid en maatvoering van het landschap. Belangrijk is dat er geen aaneenschakeling van kleinschalige zonnevelden ontstaat maar dat er voldoende open velden en akkers tussen liggen.

Bij het landschappelijk inpassen kan het zonneveld ter grootte van een kavel gekoppeld worden aan een erf. Het zonneveld kan worden begrensd door een deels transparante omlijsting van houtwallen, bosjes en/of bomenrijen. Door het omlijsten van de zonnevelden kunnen verdwenen landschappelijke elementen teruggebracht worden en wordt de landschappelijke structuur versterkt. Bij transpa-

rante omlijstingen kan het effect op de openheid geminimaliseerd worden door de panelen laag te plaatsen zodat er overheen gekeken kan worden. De afscherming, zoals hekwerken ter beveiliging van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene omlijstingen of staan verlaagd in brede sloten.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging



Grootschalige zonneakker

Bij een grootschalige zonneakker (met deels transparante omlijsting) worden de maat en schaal van de jonge ontginningen maximaal opgezocht. De

zonnevelden worden voor een deel geclusterd en overstijgen de maat van de agrarische kavels. Door de clustering kunnen andere delen van het gebied onaangetast blijven.

De clusters worden bij voorkeur niet gekoppeld aan bestaande erven. De maat van de kleinschalige kavels kan terugkomen in het ontwerp van de zonnevelden door bestaande beplantingen, greppels en sloten op kavelgrenzen te behouden of te herstellen. Voor de omlijsting, hoogte van de opstelling en type en plaatsing van de afscherming gelden dezelfde uitgangspunten als voor de kleinschalige zonneakkers. Bij grotere locaties is er meer kans voor het creëren van ecologische meerwaarde, doordat de financiële opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken en/of versterking of toevoeging
- van wandel- en fietsnetwerk voor extensieve recreatie
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging

ZonneWIJzer Jonge ontginningen

Ecologische principes

Voor de jonge ontginningen gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

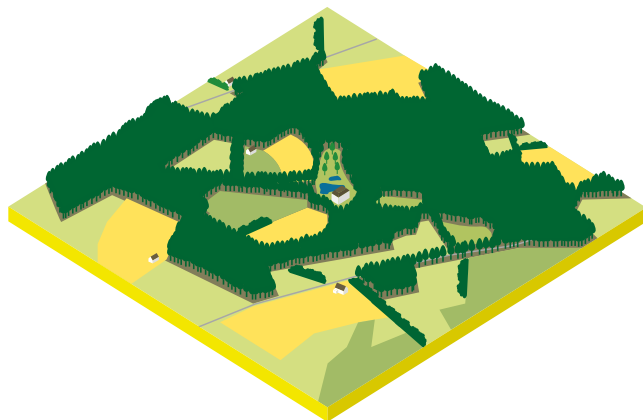
- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld. Eventueel ook op de perceelsgrenzen binnen het veld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en). Als landhabitat (leefgebied op land) voor boomkickers zijn vooral zonnig gelegen zoom- en mantelvegetaties, vegetaties van meerjarige kruiden en braamstruwelen van belang.
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWIJzer Landgoederenlandschap



ZonneWIJzer Landgoederenlandschap

Beschrijving landschapstype



Het landgoederenlandschap van de Achterhoek is rijk aan wat grotere beboste delen. Het koersdocument *Duurzame Energie in de Achterhoek* (AGEM et al, mei 2018) verwijst naar dit landschapstype als 'overwegend besloten landschappen'. Dit landschapstype heeft veel visuele barrières en bestaat vooral uit besloten massa's van bos en bebouwing. Rondom en in de landgoederen liggen kleine stukken oud cultuurland, zoals essen, kampen en beekgronden. Deze behoorden vaak tot de landgoederen.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grotendeels besloten landschap van landgoederen, buitenplaatsen en kastelen
- bosgebieden afgewisseld met eenmans-esjes, doorsneden door gekanaliseerde beken
- geometrische opbouw van het landschap
- veel zandpaden, statige bebouwing op prominente plekken, boerderijen zijn vaak onderdeel van een landgoed
- relatief hoge ligging van bos op top van stuwwal, kleine hoogteverschillen door bolle essen en kampen
- oude laanstructuren, historische tuinen, parkachtige uitstraling

Karakteristieke leefgebieden

kruiden- en faunarijke grasland, kruiden- en faunarijke akker, droge heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), dennen- eiken- en beukenbos

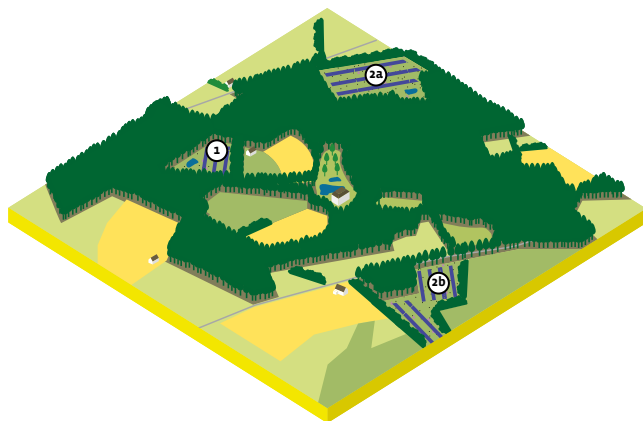
Karakteristieke soorten

bosvogels (appelvink, boomklever, fluitier, groene specht, keep, kleine bonte specht, middelste bonte specht, sijs, vuurgoudhaan, wespandief, wielewaal, zwarte specht) en vogels van kleinschalig cultuurlandschap (patrijs, steenuil, geelgors, kneu), das, kleine grondgebonden zoogdieren, vleermuizen,

amfibieën (boomkikker, heikikker, kamsalamander, poelkikker), reptielen (hazelworm, levendbarende hagedis)

ZonneWIJzer Landgoederenlandschap

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks kleinschalige besloten zonnekamers

Rondom de landgoederen liggen kleine stukken oud cultuurland, zoals essen, kampen en beekgronden, omsloten met besloten massa's van bos. Deze open plekken lenen zich voor de inpassing van kleinschalige zonnevelden. Belangrijk is dat de herkenbaarheid van het oude cultuurland behouden blijft door afwisseling en niet alle open plekken met zonnevelden gevuld worden. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande kamer: zonneveld ter plaatse van een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.

2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte door herstellen van oude (2a) en/of toevoeging van nieuwe (2b) landschappelijke structuren, zoals bosschages.

Het toevoegen van nieuwe randen biedt kans om verdwenen landschapselementen terug te brengen en daarmee de kleinschaligheid in het landschap. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat een zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en hoogte. De [afscherming](#), zoals hekwerken ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

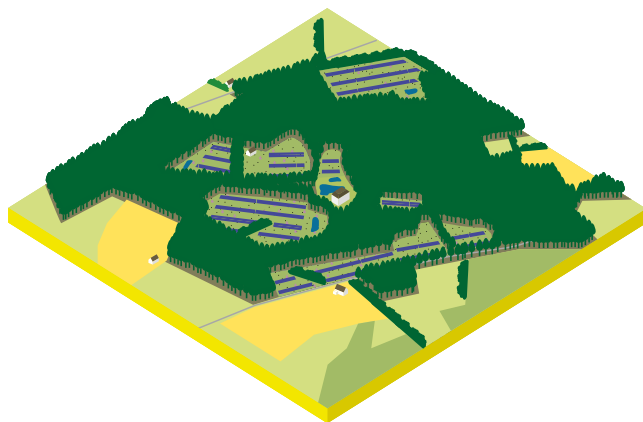
Meekoppelkansen

*Vullen bestaande kamer/
nieuwe kamer creëren:*

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge stellages, onder hoge stellages of tussen verticale opstellingen
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aansluiten op beken

ZonneWIJzer Landgoederenlandschap

Landschappelijke bouwstenen (2)



Energielandgoed

Enkele landgoederen kunnen ontwikkeld worden tot energielandgoederen door de open plekken te gebruiken voor zonnevelden. De individuele velden kunnen samen een grote opstelling vormen. Belangrijk daarbij is dat zorgvuldig bepaald moet worden welke landgoederen zich hier voor lenen en bij welke landgoederen het oude cultuurland behouden moet worden. Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans om verdwenen landschapselementen terug te halen en de kleinschaligheid in het landschap terug te brengen als die in het verleden is verdwenen. Dit biedt kansen voor de toekomst van het landgoed als de zonnevelden over 15-20 jaar weer verdwijnen, maar de landschappelijke structuren volgroeid zijn en behouden worden.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages in de halfopen delen en tussen lage, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen in de besloten delen
 - recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk;
- toevoegen van educatieve functies, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en landgoederenontwikkeling
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken

ZonneWIJzer Landgoederenlandschap

Ecologische principes

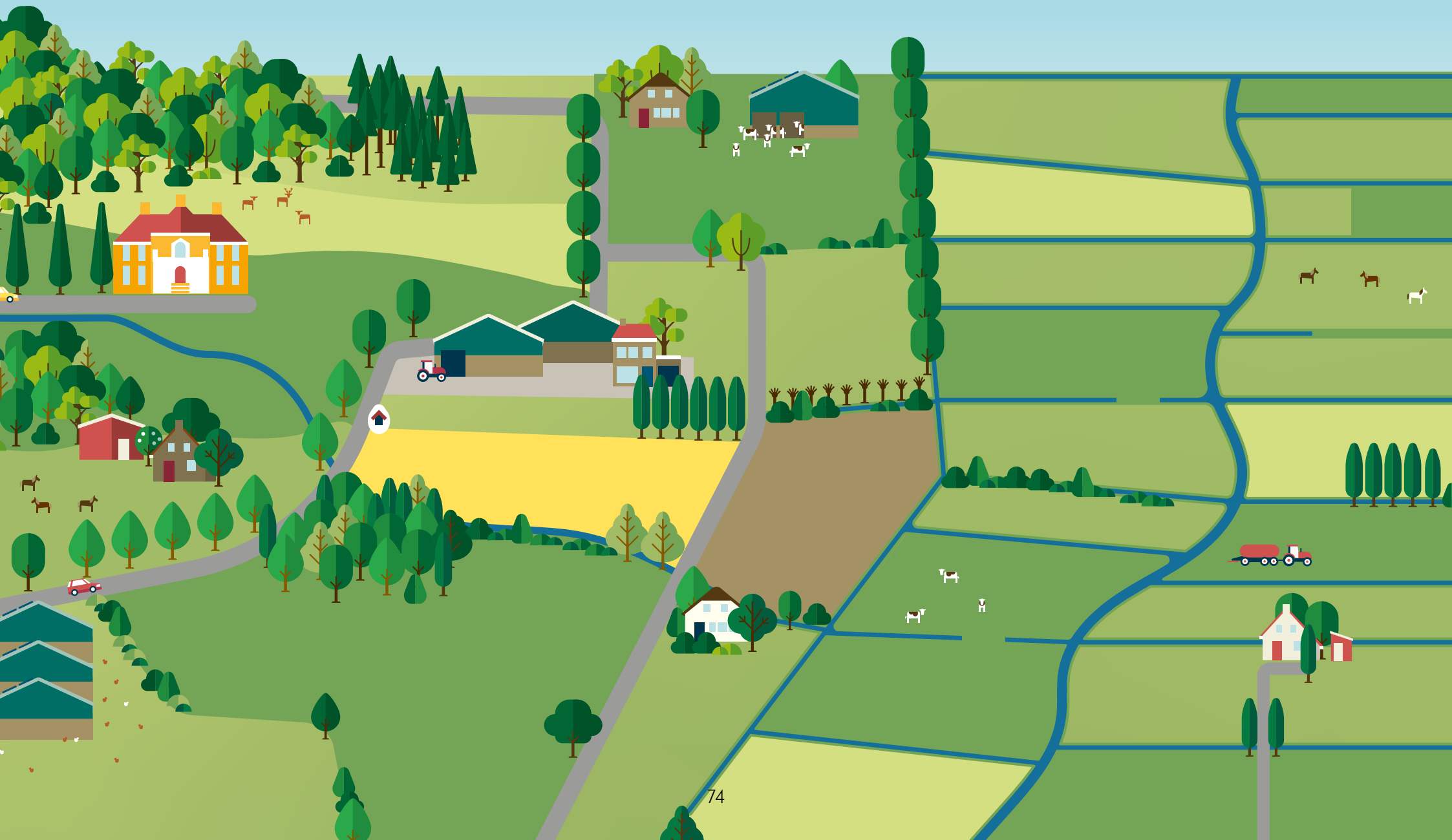
Voor het landgoederenlandschap gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen, bossen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5
- meter afstand van de poel(en). Als landhabitat

(leefgebied op land) voor boomkijkers zijn vooral zonnig gelegen zoom- en mantelvegetaties, vegetaties van meerjarige kruiden en braamstruwelen van belang.

- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWijzers Gelderse Vallei



Gelderse Vallei

Ontstaansgeschiedenis

De Gelderse Vallei is het relatief laag gelegen gebied tussen de stuwwallen van de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe. Vanaf de flanken van deze stuwwallen is uiteindelijk ook het middendeel van de Gelderse Vallei, dat bestond uit veengebieden en broekbossen, ontgonnen. In het huidige landschap is dit zichtbaar aan de ligging van de dorpen op de flanken; alleen Nijkerk en Barneveld zijn in het lagere deel op dekzandruggen ontstaan. Vanuit de dorpen op de flanken is men met **kampontginningen** het lager gelegen gebied in gebruik gaan nemen. Hierbij ontstonden individuele akkers en weilanden in een onregelmatig patroon. Richting het midden ontstonden meer georganiseerde **heide- en broekontginningen** die tot een regelmatigere perceelindeling leidden. Het kleinschalige landschap van het midden- en zuidelijke deel van de Gelderse Vallei (met veel houtsingels en bosjes) is in de afgelopen decennia een sterke schaalvergroting opgetreden naar een open agrarisch gebied. Hier en daar zijn nog wat restanten van het kleinschalige landschap te vinden.

Dwars door het landschap van de Gelderse Vallei loopt van oorsprong een stelsel van beken vanuit de rug van de Veluwe naar het Valleikanaal (in de provincie Utrecht), dat via de Grift aantakt op de Rijn. Er is daardoor een aantal oost-west stromende beken te vinden.

In de Gelderse Vallei zijn nog veel sporen van defensieve activiteiten uit verschillende perioden te vinden: de vroeg-middeleeuwse versterking op de Grebbeberg, de achttiende-eeuwse **Grebbelinie** en de twintigste-eeuwse **kazernecomplexen**.

Naast de **verstedelijking op de flanken** van de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe is er **veel verspreide bebouwing** te vinden in deze streek. Bezien over heel Gelderland is dit de streek met de meeste verstedelingsdruk vanuit de Randstad, gezien de ligging nabij Amersfoort en Utrecht. Het huidige landschap is intensief doorsneden door een aantal **snelwegen** (A12, A1, A30) met bedrijventerreinen erlangs (vooral bij de A12). Verder kent het gebied een **intensieve agrarische ontwikkeling**, vooral van de Topsector Agri&Food met onder andere de Foodvalley en Wageningen University & Research.

Ecologische waarde

De Gelderse Vallei kent op veel plaatsen een intensief agrarisch gebruik, met lage grondwaterstanden. Hierdoor is de ecologische waarde niet overal even hoog. In de intensievere landbouwgebieden (agrarische vallei) zijn vooral de aanwezige houtwallen en bomenlanen ecologisch gezien van belang. Daar waar de Gelderse Vallei natter is en het agrarisch gebruik extensiever zijn de natuurwaarden hoger. Dit is vooral het geval in het ontginningslandschap, langs de Grift in het centrale deel van het Binnenveld (in het zuidelijk deel van de Gelderse Vallei). Hier zijn natte bloemrijke graslanden aanwezig die belangrijk zijn voor weidevogels. Plaatselijk komen bijzondere blauwgraslandjes voor die gevoed worden door baserijk grondwater dat hier aan de oppervlakte komt ('kwelwater', afkomstig van de Veluwe). De landgoederenzone in het noordelijk deel van de Gelderse Vallei bestaat uit bosjes, houtwallen, natte heiden en venetjes waarin ook interessante natuurwaarden aanwezig zijn.

Gelderse Vallei

Landschapstypen



Landgoederenzone






Agrarische vallei

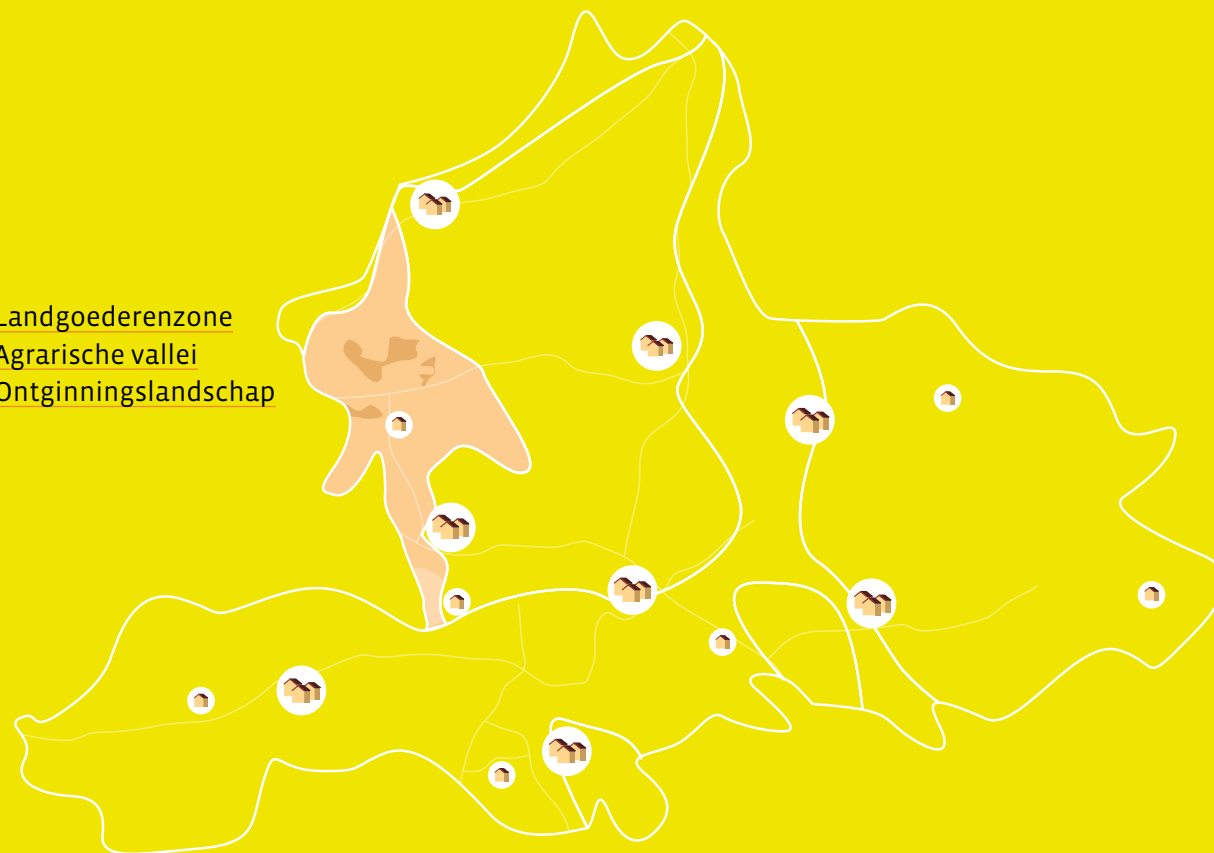


Ontginningslandschap

Ligging landschapstypen

Het grootste deel van deze streek bestaat uit het landschapstype **agrarische vallei**. In het noordelijk deel van de Gelderse Vallei wordt dit landschapstype afgewisseld door het landschapstype **landgoederenzone**. In de laag gelegen delen in het midden van het zuidelijk deel van de Gelderse Vallei bevindt zich het **ontginningslandschap**.

-  Landgoederenzone
-  Agrarische vallei
-  Ontginningslandschap

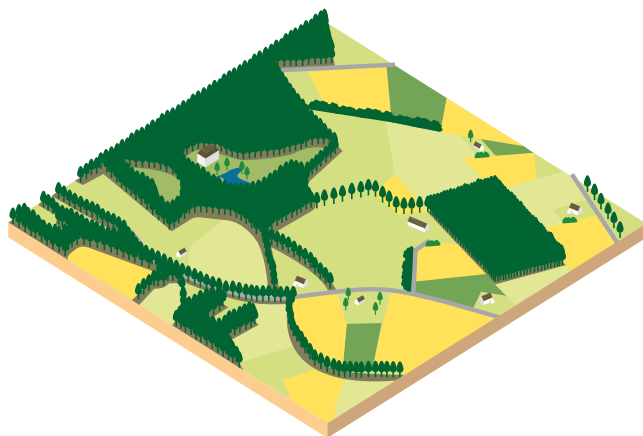


ZonneWijzer Landgoederenzone



ZonneWIJzer Landgoederenzone

Beschrijving landschapstype



De landgoederenzone in de Gelderse Vallei is een contrastrijk landschap met grootschalige vlakken en stroken opgaande beplanting afgewisseld met open velden. Dit landschapstype bestaat uit landgoederen, buitenplaatsen en kastelen omringd door bos, kleinere boselementen, houtwallen en singels met erussen enkele stukken vochtige heide met vennen en (natte) graslanden. Ertussen ligt kleinschalig agrarisch gebied (vooral oud kampenlandschap). Dit behoort vaak tot de landgoederen. De afwisseling van natte delen (met venige lagen in de bodem) en droge delen (zandruggen) maakt dit landschapstype ecologisch en landschappelijk interessant. Een stelsel van onverharde paden loopt door het gebied, gecombineerd met lange lanen en kronkelige wegen met enkele erven.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grotendeels besloten landschap van landgoederen en buitenplaatsen met enkele open ruimtes
- onregelmatige verkaveling
- veel zandpaden, statige bebouwing op prominente plekken, boerderijen zijn vaak onderdeel van een landgoed
- veel bos afgewisseld met akkers, graslanden en enkele heidevelden met vennen
- oude laanstructuren, landgoedbossen, opgaande beplanting tussen percelen (vooral houtwallen, ook singels)

Karakteristieke leefgebieden

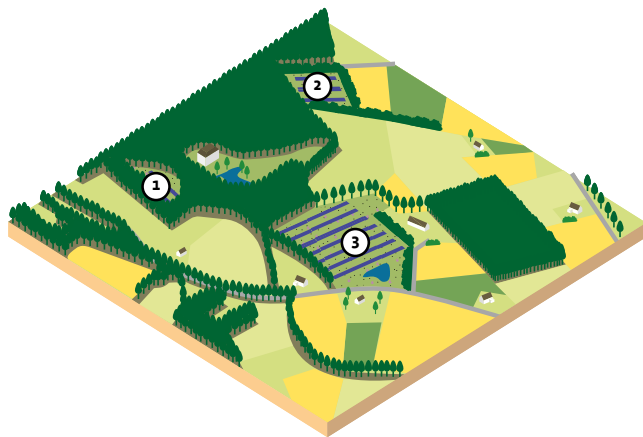
zoete plas, zuur ven, zwakgebufferd ven, kruiden- en faunarijke grasland, kruiden- en faunarijke akker, vochtige heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), dennen- eiken- en beukenbos

Karakteristieke soorten

das, laatvlieger, rosse vleermuis, boerenzwaluw, buizerd, geelgors, grote lijster, groene specht, havik, ijsvogel, keep, kerkuil, kneu, paapje, patrijs, putter, roodborsttapuit, spotvogel, steenuil, torenvalk, veldleeuwerik, zanglijster, heikikker, kamsalamander, poelkikker, adder, hazelworm, levendbarende hagedis, kleine zonnedauw, ronde zonnedauw, klokjesgentiaan

ZonneWIJzer Landgoederenzone

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks besloten zonnekamers

Het contrastrijke landschap van de landgoederenzone in de Gelderse Vallei met houtwallen, lanen en bossen, afgewisseld met open velden, leent zich voor de inpassing van kleinschalige zonnevelden. Belangrijk is dat de karakteristieke afwisseling van de landgoederenzone behouden blijft door niet alle open plekken met zonnevelden te vullen. Het landschappelijk inpassen kan op een aantal manieren:

1. Zonneveld ter plaatse van een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.
2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte door

herstellen van oude en/of toevoeging van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages.

3. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door het herstellen van oude en/of toevoeging van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en bomenrijen.

Het toevoegen van nieuwe randen biedt kans om verdwenen landschapselementen terug te brengen en daarmee de kleinschaligheid in het landschap. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke opstelling qua oriëntatie, type opstelling en hoogte. De afscherming, zoals hekwerken ter beveiliging van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Bij halfopen kamers dient de opstelling zorgvuldiger inpast te worden zodat het zonneveld niet storend is voor de beleving van het karakteristieke landschap. Het is daarbij van belang met de oriëntatie en hoogte van de opstelling aan te sluiten op de bestaande verkavelingsstructuur. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

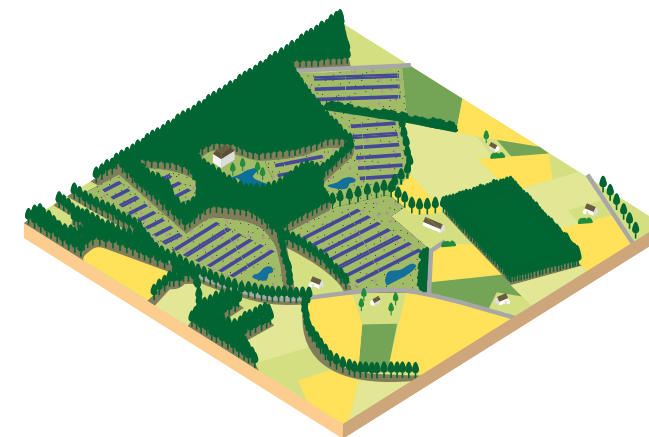
Meekoppelkansen

Vullen bestaande kamer / nieuwe kamer creëren:

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer creëren:

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken of vennen



Energielandgoed

Enkele landgoederen kunnen worden ontwikkeld tot energielandgoederen door een groot deel van de open plekken te gebruiken voor zonnevelden.

ZonneWIJzer Landgoederenzone

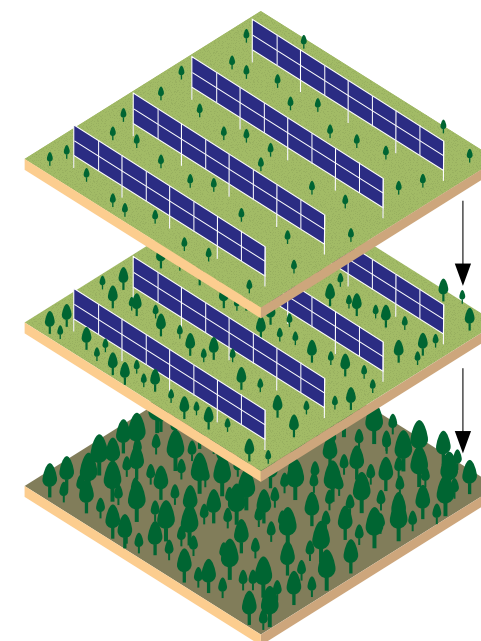
Landschappelijke bouwstenen (2)

De individuele velden kunnen samen een grote opstelling vormen. Belangrijk daarbij is dat zorgvuldig bepaald moet worden welke landgoederen zich hier voor lenen en bij welke landgoederen het huidige landschap behouden moet worden. Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans om verdwenen landschapselementen terug te brengen en daarmee de kleinschaligheid in het landschap. Dit biedt tevens kansen voor de toekomst van het landgoed als de zonnenvelden over 15-20 jaar weer verdwijnen, maar de landschappelijke structuren volgroeid zijn en behouden worden.



Bosontwikkeling met een tijdelijk zonnenveld

Bosontwikkeling binnen de agrarische enclave biedt kansen om het historische landschap beter zichtbaar en leesbaar te maken en afwisseling tussen open en besloten delen te versterken. Tevens draagt dit bij aan de ecologische waarde van het gebied. Tijdelijke zonnenvelden kunnen mogelijk een aanjager zijn voor de bosontwikkeling. Een verticale opstelling is hiervoor het meest geschikt omdat deze een minimale schaduwwerking heeft en voldoende ruimte over laat voor de bomen om te groeien. Het zonnenveld is tijdelijk, omdat bij het volwassen worden van de bomen, deze te veel schaduw op de panelen werpen.



Principe bosontwikkeling

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages in de halfopen delen; en tussen lage, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen in de besloten delen
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterking en/of toevoeging

- van wandel- en fietsnetwerk; en/of toevoegen van educatieve functie, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en landgoederen ontwikkeling
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken of vennen

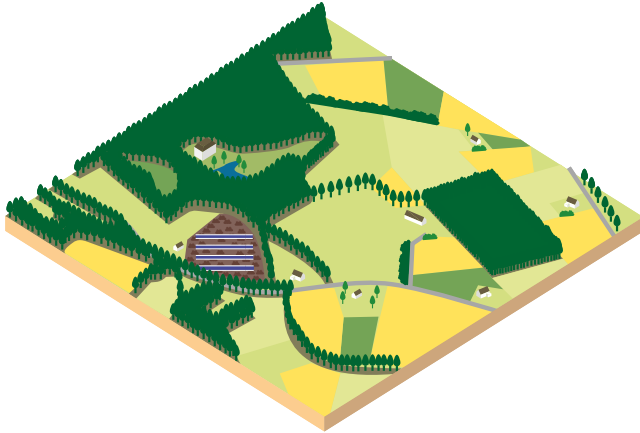
Meekoppelkansen

- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk; en/of door toevoegen van educatieve

- functies, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en natuurontwikkeling
- productie van biomassa

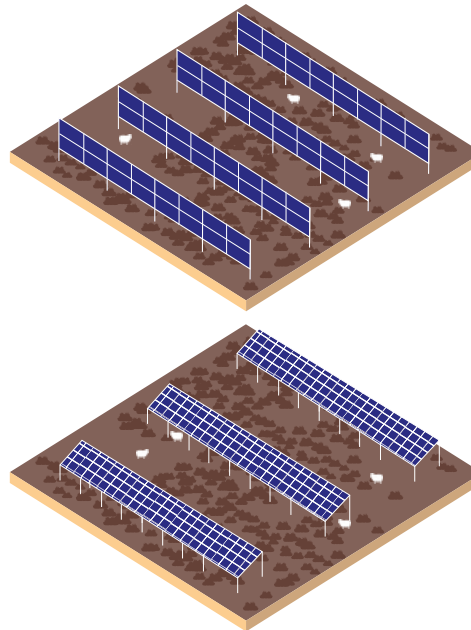
ZonneWIJzer Landgoederenzone

Landschappelijke bouwstenen (3)



Heideontwikkeling door (tijdelijk) zonneveld

Kleinschalige heideontwikkeling biedt kansen om het historisch landschap zichtbaar en leesbaar te maken en bij te dragen aan natuurontwikkeling. Tijdelijke zonnevelden kunnen hiervoor mogelijk een aanjager zijn. Een verticale opstelling is hier naar verwachting het meest optimaal voor de heideontwikkeling, door beperkte schaduwwerking. Een zuidopstelling zou waarschijnlijk ook kunnen en is het meest optimaal voor de energieopbrengst, maar zorgt wel voor meer schaduw op de ondergrond. Voordeel is dat schapen (die vergassing tegengaan) onder de opstelling kunnen schuilen en er geen ander bouwwerk als schuilmogelijkheid nodig is. Het zonneveld is tijdelijk, omdat een hoge opstelling in het open heidelandschap landschappelijk (en voor de uiteindelijke heidegroei) niet wenselijk is.



Principes heideontwikkeling

Meekoppelkansen

- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk; en/of door toevoegen van educatieve functie, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en natuurontwikkeling
- productie van biomassa van heide

ZonneWIJzer Landgoederenzone

Ecologische principes

Voor de landgoederenzone gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

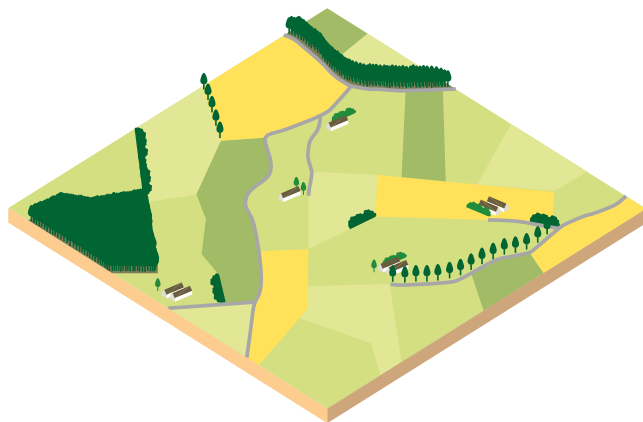
- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen, bossen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van vochtige heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers. Vooral plekken met natte omstandigheden zijn hiervoor interessant.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWijzer Agrarische vallei



ZonneWIJzer Agrarische vallei

Beschrijving landschapstype



De licht glooiende agrarische vallei is in de loop der tijd getransformeerd van een kleinschalig cultuurlandschap tot een relatief open agrarisch landschap. Opgaande elementen als bosschages en houtwallen liggen verspreid door het landschap. De wegen volgen het grillige patroon van dekzandruggen en beekdalen. De meeste erven liggen vaak op enige afstand aan deze kronkelige wegen, op 'steeltjes'. Erf- en wegbeplantingen zijn vaak transparant (geworden) en kavelgrenzen zijn deels beplant (houtwallen en bomenrijen). De open agrarische delen worden afgewisseld met geriefhoutbosjes, bomenrijen en (wind)singels. Deels bestaat dit landschapstype uit blokvormige percelen, deels zijn er lange smalle percelen te vinden. In beide delen zijn dezelfde landschapselementen te vinden.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- halfopen 'grootschalig' agrarisch landschap
- onregelmatige (blok)verkaveling afgewisseld met langere smalle stroken
- afwisseling van weidegrond, bosschages en akkers, doorsneden door beken
- kronkelige erfinten en bebouwing verspreid door het landschap
- licht glooiend met microreliëf
- opgaande beplanting tussen percelen en rondom erven (houtwallen, singels, bosschages)

Karakteristieke leefgebieden

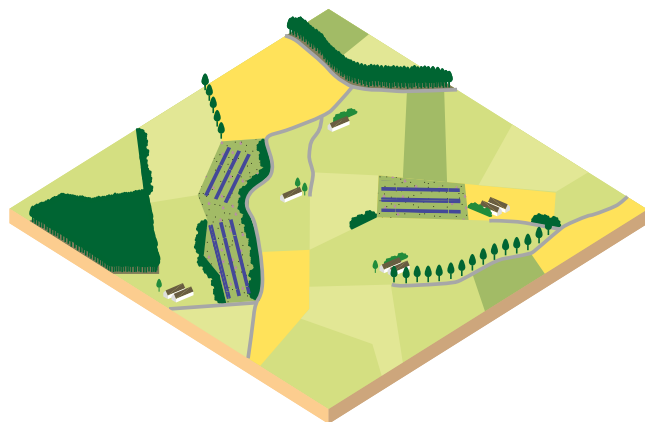
zoete plas, kruiden- en faunarijk grasland, kruiden- en faunarijke akker, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), dennen-eiken- en beukenbos

Karakteristieke soorten

das, laatvlieger, rosse vleermuis, boerenzwaluw, buizerd, geelgors, grote lijster, groene specht, havik, keep, kerkuil, kneu, paapje, patrijs, roodborstta-puit, steenuil, torenvalk, veldleeuwerik, zanglijster, heikikker, kamsalamander, poelkikker, hazelworm, levendbarende hagedis

ZonneWIJzer Agrarische vallei

Landschappelijke bouwstenen



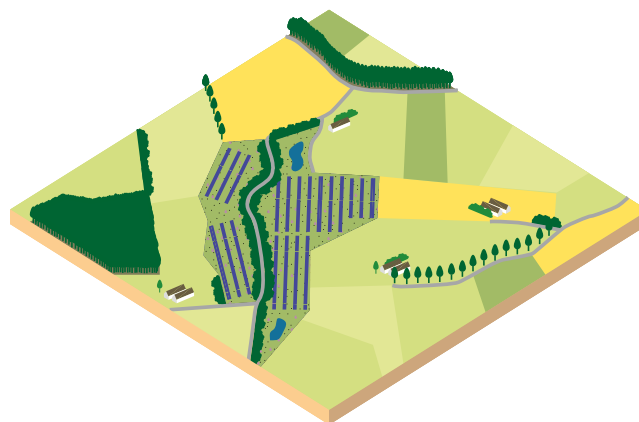
Reeks van kleinschalige zonneakkers

De agrarische kavels zijn structurerende elementen in de agrarische vallei. Zonnevelden ter grootte van een kavel sluiten aan op de ruimtelijke eenheid en maatvoering van het landschap. Belangrijk is dat er geen aaneenschakeling van kleinschalige zonnevelden ontstaat maar dat er voldoende open velden en akkers tussen liggen. Het zonneveld ter grootte van een kavel kan gekoppeld worden aan een erf. Het zonneveld kan worden begrensd door een deels transparante omlijsting van houtwallen, bosjes en/of bomenrijen. Door het omlijsten van de zonnevelden kunnen verdwenen landschappelijke elementen teruggebracht worden en wordt de landschappelijke structuur versterkt. Ook kan verrommeling (of 'fragmentatie') van het landschap worden tegengegaan, die in dit landschaptype

vooral door verstedelijkingsdruk en schaalvergroting van de landbouw wordt veroorzaakt. Bij transparante omlijstingen kan het effect op de openheid geminimaliseerd worden door de panelen laag te plaatsen zodat er overheen gekeken kan worden. De afscherming, zoals hekwerken ter beveiliging van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene omlijstingen of staan verlaagd in brede sloten.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stallages; indien gekoppeld aan een erf is ook agrarisch medegebruik onder middelhoge, onder hoge stallages of tussen verticale opstellingen mogelijk
- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk voor extensieve recreatie
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken



Grootschalige halfopen zonnekamer

Bij een grootschalige zonneakker (met deels transparante omlijsting) worden de maat en schaal van de agrarische vallei maximaal opgezocht. De zonnevelden worden voor een deel geclusterd en overstijgen de maat van de agrarische kavels. Door de clustering kunnen andere delen van het gebied onaangetast blijven.

De clusters worden bij het landschappelijk inpassen bij voorkeur niet gekoppeld aan bestaande erven. De maat van de kleinschalige kavels kan terugkomen in het ontwerp van de zonnevelden door bestaande beplantingen, greppels en sloten op kavelgrenzen te behouden of te herstellen. Voor de afscherming en hoogte van de opstelling gelden dezelfde uitgangspunten als voor de kleinschalige zonneakkers. Bij grotere locaties is er meer kans voor het creëren van ecologische meerwaarde, doordat de financiële opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stallages
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk voor extensieve recreatie
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken

ZonneWIJzer Agrarische vallei

Ecologische principes

Voor de landgoederenzone gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

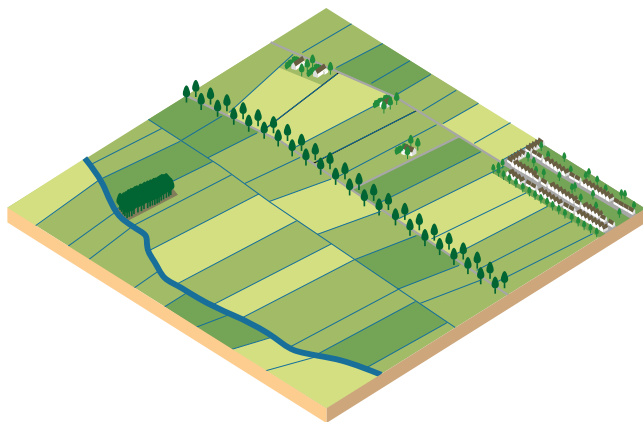
- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen, bossen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWIJzer Ontginningslandschap



ZonneWIJzer Ontginningslandschap

Beschrijving landschapstype



Het ontginningslandschap bestaat uit open weidelandschap gelegen op veengronden, gelegen middenin het meest zuidelijke deel van de Gelderse Vallei (het Binnenveld). De verkaveling is lang en smal, wegen zijn rechtlijnig en er is weinig bebouwing, alleen enkele erven langs de wegen. Wegen zijn onbeplant of worden juist gemarkeerd door lange bomenlanen. Het ontginningslandschap bestaat grotendeels uit extensief beheerde graslanden die gelegen zijn langs de Grift. Het landschap is wijds en open met zicht op de stuwwallen van Veluwe en Utrechtse Heuvelrug. Hier komen bijzondere kwelvegetaties voor.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grootschalig open landschap
- onregelmatige smalle strokenverkaveling
- graslanden en een enkele akker of hakhoutbosje
- enkele erven langs de rand aan lange rechtlijnige wegen
- vlak landschap doorsneden door watergangen
- weinig opgaande beplanting (vooral bomenrijen langs wegen, bomen rond de weinige erven en in een eendenkooi)

Karakteristieke leefgebieden

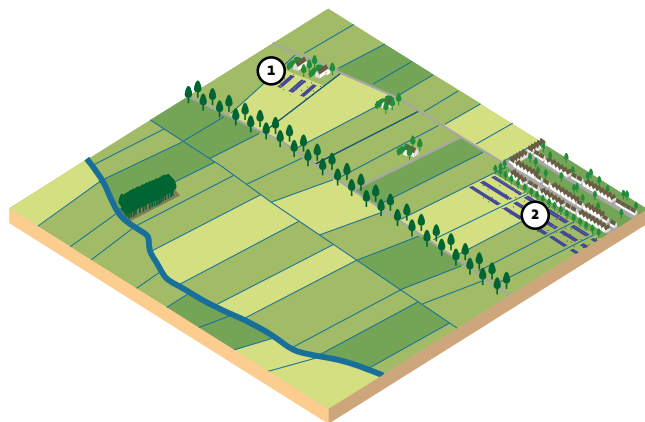
veenmosrietland, nat schraalland, kruiden- en faunarijk grasland

Karakteristieke soorten

weidevogels (gele kwikstaart, grutto, Kievit, kwartel, scholekster, tureluur, veldleeuwerik, watersnip, wulp), bittervoorn, grote modderkruiper, geel schorpioenmos

ZonneWIJzer Ontginningslandschap

Landschappelijke bouwstenen



Kleinschalige zonnevelden

Het ontginningslandschap beslaat een klein deel van de Gelderse Vallei en kan daardoor landschappelijk gezien alleen kleinschalige zonnevelden aan, zonder dat de kernkarakteristieken van dit gebied verloren gaan. [landschappelijk inpassen](#) kan zo:

1. Zonneveld gekoppeld aan erven: zonneveld ter grootte van een kavel, horend bij een erf, met de panelen open (zonder opgaande elementen er omheen) en vlak in het landschap.
2. Zonneveld gekoppeld aan de stadsrand: zonneveld ter grootte van een of meerdere kavels, gekoppeld aan de stadrand, open (zonder opgaande elementen er omheen), laag en vlak in het landschap.

Om de zonnevelden binnen dit landschapstype optimaal in te passen en de grootschalige openheid niet aan te tasten, is het voor beide typen locaties van belang dat de [opstelling](#) zo vlak en laag mogelijk ligt en een [oriëntatie](#) parallel aan de kavelrichting kent. De [afscherming](#) van het zonneveld kan hier bestaan uit (brede) watergangen, indien nodig gecombineerd met verdiept liggende hekwerken. Een [afscherming](#) met opgaande elementen zoals bomen, struiken, hagen of riet is onwenselijk. Opgaande beplanting heeft niet alleen landschappelijk maar ook ecologisch gezien een nadelig effect, namelijk op [weidevogels](#). Broedende weidevogels houden een afstand aan tot erven / opgaande beplanting van 200 meter (tot maximaal 400 meter, afhankelijk van de soort). Als een zonneveld binnen die zones worden aangelegd, treden er mogelijk geen of minder nadelige effecten op (maar dit is niet aangetoond!). Voor het [landschappelijk inpassen](#) is het tevens van belang dat het zonneveld niet breder is dan het voorliggende erf en ontsloten wordt via het erf zodat er geen extra toegangsweg vanaf het lint komt.

Meekoppelkansen

Zonneveld gekoppeld aan erven:

- [productie van biomassa van lage gewassen, zoals grassen](#)

Zonneveld gekoppeld aan de stadsrand:

- [productie van biomassa van lage gewassen, zoals grassen](#)

ZonneWIJzer Ontginningslandschap

Ecologische principes

Voor het ontginningslandschap gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Vernatting van ontwaterde veengebieden geeft kansen voor het verhogen van de biodiversiteit en zorgt tegelijk voor een hoge reductie aan vrijkomende CO₂.
- [afscherming](#) van zonnevelden kan in het ontginningslandschap alleen door middel van een omlijsting van (brede) watergangen. Hierlangs kunnen natte schraalgraslanden en bloemrijke graslanden worden ontwikkeld, zonder opgaande (riet)vegetaties.
- Door dergelijk leefgebieden als lijnvormige structuren (bij voorkeur langs brede watergangen) van minimaal 10 meter breed in het landschap te ontwikkelen tussen bestaande moerasgebieden kunnen deze fungeren als ecologische verbindingzones.
- Om zoveel mogelijk te voorkomen dat verstoring door de zonnepanelen optreedt, dienen de panelen plat te liggen en op maaiveld en niet te worden begrensd door opgaande elementen als bomen, struiken, hagen of riet. Aandachtspunt is dat het laag houden van de vegetatie (maaieren van riet/ruigte) kostbaar is.

ZonneWijzers Randmeerkust



Randmeerkust

Ontstaansgeschiedenis

De Randmeerkust maakte vroeger deel uit van het immense moerasland dat een groot deel van het huidige IJsselmeergebied besloeg. Het gebied is getekend door de strijd tegen het water: de **uitbreiding van de Zuiderzee** en de **daling van de veenbodem**. In het landschap komt dit tot uiting in de grote, open ruimten zonder bebouwing of opgaande begroeiing, de dijken (ontbreken over grote lengte) en wielen. Daarnaast toont de stroken-verkaveling met linten van erven het verleden van de **veenontginning**, vooral in het uiterste noorden en zuiden. Kronkelige perceelsranden zijn gevormd door oorspronkelijk kronkelige **getijdekreken**. In het zuidwesten maakt een klein deel van de **Grebbeinie** deel uit van het landschap met panterstelling (kazematten, sluizen e.d.) en inundatiegebied als sporen van het defensieve verleden. Enkele beken monden via de Randmeerkust uit in de Randmeren. De bebouwings- en wegenstructuur ligt grotendeels parallel aan de Randmeren. De **verstedelijking** in de Randmeerkust is voornamelijk geconcentreerd in de voormalige Zuiderzeestadjes Harderwijk en Elburg, rijk aan historie. De **A28** ligt in/langs deze streek en verbindt nu Amersfoort (Utrecht) en Zwolle (Overijssel), waar vroeger de **Zuiderzeestraat** een belangrijke verbinding was tussen deze steden. Tegenwoordig loopt hier een fietspad over.

De Randmeerkust is **sterk verweven met het stuwwallencomplex van de Veluwe**. Op de grens met de Veluwe (zie het landschapstype [Veluwerand](#)) is veel cultuurhistorie te vinden, zoals

het vroeg-middeleeuws ontginningslandschap van Doornspijk en Wessinge, een zoom van dorpen en de aanwezigheid van landgoederen.

Ecologische waarde

De open zeekelepolders en laagveenpolders langs de Randmeren zijn van groot belang voor weidevogels, zwanen, ganzen, smient en rietvogels. Vooral Arkemheen-Eemland ten noordwesten van Nijkerk en de IJsseldelta ten noorden van Elburg herbergen zeer open graslanden met hoge grondwaterstanden die veelal extensief beheerd worden. Hierdoor zijn ze zeer geschikt voor weidevogels om te broeden en de jongen op te laten groeien en voor zwanen, ganzen en smient om te overwinteren. Veel watervogels foerageren op de kruidenrijke (deels zilte) graslanden en overnachten op de Randmeren. Ook de binnendijks aanwezige rietmoerasjes en natte strooiselruigtes zijn van belang als foerageergebied en als broedplek voor riet- en moerasvogels. Tussen Putten en Elburg is de zone smaller, het agrarisch gebruik intensiever en de grondwaterstanden zijn wat lager.

Landschapstypen



[Zeekleipolder](#)



[Veenpolder](#)

Ligging landschapstypen

De **zeekelepolders** bevinden zich langs de randen van de vroegere Zuiderzee (Randmeren) en beslaan het grootste deel van de Randmeerkust. De **veenpolders** liggen vooral in het uiterste zuidwesten en noorden, respectievelijk grenzend aan het Utrechtse veenweidegebied in het zuidwesten en de Overijsselse IJsseldelta in het noorden.



ZonneWIJzer Zeekleipolder



ZonneWIJzer Zeekleipolder

Beschrijving landschapstype



De zeekleipolder is het meest open landschapstype van Gelderland. In de onregelmatige blokverkeveling liggen enkele erven verspreid door de polder. De erven zijn één van de weinige opgaande elementen in het landschap. De erven kennen nauwelijks erfbeplanting en ook overige opgaande beplanting is in dit landschapstype alleen bij uitzondering aanwezig. De watergangen, afwisselend gebogen/kronkelig (bij voormalige kreek) en recht, doorsnijden met een hoog waterpeil het open landschap dat voornamelijk uit grasland bestaat.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grotendeels extreme openheid
- onregelmatige blokverkeveling (kreekruigen)
- enkele erven verspreid door de polder, soms kronkelige linten met erven parallel aan de hoogtelijnen
- nauwelijks opgaande beplanting
- kronkelende sloten door grasland, met hoog waterpeil

Karakteristieke leefgebieden

moeras, natte strooiselruigte, dotterbloemgrasland, nat matig voedselrijk grasland, kruiden- en fauna-rijke grasland, zilt- en overstromingsgrasland

Karakteristieke soorten

broedende weidevogels en overwinterende zwanen (vooral kleine zwaan), ganzen en eenden (vooral smient)

GEEN BOUWSTENEN VOOR EEN GOEDE INPASSING

De gebiedsspecifieke landschappelijke en ecologische karakteristieken kunnen niet behouden blijven of versterkt worden door middel van zonnevelden:

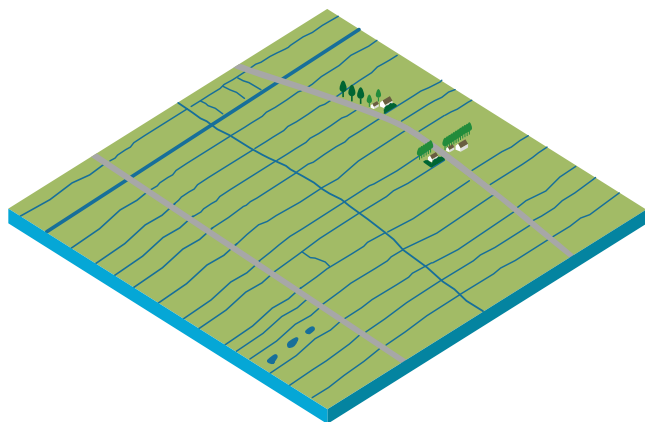
- zelfs kleinschalige zonnevelden doen afbreuk aan de karakteristieke extreme openheid. Een zonneveld zal op grote afstand zichtbaar zijn vanuit elke hoek;
- het landschap biedt geen landschappelijke elementen voor inpassing;
- een zonneveld in dit landschap heeft bovendien een negatief effect op broedende weidevogels en overwinterende eenden, ganzen en zwanen.

ZonneWIJzer Veenpolder



ZonneWIJzer Veepolder

Beschrijving landschapstype



De veepolders in de Randmeerkust worden gekenmerkt door de grootschalige openheid en de relatieve natheid. Grote open zichten over de graslanden karakteriseren dit landschapstype. De regelmatige strokenverkaveling geeft dit landschapstype een veenweidekarakter. De veepolders zijn voor het overgrote deel in gebruik als weiland. Een aantal rechtlijnige linten doorsnijdt het landschap, maar verder zijn wegen nauwelijks aanwezig. De bebouwingslinten bestaan voornamelijk uit enkele grote erven met open ruimtes daartussen. De opgaande beplanting die zich (relatief weinig) in dit landschapstype bevindt, ligt voornamelijk rondom de erven en deels langs wegen. Dit zijn dan voornamelijk bomenrijen.

Karakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grootschalig open gebied
- karakteristieke veenontginningen met regelmatige strokenverkaveling
- overwegend grasland doorsneden door een dicht slotenpatroon
- enkele wegen als rechtlijnige linten met daaraan enkele (grote) erven
- opgaande beplanting rondom erven, en soms langs wegen en tussen percelen (bomenrijen)

Karakteristieke leefgebieden

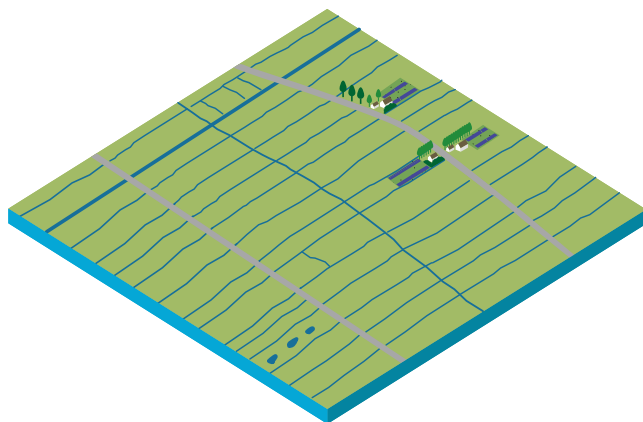
moeras, natte strooiselruigte, veenmosrietland, nat schraalland, dotterbloemgrasland, nat matig voedselrijk grasland, kruiden- en faunarijke grasland

Karakteristieke soorten

broedende weidevogels en moerasvogels (grote karekiet, roerdomp) en overwinterende zwanen, ganzen en eenden

ZonneWIJzer Veenpolder

Landschappelijke bouwstenen



Zonneveld gekoppeld aan erf

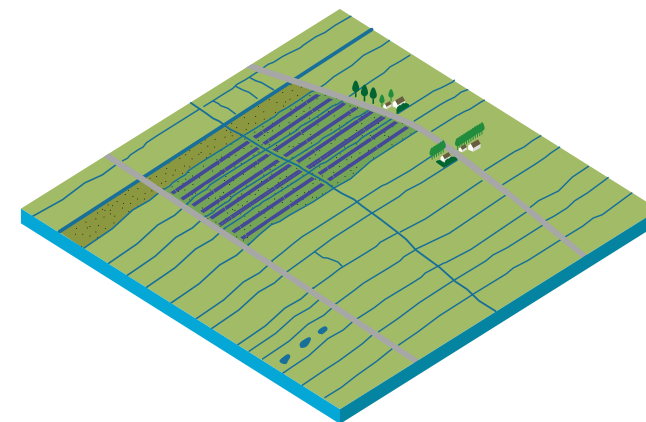
Voor het optimaal [landschappelijk inpassen](#) van een zonneveld in de veenpolder is het van groot belang dat de [opstelling](#) zo vlak en laag mogelijk ligt (bij voorkeur een platte opstelling) en gekoppeld wordt aan een erf. Dit zorgt enerzijds (vanuit esthetisch oogpunt) voor behoud van de beleving van de karakteristieke grootschalige openheid en anderzijds (vanuit ecologisch oogpunt) voor een minimale verstoring van het leefgebied van [weidevogels](#). Broedende weidevogels houden een afstand aan tot erven / opgaande beplanting van 200 meter (tot maximaal 400 meter, afhankelijk van de soort). Als een zonneveld binnen die zones worden aangelegd, treden er mogelijk geen of minder nadelige effecten op (belangrijk aandachtspunt hierbij is dat dit nog niet is aangetoond!). Het is belangrijk

dat de [afscherming](#) ook zo laag mogelijk blijft. Een afscherming van het zonneveld door opgaande elementen, zoals hekwerken, struiken of hagen is onwenselijk. In plaats daarvan kunnen (brede) watergangen worden aangelegd. Hierlangs kunnen tevens lijnvormige structuren van (lage) moerasvegetaties worden gecreëerd (eventueel bruikbaar voor duurzame energie uit biomassa), indien nodig gecombineerd met verdiept liggende hekwerken voor de beveiliging.

Voor het [landschappelijk inpassen](#) is het van belang dat het zonneveld niet breder is dan het voorliggende erf en ontsloten wordt via het erf zodat er geen extra toegangsweg vanaf het lint komt. In verband met de grote zichtbaarheid van het zonneveld vanuit de omgeving, dient het veld een [oriëntatie](#) parallel aan de kavelrichting te hebben.

Meekoppelkansen

- [productie van biomassa van lage gewassen](#)



Grootschalige clustering zonnekavels

In plaats van meerdere (relatief) kleinschalige zonnevelden gekoppeld aan erven kan er ook voor worden gekozen om op één strategisch gekozen plek in dit landschapstype een grootschalige clustering van aaneengesloten zonnekavels te realiseren. Hierbij gelden dezelfde inpassings- en inrichtingsprincipes zoals beschreven bij de bouwsteen 'Zonneveld gekoppeld aan erven', echter hoeft de ligging van de grootschalige ingreep niet gekoppeld te worden aan een erf. Bestaande moerasstructuren kunnen wel aanleiding vormen om een grootschalig zonneveld aan te koppelen. Een grootschalig zonneveld biedt meer mogelijkheden om de ontwaterings- en verkavelingsstructuur te accentueren. Een grootschalig zonneveld kan worden gecombineerd met het uitbreiden van water- en moerasvegetaties

ZonneWIJzer Veenpolder

en/of de productie van biomassa voor duurzame energie. Belangrijk aandachtspunt bij deze bouwsteen is de keuze voor de locatie in relatie tot het broedareaal van [weidevogels](#), waarop een grootschalig zonneveld een (groot) negatief effect kan hebben. Bij de keuze voor grootschalige clustering moet daarom altijd een integrale afweging van de verschillende belangen worden gemaakt.

Meekoppelkansen

- [recreatief medegebruik](#)
door versterking of
toevoeging van wandel- en
fietsnetwerk
- [productie van biomassa](#)
van lage gewassen

ZonneWIJzer Veepolder

Ecologische principes

Voor de veepolder gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Vernatten van ontwaterde veengebieden: dit geeft kansen voor het verhogen van de biodiversiteit en zorgt tegelijk voor een hoge reductie in het vrijkomen van CO₂.
- Ontwikkelen van (lage) moerasvegetaties: open wateren, moerassen, natte strooiselruigtes, veenmosrietlanden, natte schraalgraslanden, dotterbloemgraslanden, natte matig voedselrijke graslanden en kruiden- en faunarijke graslanden.
- Door dergelijk leefgebieden als lijnvormige structuren (bij voorkeur langs brede watergangen) van minimaal 10 meter breed in het landschap te ontwikkelen tussen bestaande moerasgebieden kunnen deze fungeren als ecologische verbindingzones.
- Om zoveel mogelijk te voorkomen dat verstoring door de zonnepanelen optreedt, dienen de panelen plat te liggen en op maaiveld en niet te worden begrensd door opgaande elementen als bomen, struiken, hagen of riet. Aandachtspunt is dat het laag houden van de vegetatie (maaien van riet/ruigte) kostbaar is.

ZonneWijzers Rijk van Nijmegen & Montferland



Rijk van Nijmegen & Montferland

Ontstaansgeschiedenis

Deze steek bestaat uit twee ‘losse’ gebieden die ruimtelijk van elkaar gescheiden zijn: het Rijk van Nijmegen en Montferland. Met het Rijk van Nijmegen wordt het gebied bedoeld waar ook wel naar verwezen wordt als Nijmegen-Groesbeek. Het Rijk van Nijmegen omvat de stuwwal bij Nijmegen met het erachter gelegen gebied tot aan de Duitse grens bij Groesbeek. Het Rijk van Nijmegen en Montferland worden gekenmerkt door een vergelijkbare ontstaansgeschiedenis en kennen vergelijkbare landschappelijke en ecologische kenmerken. Beide gebieden bestaan uit een **stuwwal**, ontstaan door opstuwning van het landijs in de voorlaatste ijstijd. Deze stuwwallen steken ongeveer 70 meter boven het omringende dekzand- en rivierenlandschap uit. Het vroeger uitgestrekte **bos- en heidelandschap** op de stuwwallen bestaat tegenwoordig voornamelijk uit bos. Er zijn slechts enkele restanten heide over. Een landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle karakteristiek is het **contrast tussen de open essen rondom de stuwwallen en de besloten bosgebieden op de stuwwal**. Rond de open gebieden op de flanken van de stuwwal liggen **esdorpen met akkercomplexen**. Naast dorpen liggen er in deze streek (vooral in het bos en op de stuwwalflank) ook havezaten (versterkte huizen/hoeven), kastelen en buitenplaatsen. De streek is **rijk aan reliëf**: een sterk reliëf van de stuwwallen als geheel in de uitgestrekte

omliggende streken en glooiend reliëf op en rond de stuwwallen. Wegen zijn relatief recht. Er zijn **weidse zichten** vanaf de stuwwallen op de lager gelegen open gebieden.

Een deel van het Rijk van Nijmegen is in de loop der tijd sterk **verstedelijkt**. Hier bevindt zich niet alleen de grote stad Nijmegen, maar zijn ook de dorpen op de stuwwalflanken meer aaneengesloten. De agrarische enclaves in de stuwwalbossen die zich in dit deel van de streek bevinden, zijn hier ook meer bebouwd dan die in Montferland. In het Rijk van Nijmegen is de **grens met Duitsland** (Reichswald) goed te ervaren.

Ecologische waarde

De aaneengesloten bosgebieden op de stuwwalcomplexen van het Rijk van Nijmegen en het Montferland zijn van belang voor veel plantensoorten, bos- en struweelvogels, vleermuizen en andere zoogdieren als de das. Vooral de oudere loofbossen en (beuken)lanen zijn ecologisch waardevol. Binnen de bossen liggen (vooral in het noordoostelijke deel van de bossen in het Rijk van Nijmegen) enkele kleine agrarische enclaves. Deze bestaan uit akkers en weides, die onderling zijn gescheiden door brede houtwallen en (meidoorn)hagen. Juist deze afwisseling is ecologisch gezien interessant. Dat geldt ook voor de randen van de bossen, vooral daar waar zoom- en mantelvegetaties aanwezig zijn op de overgang van bos naar open veld. Met name rondom de bossen van het Montferland liggen kleinschalige kruidenrijke akkers en graslandjes die van belang zijn voor akkervogels, vlinders en de das. In de grootschaliger open agrarische gebieden rondom de bossen van het Montferland en in het oostelijk deel van het Rijk van Nijmegen (tussen Groesbeek en de Duitse grens) zijn over het algemeen minder natuurwaarden aanwezig als gevolg van het intensievere agrarische grondgebruik. Vooral de aanwezige bosjes, lanen, houtwallen en struwelen zijn ecologisch waardevol.

Rijk van Nijmegen & Montferland

Landschapstypen



Stuwwalbossen



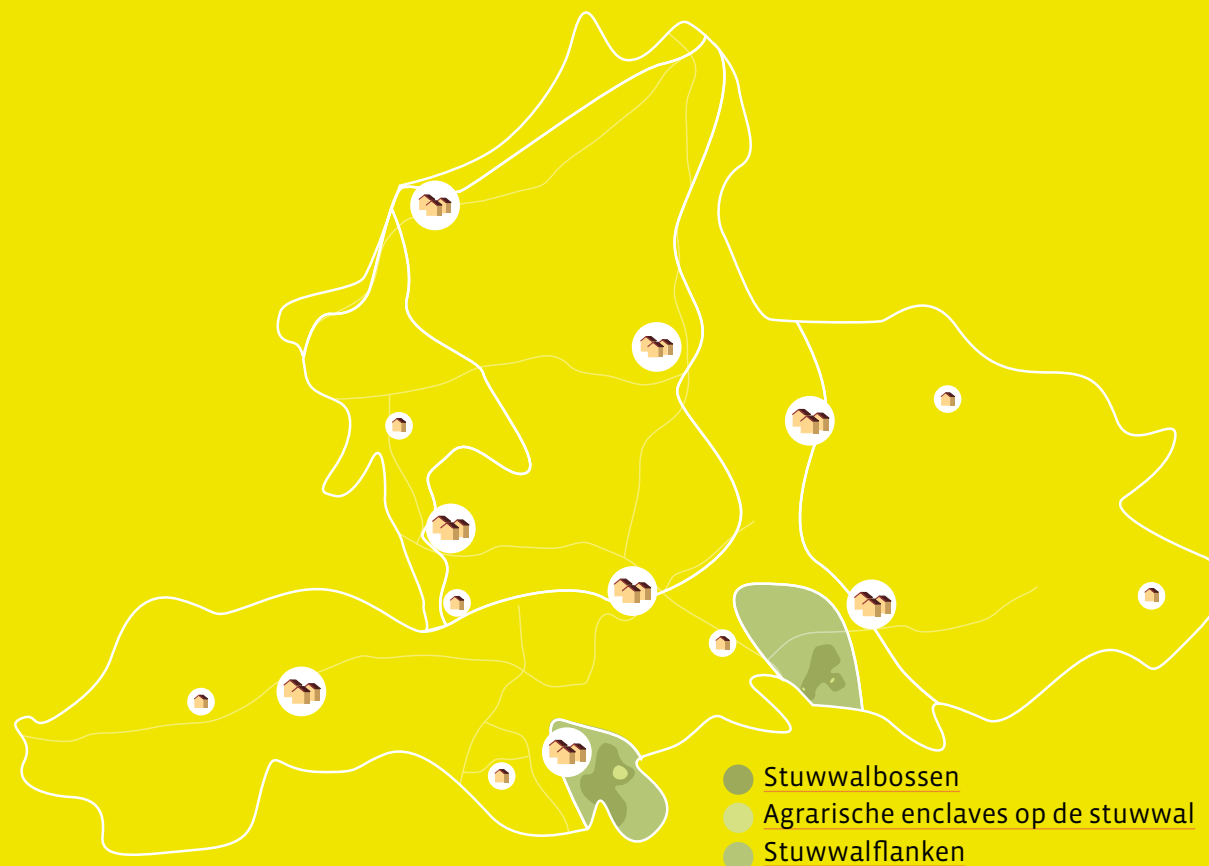
Agrarische enclaves op de stuwwal



Stuwwalflanken

Ligging landschapstypen

Op de hoge en vaak steile delen van de stuwwallen liggen de **stuwwalbossen**. Tussen deze bossen liggen de **agrarische enclaves op de stuwwal**. Deze komen vooral voor in het Rijk van Nijmegen en in mindere mate in Montferland. De hellingen van de stuwwal in de gradiënt naar de lager gelegen gebieden zijn de **stuwwalflanken**.

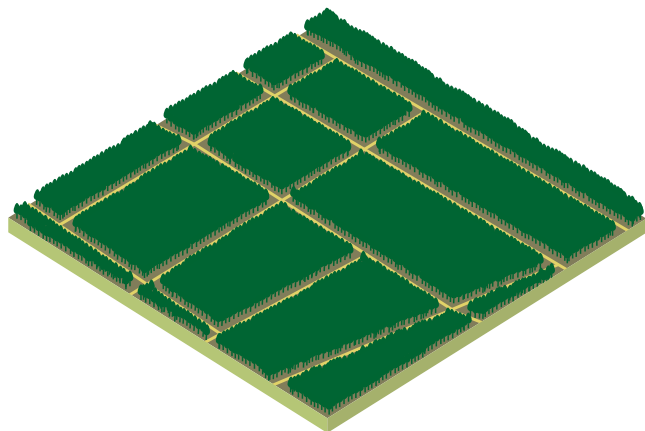


ZonneWijzer Stuwwalbossen



ZonneWIJzer Stuwwalbossen

Beschrijving landschapstype



De stuwwalbossen vormen ruimtelijk gezien een eenvoudig landschapstype, dat gekenmerkt wordt door een grote mate van beslotenheid. De stuwwalbossen worden doorsneden door een rechtlijnige padenstructuur. In dit landschapstype bevinden zich allerlei cultuurhistorische elementen, zoals (relicten van) landgoederen (met lanen, landhuizen, uitzichtpunten), wallen en versterkte plaatsen (bijvoorbeeld mottes en kasteelplaatsen).

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- hoog gelegen grootschalig besloten gebied
- grote bosvlakken doorsneden door een rechtlijnige padenstructuur
- volledig opgaande beplanting (bos)
- cultuurhistorische relicten van oude wallen en versterkte plaatsen
- (relicten van) landgoederen

Karakteristieke leefgebieden

droge heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, eiken- en beukenbos van lemige zandgronden, kussentjesmos-dennenbos

Karakteristieke soorten

vleermuizen en andere zoogdieren als de das, bos- en struweelvogels, gladde slang, zandhagedis, vliegend hert en veel plantensoorten

GEEN BOUWSTENEN VOOR EEN GOEDE INPASSING

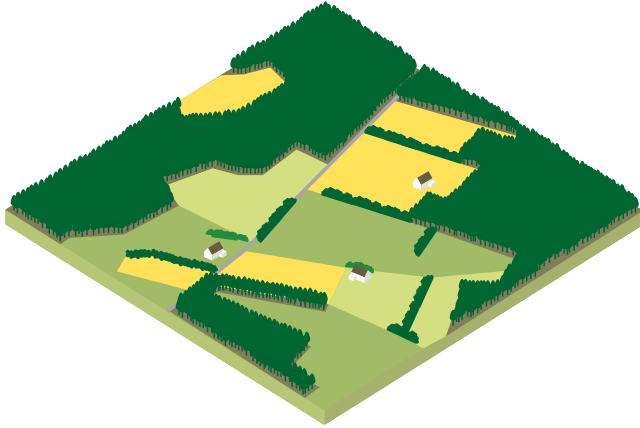
- De gebiedsspecifieke landschappelijke en ecologische kwaliteiten kunnen niet behouden blijven of versterkt worden door middel van zonnevelden.
- Het is niet logisch bos te kappen ten behoeve van de opwekking van zonne-energie omdat bomen bijdragen aan CO₂-reductie.
- Vooral voor kleine zonnevelden moet relatief veel extra ruimte worden gecreëerd in verband met de schaduwwerking van het omringende bos.

ZonneWIJzer Agrarische enclaves op de stuwwal



ZonneWIJzer Agrarische enclaves op de stuwwal

Beschrijving landschapstype



De agrarische enclaves op de stuwwallen in het Rijk van Nijmegen en Montferland hebben veel weg van de Veluwe agrarische enclaves. Het grootste verschil is dat de agrarische enclaves op de stuwwal kleiner zijn en een lagere concentratie van erven kennen. De agrarische kavels zijn relatief groot en bestaan uit een afwisseling van akkers en weiden temidden van het bos. De omlijsting van de agrarische enclaves op de stuwwal bestaat uit de scherpe rand van het besloten bos rondom. De wegen zijn relatief recht en het landschap is glooiend met bolle essen. De opgaande beplanting bevindt zich hoofdzakelijk als lijnvormige elementen tussen de percelen en rond de erven: houtwallen, bomenrijen en bosjes. Dit landschapstype komt vooral voor in het Rijk van Nijmegen nabij Berg en Dal.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig agrarisch gebied, omsloten door bos
- blokvormige percelen
- afwisseling van akkers en weiden te midden van bos
- rechte wegen met verspreid daaraan gekoppeld enkele erven, boerderijen vaak op de flank van een es
- glooiend landschap met bolle essen
- opgaande beplanting tussen percelen en rond erven: houtwallen, bomenrijen, bosjes

Karakteristieke leefgebieden

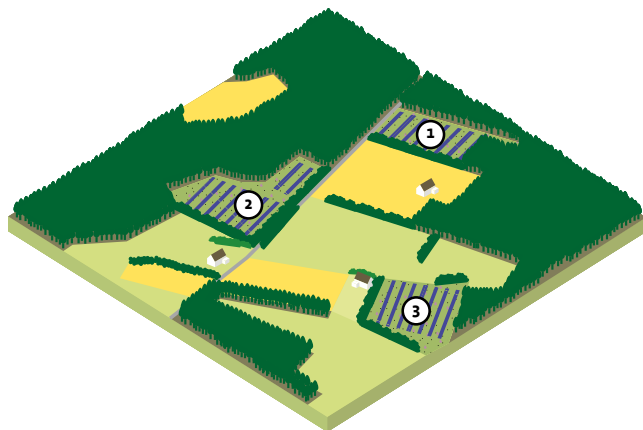
kruiden- en faunarijk grasland, kruiden- en faunarijke akker, droge heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, eiken- en beukenbos van lemige zandgronden

Karakteristieke soorten

grote lijster, overwinterende akkervogels (geelgors, keep), vliegend hert

ZonneWIJzer Agrarische enclaves op de stuwwal

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De karakteristieke afwisseling van halfopen en besloten akkers en weiden in dit landschapstype kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in bestaande of nieuwe kamers toe te voegen. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat. De afwisseling tussen open velden en besloten kamers dient behouden te blijven. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande kamer: zonneveld plaatsen op een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.

2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld ontwikkelen binnen een nieuwe besloten ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en houtwallen.
3. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans verdwenen landschapselementen terug te halen en de kleinschaligheid in het landschap terug te brengen of te versterken. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en [hoogte](#). Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omringende hagen zodat het zonneveld niet storend is voor de beleving van het landschap. De hekwerken, die vaak nodig zijn ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

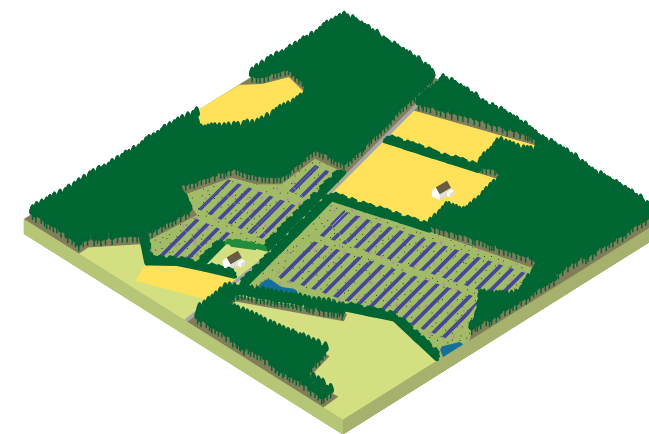
Meekoppelkansen

Vullen bestaande kamer / nieuwe besloten kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellingen
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken



Grootschalige zonnekamer

Er kan ook gekozen worden voor een grotere ingreep, waarbij de maat en schaal van het landschapstype maximaal worden opgezocht. Dit zorgt ervoor dat andere delen van het gebied onaangetast blijven. Het is dan belangrijk dat de afwisseling tussen open en besloten kamers behouden blijft en het aantal grote kamers niet dominant wordt.

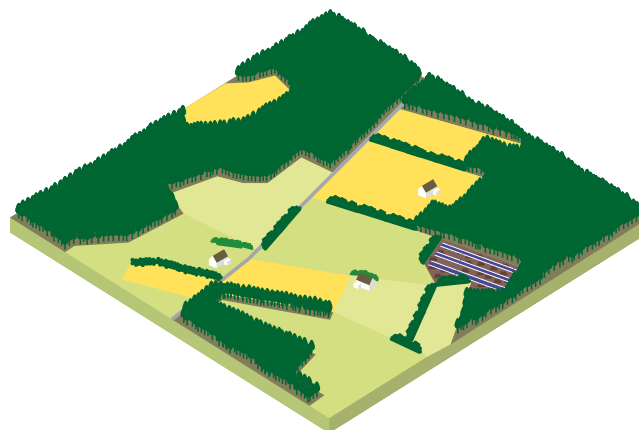
ZonneWIJzer Agrarische enclaves op de stuwwal

Landschappelijke bouwstenen (2)

Grotere locaties bieden daarnaast meer mogelijkheden voor ecologische meerwaarde in combinatie met minder panelen.

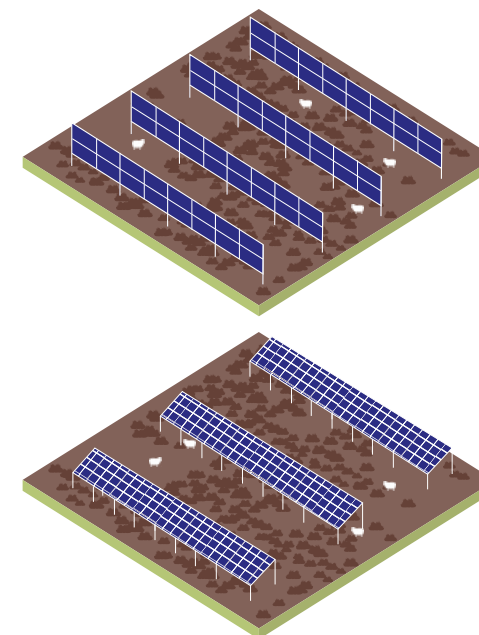
Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellingen in de half open delen; en tussen lage, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen in de besloten delen
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk; en/of toevoegen van educatieve functie, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en landgoederen ontwikkeling
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken



Heideontwikkeling door (tijdelijk) zonneveld

Kleinschalige heideontwikkeling biedt kansen om het historisch landschap zichtbaar en leesbaar te maken en bij te dragen aan natuurontwikkeling. Zonnevelden kunnen hiervoor mogelijk een aanjager zijn. Een verticale opstelling is hier naar verwachting het meest optimaal voor de heideontwikkeling, door de beperkte schaduwwerking. Een zuidopstelling zou waarschijnlijk ook kunnen en is het meest optimaal voor de energieopbrengst, maar zorgt wel voor meer schaduw op de ondergrond. Voordeel is dat schapen (die vergrassing tegengaan) onder de opstelling kunnen schuilen en er geen ander bouwwerk als schuilmogelijkheid nodig is. Het zonneveld is tijdelijk, omdat een hoge opstelling in het open heidelandschap landschappelijk (en voor de uiteindelijke heidegroei) niet wenselijk is.



Principes heideontwikkeling

Meekoppelkansen

- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk; en/of door toevoegen van educatieve functie, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en natuurontwikkeling
- productie van biomassa van heide

ZonneWIJzer Agrarische enclaves op de stuwwal

Ecologische principes

Voor de agrarische enclaves op de stuwwal gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

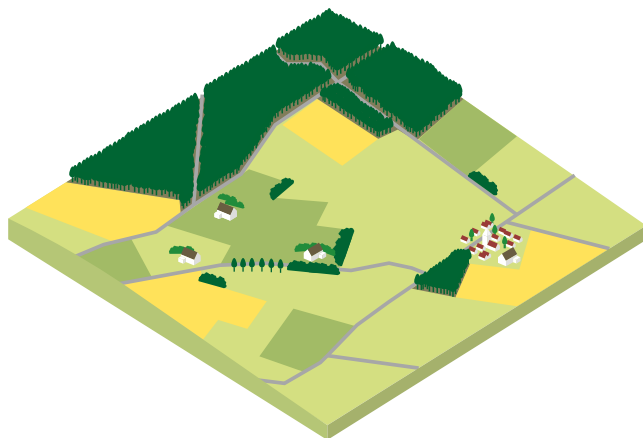
- Aanleggen van hagen en struwelen (eenstijlige meidoorn), lanen (zomereik), houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van droge heide, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWIJzer Stuwwalflanken



ZonneWIJzer Stuwwalflanken

Beschrijving landschapstype



Karakteristiek voor de stuwwalflanken (de hellingen van de stuwwallen in het Rijk van Nijmegen en Montferland zijn vista's over de lager gelegen landschappen, zoals die van het Rivierenland. De glooiende randzone bestaat uit open essen met akkers en grasland. Voor het Montferland is heel karakteristiek dat de dorpen en gehuchten als een kralensnoer rond de stuwval liggen. Tussen de dorpen en gehuchten bevinden zich open ruimtes met verspreid daarin agrarische erven. Ook is de scherpe begrenzing door de bossen bovenop de stuwval zeer karakteristiek, als 'achtergrond' in dit landschapstype. In het verder relatief open gebied is de opgaande beplanting voornamelijk langs wegen en rond de erven te vinden: hagen, houtwallen, bomenrijen en hier en daar een plukje bos.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- relatief grootschalig agrarisch gebied
- onregelmatige, kleine, blokvormige percelen
- afwisseling van akkers, weiden en kleine bosjes
- door de glooiing vergezichten van hoog (aan kant stuwval) naar laag (aangrenzende landschapstypen)
- rechte en slingerende wegen met verspreid daaraan enkele erven; boerderijen vaak op de flank van een es
- glooiend landschap met bolle essen
- opgaande beplanting langs wegen en op erven in de vorm van hagen, houtwallen, bomenrijen; hier en daar een bosje in open agrarisch gebied; scherpe rand op overgang naar stuwwalbossen

Karakteristieke leefgebieden

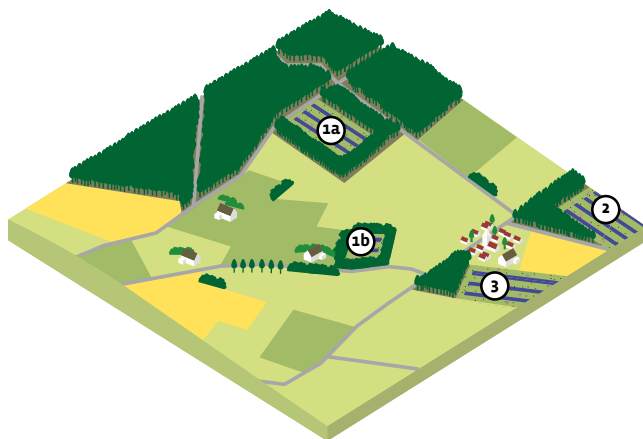
kruiden- en faunarijk grasland, kruiden- en fauna-rijke akker, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, eiken- en beukenbos van lemige zandgronden

Karakteristieke soorten

grote lijster, kerkuil, kramsvogel, steenuil en overwinterende akkervogels (geelgors, keep en in mindere mate kneu)

ZonneWIJzer Stuwwalflanken

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleine zonnekamers

Langs de randen van de stuwwalbossen en gekoppeld aan de erven met opgaande beplanting kunnen kleine zonnevelden worden ontwikkeld binnen bestaande of nieuw toe te voegen kamers. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat. Het zicht op de open velden dient behouden te blijven. Het landschappelijk inpassen kan op een aantal manieren:

1. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals een bosrand langs bestaand bos (1a) of bosschages op de flank, gekoppeld aan een erf (1b).

2. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals hagen, lage bosschages of bosjes of eventueel door het toevoegen van nieuwe kleinschalige plukken bos.
3. Zonneveld koppelen aan een dorp: zonneveld liggend aan de rand van een dorp, in de karakteristieke kring van esdorpen op de stuwwalflank, in de vorm van een (half)open kamer.

Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Ook kan de glooiing van het landschap worden benut om zonnevelden (deels, bijvoorbeeld vanaf bepaalde plekken en/of wegen) aan het zicht te ontnemen. Daardoor kan gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke opstelling qua oriëntatie, type opstelling en hoogte. Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omliggende hagen en bosschages, zodat het zonneveld niet storend is voor de beleving van het karakteristieke landschap. De hekwerken, die vaak nodig zijn ter beveiliging van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduw van beplanting langs de randen van het zonneveld.

Meekoppelkansen

Nieuwe besloten kamers:

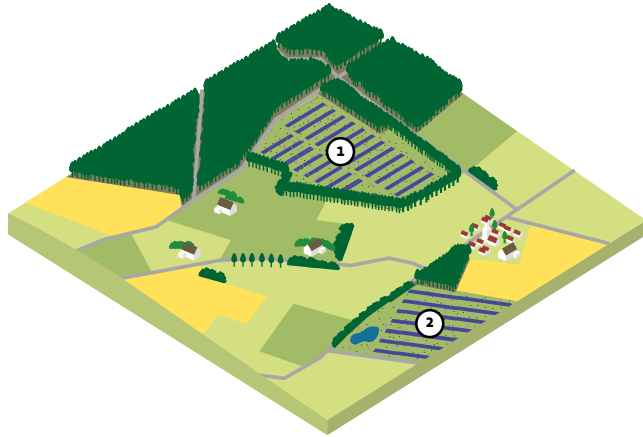
- agrarisch medegebruik tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellages of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamers:

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aansluiten op beken

ZonneWIJzer Stuwwalflanken

Landschappelijke bouwstenen (2)



Grootschalige zonnekamers

Er kan ook gekozen worden voor een grotere ingreep. Dit kan op de volgende manier:

1. Als zonneveld in een besloten kamer aan de bosrand.
2. Als zonneveld in een halfopen kamer op de flank.

Daarbij worden de maat en schaal van het landschapstype maximaal opgezocht. Dit zorgt ervoor dat andere delen van het gebied onaangetast blijven. Het is dan belangrijk dat de afwisseling tussen open en besloten delen behouden blijft en het aantal grote kamers niet dominant wordt.

Grotere zonnevelden bieden daarnaast meer mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages in de halfopen delen; en tussen lage, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen in de besloten delen
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterken en/of toevoegen van wandel- en fietsnetwerk; en/of toevoegen van een educatieve functie, bijvoorbeeld over cultuurhistorie en landgoedontwikkeling
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken

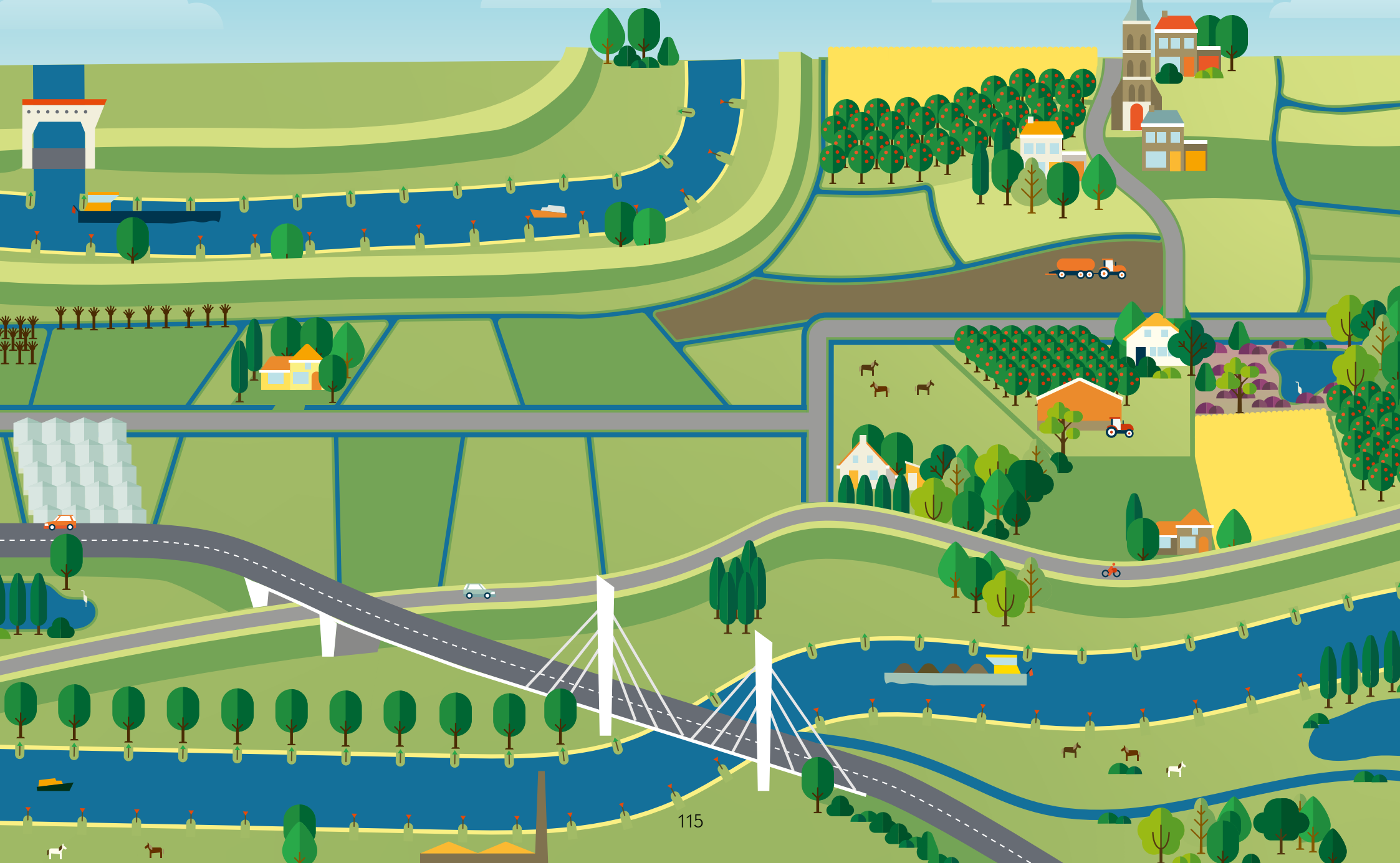
ZonneWIJzer Stuwwalflank

Ecologische principes

Voor de stuwwalflank gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Aanleggen van hagen en struwelen (eenstijlige meidoorn), lanen (zomereik), houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWijzers Rivierenland



Rivierenland

Ontstaansgeschiedenis

In het Rivierenland ontstond het landschap door het **stromen en overstromen** van de rivieren **Rijn, Maas, Waal, IJssel en Oude IJssel**. Voordat het gebied bedijkt was, had de rivier vrij spel en werd het omringende land regelmatig bedekt met sediment. Door opeenvolgende overstromingen ontstonden zanderige verhogingen in het landschap (de **oeverwallen** en stroomruggen) en lager gelegen kleiige **komgronden**. De **verschillen in reliëf en waterhuishouding** leidden tot verschillen in landgebruik. Op de oeverwallen en stroomruggen, hoog en droog, liggen de dorpen en steden. Hier zijn ook veel (fruit)boomgaarden (vooral in de Betuwe) en akkers te vinden. In de nattere komgronden liggen de graslanden die gebruikt worden om vee te laten grazen en als hooiland. Hier zijn ook wilgengrienden en eendenkooien aanwezig. In de loop der tijd is men de komgronden gaan ontwateren door het aanleggen van sloten. Hierdoor werd bewoning en akkerbouw ook mogelijk op de komgronden. Soms waren dit grootschalige **ruilverkavelingen**, zoals in het Land van Maas en Waal en de Tielerwaard. Ook op andere plekken hebben diverse **landinrichtingsprojecten** het landschap behoorlijk doen transformeren.

Door de tijd heen hebben de rivieren zich vaak verlegd, waardoor ook verder van de huidige rivier de **hoogteverschillen** in het landschap nog te herkennen zijn, soms als oude rivierduinen.

Tegenwoordig worden de rivieren in bedwang gehouden door **dijken**. De dijken zijn voortdurend opgehoogd en versterkt, maar vaak ook doorgebroken. Kronkels in de dijk, al dan niet in combinatie met een wiel (ronde waterplas op een plek waar het water door de dijk kwam), zijn daar nog zichtbare restanten van. De gronden buiten de huidige hoge winterdijken, de uiterwaarden, mogen bij hoogwater nog overstromen. Hierin zijn soms **meestromende nevengeulen** te vinden. Samen met de aanleg van dijken werden binnendijks ook (brede) **weteringen** aangelegd om overtollig regenwater af te kunnen voeren.

In het Rivierenland zijn allerlei (restanten van) industriële elementen te vinden, zoals **steenfabrieken**. Hier en daar liggen plassen en/of moerasgebieden op plekken waar klei en zand gewonnen werd en/of wordt. Langs de doorgaande bevaarbare routes over de rivieren ontstonden **handelsnederzettingen**, zoals Deventer en Zutphen aan de IJssel. Verspreid door het Rivierenlandschap (vooral op de oeverwallen) is ook een aantal kastelen, buitenplaatsen, vroegere havezaten en landgoederen te vinden (Loevestein, Doorwerth, Nijenbeek). Daarnaast zijn er ook restanten van de **(Nieuwe) Hollandse Waterlinie** met forten, sluizen en defensiedijken. Andere cultuurhistorische elementen zijn oude dijkhuizen en boerderijen op pollen (verhogingen in het landschap).

Verstedelijking in deze streek heeft geleid tot een aantal regionale centra in een metropoli-

taan landschap, zoals het stedelijk netwerk van Arnhem-Nijmegen en de stedendriehoek Apeldoorn-Zutphen-Zwolle. De streek (vooral het gebied tussen de Rijn, Waal en Maas) heeft een **sterke corridorfunctie** met veel infrastructuur.

Het Rijn-Waal-Maas-gebied en het gebied van IJssel-Oude IJssel hebben dezelfde gebiedskenmerken, maar toch hebben beide delen van het Rivierengebied een iets ander karakter. Het gebied van de IJssel en Oude IJssel is **'lieflijker'**, terwijl het gebied van Rijn, Waal en Maas **'robuuster'** oogt. Dit heeft vooral met het verschil in dynamiek van de rivier en het microreliëf in het landschap te maken. In het gebied van IJssel-Oude IJssel meandert de rivier sterk en hier zijn in de relatief smalle uiterwaarden veel hoogteverschillen (kronkelwaarden) aanwezig. De rivieren Rijn, Waal en Maas zijn rechter en hebben bredere en vlakke uiterwaarden. In het westelijk deel van het Rivierenland is rondom de sterk meanderende Linge ook een 'lieflijk' landschap te vinden. De Linge heeft smalle uiterwaarden, karakteristieke dorpen langs de dijken en veel fruitteelt, waardoor de rivier een grote aantrekkingskracht heeft voor **recreatie en toerisme**.

De begrenzing van het Rivierenland door de omliggende stuwwalcomplexen levert karakteristieke en vaak herkenbare zichten op, zoals bij de Veluwe, het Montferland en het Rijk van Nijmegen.

Rivierenland

Ecologische waarde

Binnen het Rivierengebied zijn vooral de buitendijkse gebieden (de uiterwaarden en de rivieren zelf) zeer belangrijke ecologische structuren. Ze vormen ecologische corridors van (inter)nationaal belang. In de uiterwaarden komen veel verschillende soorten planten en dieren voor. Dit komt door de grote verscheidenheid aan leefgebieden: gebufferde sloten, dynamische rivierbegeleidende wateren, geïsoleerde meanders en petgaten, moerassen, natte strooiselruigtes, natte matig voedselrijke graslanden, kruiden- en faunarijke graslanden, rivierduinen en -strandjes, kruiden- en faunarijke akkers, zoom- en mantelvegetaties en droge struwelen, wilgenstruwelen en ooibossen. Binnendijks zijn in het kleinschalige landschap op de oeverwallen ook veel natuurwaarden aanwezig, vooral daar waar poelen/wielen, hoogstamboomgaarden, natte schraalgraslanden, wilgenstruwelen en landgoedbossen aanwezig zijn. De open komgebieden zijn (in potentie) van belang voor weidevogels en vissen. Daar waar sprake is van intensief agrarisch grondgebruik zijn deze natuurwaarden echter onderontwikkeld. Nabij Wijchen ligt een gebied met oude, verstilde rivierduinen. De Overasseltse en Hatertse Vennen vormen de kern van dit ecologisch waardevolle gebied. Hier zijn heidevelden met vennetjes, akkers en bosjes aanwezig, waar zeldzame amfibieën als de knoflookpad voorkomen.

Landschapstypen



Uiterwaarden



Oeverwallen



Kommen



Rivierduinen

Ligging landschapstypen

De landschapstypen van het Rivierenland liggen min of meer als evenwijdige zones langs de rivieren: direct aan de rivieren bevinden zich (buitendijks) de **uiterwaarden**. Verder van de rivieren bevindt zich (binnendijks) een mozaïekpatroon van **oeverwallen** en **kommen**. In de omgeving van Wijchen zijn daarbinnen ook oude **rivierduinen** aanwezig.



ZonneWijzer Uiterwaarden



ZonneWIJzer Uiterwaarden

Beschrijving landschapstype

De uiterwaarden zijn de open laag gelegen gebieden die grenzen aan de rivieren. Dit landschapstype bevindt zich buitendijks. De uiterwaarden zijn in eerste instantie bedoeld voor waterberging, maar daarnaast zijn ze heel geschikt als weide- en hooiland en op veel plekken worden ze dan ook als zodanig gebruikt. Soms worden er andere gewassen verbouwd. In dit landschap is een aantal - al dan niet watervoerende - nevengeulen te vinden. Soms zijn dit oude rivierlopen en soms zijn ze recent aangelegd voor natuurontwikkeling en verbetering van de waterafvoer van de rivieren. In de uiterwaarden is de beleving van rust, ruimte en donkerte karakteristiek. Bebouwing is dan ook niet tot nauwelijks aanwezig. Er zijn wel veel steenfabrieken aanwezig, maar daarvan is vaak alleen nog de karakteristieke schoorsteen over. Ook de aanwezige tichelgaten (ondiepe putten waar vroeger klei gewonnen werd) en de diepere klei-, grind en zandputten zijn cultuurhistorisch waardevolle elementen. Veel gaten en putten zijn tegenwoordig waterplassen. Vanaf de dijk die de uiterwaarden begrenst is meestal vrij uitzicht op de rivier. Vaak gaat dit gepaard met een achtergrond van een aangrenzend landschapstype, zoals de stuwwallen bij Nijmegen, Montferland en de Veluwe en de stadsgezichten van Nijmegen, Doesburg en Zuthpen. Opgaande beplanting bestaat vaak uit een afwisseling van meidoorn- en populierenbosjes.

Kernkarakteristieken



Ruimtelijke karakteristieken

- vrij grootschalige open gebieden
- onregelmatige blokvormige percelen, soms onderbroken door al dan niet watervoerende nevengeulen en voormalige zand-, grind- en kleiputten
- afwisseling van natuurlijke en agrarische gebruikte graslanden met (tevens) een waterbergende functie
- weinig wegen en nauwelijks bebouwing, enige (oude) bebouwing op pollen, steenfabrieken, jachthavens en waterstaatswerken
- vlak en laag gelegen, tussen de winterdijken en de rivier, microreliëf in de vorm van kronkelwaarden (vooral langs de IJssel)
- relatief weinig beplanting, in de vorm van struweel, hagen, knotbomen (grienden), populierenbosjes en bomen langs wegen

Karakteristieke leefgebieden

gebufferde sloot, dynamisch rivierbegeleidend water, geïsoleerde meander en petgat, moeras, natte strooiselruigte, nat matig voedselrijk grasland, kruiden- en faunarijk grasland, rivierduin en -strand, kruiden- en faunarijke akker, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), wilgenstruweel, beek- en rivierbegeleidend bos (ooibos)

Karakteristieke soorten

overwinterende eenden, ganzen en zwanen, broedende **weidevogels** en moeras- en watervogels (aalscholver, blauwborst, dodaars, fuut, grote karekiet, ijsvogel, kwartelkoning, oeverzwaluw, porseleinhoen, roerdomp, watersnip, woudaap, zwarte stern), kamsalamander, knoflookpad (IJsselvallei), rugstreeppad, bever, kleine modderkruiper, grote modderkruiper, meervleermuis, rosse vleermuis

ZonneWIJzer Uiterwaarden

Landschappelijke bouwstenen

De uiterwaarden vormen een landschapstype waarvan de kernkarakteristieken (waaronder openheid) goed beleefbaar zijn. Onder andere vanaf de dijken is dit landschapstype goed zichtbaar. Bovendien hebben de uiterwaarden een belangrijke functie in het doorvoeren van water (de overstromingskans is hoog) en hebben ze in het algemeen een hoge ecologische waarde. Al deze factoren beïnvloeden de mogelijkheden en kansen voor het inpassen van een grondgebonden zonneveld.

Het landschap biedt geen elementen waarmee bij het aanleggen van een grondgebonden zonneveld de karakteristieke beleving kan worden behouden. Dit heeft in belangrijke mate te maken met het verhoogde standpunt van de waarnemer, van bovenaf, vanaf de dijken. Daar komt bij dat een zonneveld in dit landschapstype een negatief effect op weidevogels, eenden, ganzen en zwanen heeft. En het toevoegen van elementen in de uiterwaarden heeft een negatief effect op de doorvoer van water. Tot slot is de ontwikkeling van de techniek van zonnepanelen en constructies die na overstroming goed blijven functioneren (naar verwachting ook de komende tien jaar) nog niet (voldoende) ontwikkeld. Er zijn echter wel kansen voor drijvende zonnevelden op grote diepe plassen.



Drijvend zonneveld op grote plassen

De aanwezigheid van een drijvend zonneveld op een grote diepe plas in de uiterwaarden heeft een zeer beperkte impact op de beleving van de karakteristieken van dit landschapstype. De panelen vallen minder op door de lage ligging en de kleur (en vaak ook door de relatief grote afstand tot de waarnemer). Belangrijk is dat de totale **opstelling** zo plat mogelijk ligt en zo dicht mogelijk op het water. Aandachtspunt voor de constructie is dat de opstelling in geval van hoogwater mee omhoog moet kunnen drijven maar dat deze daarbij wel op dezelfde positie in de plas blijft liggen. Een ander aandachtspunt is dat vooral grotere wateren belangrijke rust- en foerageergebieden kunnen zijn voor trekvogels en overwinterende watervogels. De

plaatsing van zonnepanelen heeft naar verwachting een negatief effect op deze vogels. Zie ook de algemene informatie over **zonnevelden op water**.

Meekoppelkansen

• recreatief medegebruik
door creëren van verblijfsplekken, zoals waterrecreatie

• natuurontwikkeling op diepe delen van de plas door ecologische groeiplekken te creëren aan de panelenconstructie

ZonneWIJzer Uiterwaarden

Ecologische principes

Voor de uiterwaarden gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de landschappelijke bouwsteen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

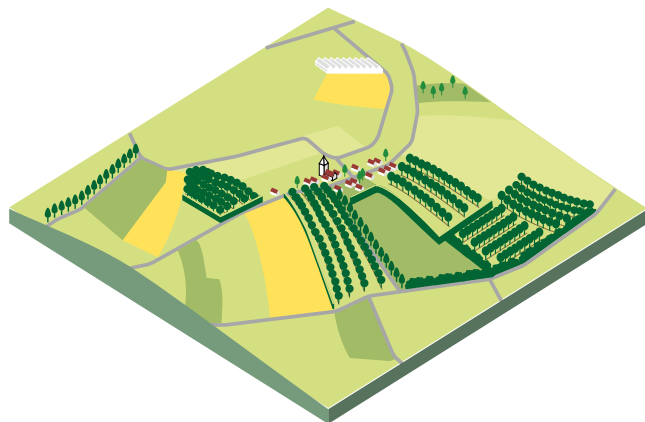
- Een bedekking van een grote plas in de uiterwaarden met zonnepanelen tot 10% zal nauwelijks effect hebben op de waterkwaliteit en de ecologie onder water als de panelen boven diep water worden geplaatst. Diepe delen zijn ecologisch gezien minder interessant dan ondiepe oeverzones. Een aandachtspunt is wel dat grote plassen in uiterwaarden belangrijke rust- en foerageergebieden kunnen zijn voor trekvogels en overwinterende watervogels. De plaatsing van zonnepanelen heeft naar verwachting een negatief effect op deze vogels. Het is daarom belangrijk van tevoren ecologisch onderzoek te doen naar de ecologische waarde van een grote plas.
- Door drijvende eilanden of kunstmatige onderwaterstructuren toe te voegen kan er een ecologische meerwaarde worden gecreëerd, waar watervogels ook van kunnen profiteren (voedsel)

ZonneWIJzer Oeverwallen



ZonneWIJzer Oeverwallen

Beschrijving landschapstype



De oeverwallen vormen lichte verhogingen in het landschap van het Rivierenland en zijn herkenbaar aan het kleinschalige en afwisselende landschap. Bebouwing is binnen het Rivierenland van oudsher geconcentreerd op deze zandige ruggen. De kleinschaligheid van het landschap met een afwisseling van dorpen, buurtschappen, verspreide bebouwing, grasland, bouwland, (fruit)boomgaarden en landgoederen is karakteristiek. Vooral de Betuwe staat bekend om de fruitboomgaarden. De onregelmatige blokverkeveling in combinatie met de slingerende wegen en bebouwingslinten vormt een contrast met de open kommen en de uiterwaarden. Andere opgaande beplanting bestaat vooral uit houtsingels en bomenrijen langs de wegen. Specifiek in de Bommelerwaard bevinden zich op de diffuse grens met de kommen grootschalige kassencomplexen.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig afwisselend open en besloten landschap
- onregelmatige (blok)verkeveling met soms typische kromakkers
- afwisselend landgebruik van gras- en bouwland, veel (fruit)boomgaarden, soms (grootschalige) kassencomplexen
- slingerende wegen en bebouwingslinten
- licht verhoogd gelegen
- opgaande beplanting langs wegen (houtsingels, bomenrijen) en rond erven, verder (fruit)boomgaarden en landgoedbossen

Karakteristieke leefgebieden

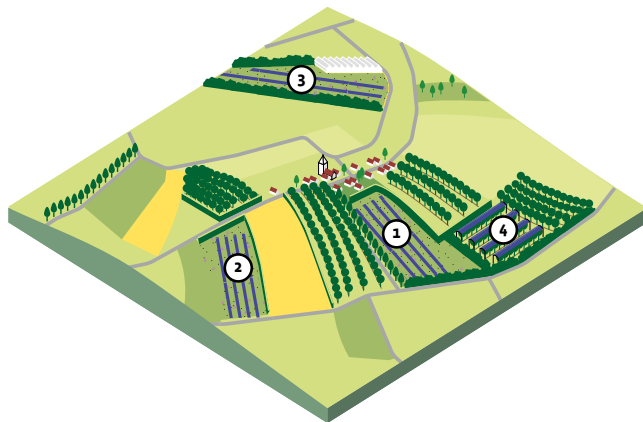
gebufferd(e) poel/wiel, kruiden- en faunairijk grasland, kruiden- en faunairijke akker, park- en stinzenbos (landgoedbos), haagbeuken- en essenbos, hoogstamboomgaard

Karakteristieke soorten

appelvink, boomklever, groene specht, grote bonte specht, grote lijster, kerkuil, kleine bonte specht, patrijs, spotvogel, steenuil, wielewaal, overwinterende akkervogels (keep, kneu, kramsvogel)

ZonneWIJzer Oeverwallen

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De karakteristieke afwisseling van kleinschalige halfopen en besloten akkers, weiden en boomgaarden kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in bestaande of nieuwe kamers toe te voegen. Bij meerdere kleine initiatieven mag geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaan, maar moet de afwisseling tussen open velden en besloten kamers blijven. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande of creëren van een nieuwe besloten kamer: zonneveld binnen een besloten ruimte ontwikkelen door het behouden, herstellen of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals een dichte rand van bosschages en/of hoge (elzen)hagen.

2. Zonneveld in bestaande of nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld binnen een half-open ruimte ontwikkelen door het behouden, herstellen of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals lage bosschages en/of hagen.
3. Zonneveld koppelen aan glastuinbouw: zonneveld ontwikkelen ter grootte van een kavel nabij een glastuinbouwbedrijf- en/of -cluster, met een omlijsting van bestaande en/of nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en/of hagen.
4. Zonneveld boven boomteelt plaatsen: zonnepanelen plaatsen als folieboogtunnels of hoge stellages boven de teelt van fruit- en (laan-) bomen.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans om de kleinschaligheid van het landschap te versterken. Hoge hagen en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgt ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en [hoogte](#). Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omringende hagen of bosschages, zodat het zonneveld niet storend is in het landschap. De hekwerken, die vaak nodig zijn ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in bestaande of nieuwe groene randen.

Meekoppelkansen

Gekoppeld aan glastuinbouw:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellages
- [recreatief medegebruik](#) door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk
- [combinatie met waterberging](#), eventueel ten behoeve van gietwater voor glastuinbouw
- creëren van robuust raamwerk voor glastuinbouw

Nieuwe besloten kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellages of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellages
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aansluiten op beken

Boven fruitbomen/ boomteelt:

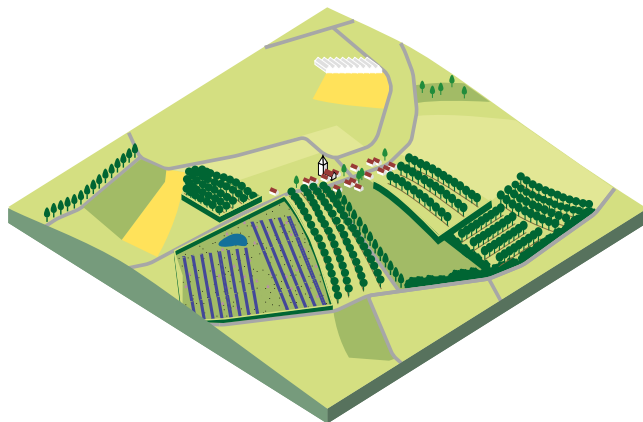
- [agrarisch medegebruik](#) door bescherming van teelt

Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduw van beplanting langs de randen van het zonneveld.

In de tuinbouwsector is een grote ontwikkeling gaande om plagen en ziektes tegen te gaan door boomgaarden onder hagelnetten, -zeil of -kappen te plaatsen. In plaats daarvan kunnen ook zonnepanelen worden gebruikt (zie [agrarisch medegebruik](#)). De panelen bieden dan ook bescherming tegen weersomstandigheden. Het plaatsen van zonnepanelen boven boomteelt heeft nauwelijks impact op het landschap als ze bestaande (of toekomstige) constructies vervangen.

ZonneWIJzer Oeverwallen

Landschappelijke bouwstenen (2)



Grootschalige zonnekamer

Er kan ook gekozen worden voor een grotere ingreep, waarbij de maat en schaal van het landschapstype maximaal worden opgezocht. Dit zorgt ervoor dat andere delen van het gebied onaangetaast blijven. Het is dan belangrijk dat de afwisseling tussen open en besloten kamers behouden blijft en het aantal grote kamers niet dominant wordt. Bij grotere locaties is er meer kans om ecologische meerwaarde te creëren, doordat de opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken
- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk

ZonneWIJzer Oeverwallen

Ecologische principes

Voor de oeverwallen gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

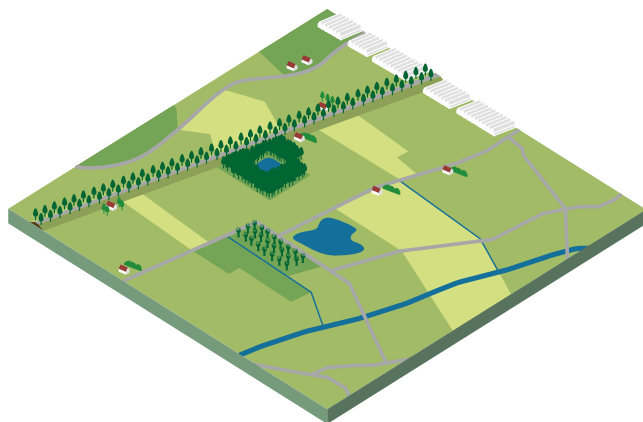
- Aanleggen van hagen (eenstijlige meidoorn, veldesdoorn), struwelen (eenstijlige meidoorn, sleedoorn, gewone vlier, hazelaar), lanen (beuk, gewone es, zomereik), droge (beuk, zomereik) en vochtige (gewone es, gladde iep, zwarte els) bossen/bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Aanleggen van hoogstamboomgaarden (fruitbomen als appel, peer en zoete kers).
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWIJzer Kommen



ZonneWIJzer Kommen

Beschrijving landschapstype



De kommen zijn de lager gelegen gebieden verder van de rivier. Deze kleigebieden liggen binnendijs en zijn grootschalig, open en vaak relatief nat. Veel van de openheid en planmatige ordening is een gevolg van de grootschalige ruilverkavelingen die hier vaak hebben plaatsgevonden. Lange bebouwingslinten en rechte wegen met (grote) erven zijn karakteristiek. In dit landschapstype is voornamelijk weidegrond, ook gebruikt als hooiland, aanwezig, met daarnaast grienden (wilgen- en rietakkers), eendekooien en soms kassen. Specifiek in de Bommelerwaard bevinden zich op een diffuse grens met de oeverwallen grootschalige kassencomplexen. Kaden, (dwars)dijken en (restanten van) terpen vormen verhogingen in het landschap van de kommen. Op de terpen staan oude boerderijen. De Diefdijk is een beeldbepalend en opvallend

element in het westelijk deel van Rivierenland. Sommige dijken zijn (deels) kronkelig als gevolg van dijkdoorbraken. Op deze plekken bevinden zich ook vaak wielen (diepe ronde plaasen die zijn ontstaan bij de dijkdoorbraak). De opgaande beplanting van de kommen bestaat voornamelijk als bomenrijen langs (hoofd)wegen en bij de bebouwingslinten. Verder vormen de eendekooien en andere populierenbosjes besloten elementen in het verder zeer open landschap. Door de kommen lopen veel sloten en lange brede weteringen die gegraven zijn om vernatting tegen te gaan. Hierdoor werd ook akkerbouw mogelijk in de kommen. Op sommige plekken liggen (voormalige) zandputten.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grootschalig open agrarisch gebied
- (on)regelmatige rechthoekige blokverkaveling met relatief rechte wegen, (dwars)dijken en watergangen (sloten en weteringen)
- hoofdzakelijk gras- en hooilanden, grienden, eendekooien; soms akkers, (grootschalig) kassen of (voormalige) zandputten
- rechte wegen en bebouwingslinten met daaraan (grote) erven
- vlak en laag gelegen gebieden te midden van de hogere oeverwallen
- naast de eendekooien ook andere populierenbosjes en opgaande beplanting langs wegen en rondom erven

Karakteristieke leefgebieden

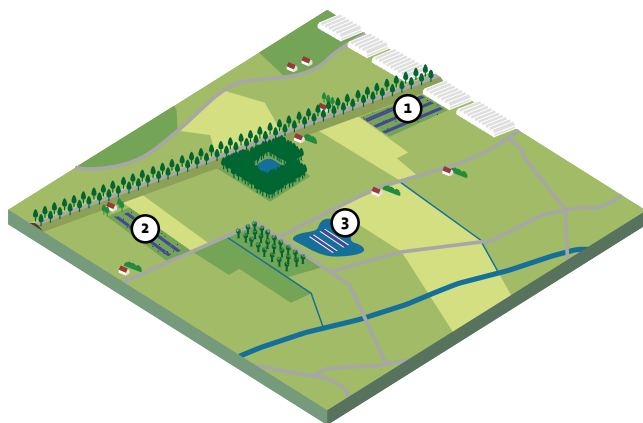
gebufferd(e) poel/wiel, gebufferde sloot, kruiden- en faunarijk grasland

Karakteristieke soorten

broedende **weidevogels** (grutto, Kievit, tureluur, scholekster), patrijs, steenuil, kleine modderkruiper, grote modderkruiper, bittervoorn

ZonneWIJzer Kommen

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnevelden

Om de zonnevelden binnen dit landschapstype optimaal in te passen en de grootschalige openheid niet aan te tasten, is het van belang dat de opstelling zo plat en laag mogelijk ligt en een oriëntatie parallel aan de kavelrichting heeft. Bovendien dienen de zonnevelden kleinschalig te zijn en/of te worden gekoppeld aan bestaande ruimtelijke elementen. Belangrijk is dat de herkenbaarheid van het landschapstype behouden blijft en er geen aaneenschakeling van zonnevelden ontstaat. Het landschappelijk inpassen kan op een aantal manieren:

1. Zonneveld koppelen aan glastuinbouw (bijvoorbeeld in de Bommelerwaard): zonneveld ter grootte van een kavel nabij een glastuinbouw-

bedrijf, open en vlak in het landschap, waarbij de omranding van het veld tevens de basis kan zijn voor een robuust raamwerk voor het glastuinbouwcomplex. De ligging van dit type zonneveld is tevens interessant gezien de energiebehoefte voor de kassen.

2. Zonneveld koppelen aan een erf op de overgang naar de oeverwallen: zonneveld ter grootte van een kavel koppelen aan een erf langs de randen van de kommen, open en vlak in het landschap; niet in het open midden deel van de kommen.
3. De aanwezigheid van een drijvend zonneveld op een grote diepe plas in de kommen heeft een zeer beperkte impact op de beleving van de karakteristieken van dit landschapstype. De panelen vallen minder op door de lage ligging en de kleur (en vaak ook door de relatief grote afstand tot de waarnemer). Belangrijk is dat de totale opstelling zo plat mogelijk ligt en zo dicht mogelijk op het water. Zie ook de algemene informatie over zonnevelden op water.

Omdat opgaande elementen de openheid van het landschap verstoren en tevens een negatief effect hebben op weidevogels kan afscherming van zonnevelden in de kommen alleen met (brede) watergangen (eventueel gecombineerd met verdiept liggende hekwerken). Hiermee kunnen tevens lijnvormige structuren van natuurvriendelijke

oevers worden gecreëerd. Door de zonnevelden aan bestaande (opgaande) elementen te koppelen, liggen ze ook binnen de 'verstoringafstand' van weidevogels. Broedende weidevogels houden een afstand aan tot erven / opgaande beplanting van 200 meter (tot maximaal 400 meter, afhankelijk van de soort). Als een zonneveld binnen die zones worden aangelegd, treden er mogelijk geen of minder nadelige effecten op (maar dit is niet aangetoond!). Voor het landschappelijk inpassen is het tevens van belang dat het zonneveld niet breder is dan het voorliggende erf of het bijbehorende glastuinbouwcomplex en ontsloten wordt via het erf of complex zodat er geen extra toegangsweg vanaf het lint komt.

Meekoppelkansen

Gekoppeld aan glastuinbouw:

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- combinatie met waterberging, eventueel ten behoeve van gietwater glastuinbouw

Gekoppeld aan erven:

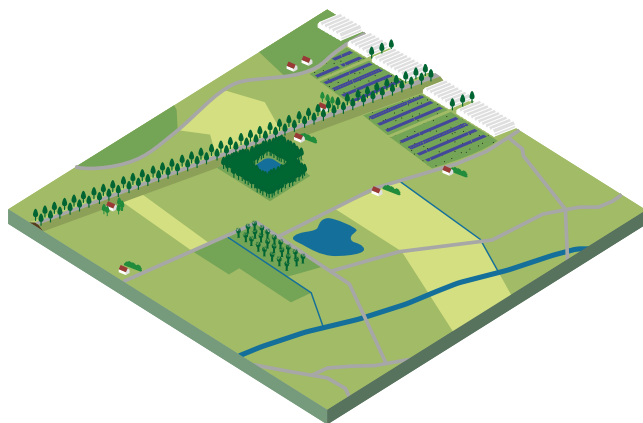
- productie van biomassa van lage gewassen, zoals gras

Drijvend zonneveld:

- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken, zoals waterrecreatie

ZonneWIJzer Kommen

Landschappelijke bouwstenen (2)



Grootschalig zonneveld

De kommen bevatten in bepaalde delen van het Rivierenland grootschalige glastuinbouwcomplexen. Nabij deze plekken is het ook mogelijk om in plaats van kleinschalige zonnevelden een grootschalig zonneveld aan te leggen. Voor goede inpassing in het landschap kan de maat van de oorspronkelijke kavels teruggehaald worden in het ontwerp van de zonnevelden, bijvoorbeeld door het behouden van greppels en sloten. Voor de afscherming, hoogte van de opstelling en beveiliging gelden dezelfde uitgangspunten als voor kleinschalige zonnevelden. Bij grotere velden is er meer kans om ecologische meerwaarde te creëren, doordat de

opbrengsten relatief groter zijn. Maar een belangrijk aandachtspunt bij deze bouwsteen is wel dat de komst van het zonneveld ten koste kan gaan van het broedareaal van weidevogels.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- recreatief medegebruik door versterking en/of toevoeging van wandel- en fietsnetwerk
- combinatie met waterberging, eventueel ten behoeve van gietwater glastuinbouw
- creëren van robuust raamwerk voor glastuinbouw

ZonneWIJzer Kommen

Ecologische principes

Voor de kommen gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

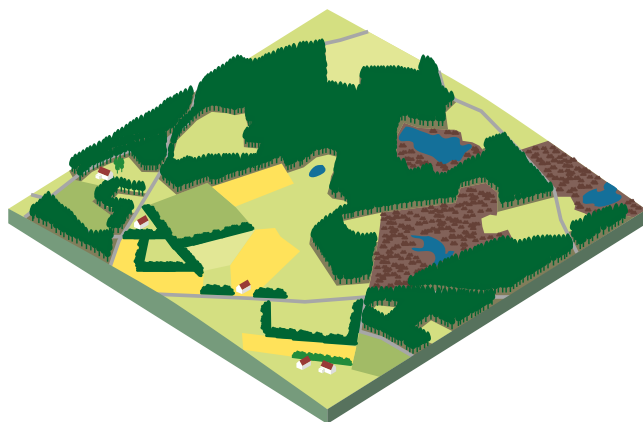
- Creëren van sloten met natuurvriendelijke oevers (met flauwe taluds, vooral aan de noordzijde: minimaal 1:3 maar liever flauwer).
- De watergangen kunnen ook onderdeel zijn van een ecologische verbindingszone met poelen en bloemrijke graslanden erlangs.

ZonneWIJzer Rivierduinen



ZonneWIJzer Rivierduinen

Beschrijving landschapstype



Het landschap van de rivierduinen is tijdens de laatste ijstijd ontstaan toen de rivieren nog vaak hun loop verlegden. Het zand in de toen nog brede en droogliggende rivierbeddingen werd door de wind verplaatst en verderop door begroeiing vastgehouden. Hier ontstonden hoge zandruggen, die vooral nabij Wijchen nog goed zichtbaar zijn. Dit landschapstype is kleinschalig en afwisselend met een onregelmatige structuur. Grillige wegen lopen langs open essen en besloten bosjes en houtwallen. Vooral ten oosten van Wijchen liggen veel heidevelden met vennen te midden van bossen (Hatertse en Overasseltse Vennen).

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig halfopen landschap
- onregelmatige kavelstructuur met plaatselijk grillige wegen
- afwisseling van bos, open essen, akkers, grasland, heidevelden en vennen
- plaatselijk grillige wegen, verspreid concentraties van bebouwing in dorpen en buurtschappen
- relatief hoge ruggen in het landschap met micro-reliëf
- opgaande beplanting van bos, erfbeplanting, houtwallen en -singels rond kavels en wegen, soms bomenrijen

Karakteristieke leefgebieden

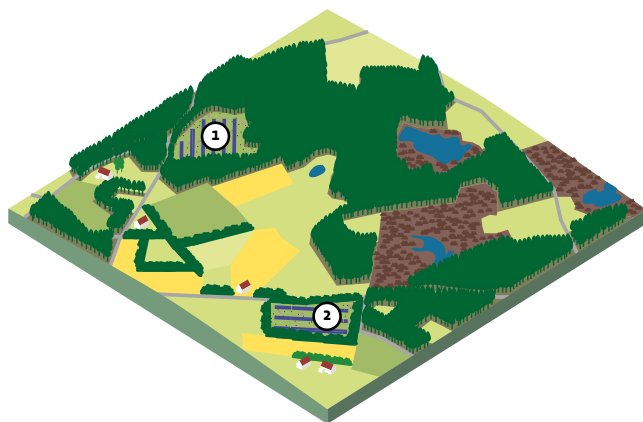
zoete plas, zwakgebufferd ven, zuur ven, kruiden- en faunarijk grasland, vochtig hooiland, kruiden- en faunarijke akker, vochtige heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), dennen- eiken- en beukenbos

Karakteristieke soorten

vogels van kleinschalig cultuurlandschap (patrijs, steenuil, geelgors, kneu), das, heikikker, kamsalamander, knoflookpad, poelkikker, rugstreeppad, levendbarende hagedis, zandhagedis

ZonneWIJzer Rivierduinen

Landschappelijke bouwstenen



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De karakteristieke afwisseling van akkers, weiden, heidevelden met vennen en bos kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in bestaande of nieuwe kamers toe te voegen. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat. De afwisseling tussen open velden en besloten kamers dient behouden te blijven. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande kamer: zonneveld plaatsen op een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.

2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte ontwikkelen door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en houtwallen.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans verdwenen landschapselementen terug te halen en de kleinschaligheid van het landschap te versterken. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en hoogte. De [afscherming](#), zoals hekwerken ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

Meekoppelkansen

Nieuwe besloten kamer creëren:

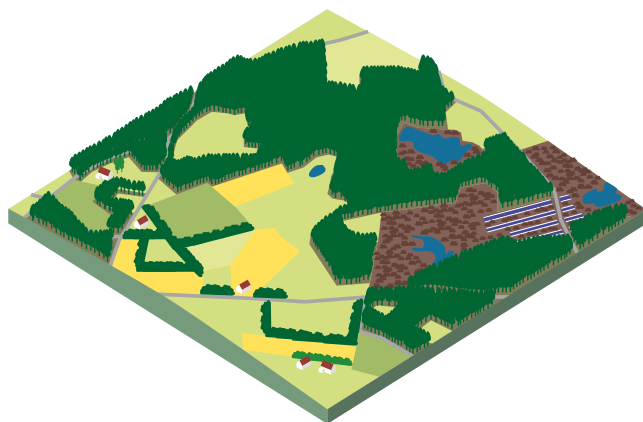
- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellingen
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging](#)

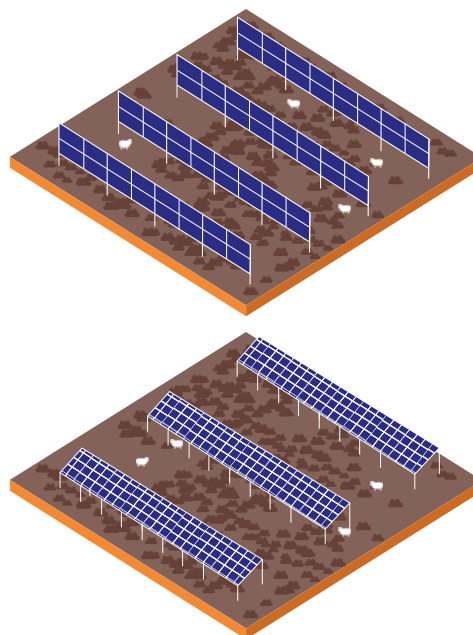
ZonneWIJzer Rivierduinen

Landschappelijke bouwstenen (2)



Heideontwikkeling door (tijdelijk) zonneveld

Kleinschalige heideontwikkeling biedt kansen om het historisch landschap zichtbaar en leesbaar te maken en bij te dragen aan natuurontwikkeling. Zonnevelden kunnen hiervoor mogelijk een aanjager zijn. Een [verticale opstelling](#) is hier naar verwachting het meest optimaal voor de heideontwikkeling, door de beperkte schaduwwerking. Een [zuidopstelling](#) zou waarschijnlijk ook kunnen en is het meest optimaal voor de [energieopbrengst](#), maar zorgt wel voor meer schaduw op de ondergrond. Voordeel is dat schapen (die vergrassing tegengaan) onder de opstelling kunnen schuilen en er geen ander bouwwerk als schuilmogelijkheid nodig is. Het zonneveld is tijdelijk, omdat een hoge opstelling in het open heidelandschap landschappelijk (en voor de uiteindelijke heidegroei) niet wenselijk is.



Principes heideontwikkeling

ZonneWIJzer Rivierduinen

Ecologische principes

Voor de rivierduinen gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Aanleggen van hagen (eenstijlige meidoorn), struwelen (eenstijlige meidoorn, sleedoorn), lanen, houtwallen, bossen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden, vochtige hooilanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van ondiepe poelen/vennen die niet in de schaduw liggen en niet in verbinding staan met water in de omgeving om te voorkomen dat vissen zich vestigen (wat nadelig is voor de bijzondere amfibieën die in dit landschap voorkomen). Dit kan bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld. Op hogere plaatsen in het landschap ontwikkelen zich zure vennen, op lagere plaatsen zwakgebufferde vennen en zoete plassen. Ontwikkel de vennen in combinatie met heiden en de zoete plassen in combinatie met kruiden- en faunarijke graslanden, vochtige hooilanden, kruiden- en faunarijke akkers en/of open zanderige delen (voor knoflookpad en rugstreeppad). Struwelen en bosjes zijn ook belangrijk maar dienen minimaal 30 meter van de vennen of poelen te liggen.
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën moeten deze verbindingzones minimaal 15 meter breed zijn. Ze worden bij voorkeur gesitueerd langs water(gang)en met natuurvriendelijke oevers, gecombineerd met lijnvormige opgaande structuren (minimaal 3 meter breed) van struweel/struiken, heggen of houtwallen met voldoende schuilmogelijkheden. In de verbindingzones dienen om de maximaal 400 meter grotere oppervlaktes natuur (zogenaamde 'stapstenen') te liggen met poelen van bij voorkeur 400-1000 m².

ZonneWijzers Veluwe



Ontstaansgeschiedenis

De Veluwe is een relatief **hoog gelegen, uitgestrekt, licht golvend zandgebied**. De Veluwse stuwwal ontstond tijdens de voorlaatste ijstijd. De dekzanden die hierop gelegen zijn, ontstonden door windafzettingen in de laatste ijstijd. Toen vormde de stroming van de Rijn ook de steilrand aan de zuidelijke rand van de Veluwe. De inrichting van het huidige landschap is voornamelijk ontstaan in de Vroege Middeleeuwen toen boeren door het toepassen van **bemesting** en het braak laten liggen van gronden langer op dezelfde plek konden blijven. Langs de randen van de Veluwe, op de overgang van hogere en lagere gronden, ontstond een grote kring van dorpen en stadjes. Daar kwamen essencomplexen tot ontwikkeling: akkers, weilanden en hooilanden met bossen die later veranderden in heidevelden en zandverstuivingen. In de Late Middeleeuwen bouwde men tal van **havezaten** (versterkte huizen met militaire functie) aan de randen van de Veluwe. Dorpen groeiden uit tot handelscentra. Mede hierdoor ontstond een kapitaalkrachtige bovenlaag in de samenleving en bouwde men veel **landgoederen en buitenplaatsen**, waarvan vele nu nog zichtbaar zijn. Andere nu nog zichtbare cultuurhistorische (archeologische) elementen bevinden zich in deze streek in de vorm van grafheuvels, celtic fields, ringwalburchten en aardkundige glaciële relictten.

In de negentiende en twintigste eeuw had

de komst van kunstmest een grote impact op het landschap. De uitgestrekte heidevelden verloren hun betekenis voor het boerenbedrijf en werden omgezet in landbouwgrond en bos. Het bos ging niet alleen **zandverstuivingen** tegen, maar leverde ook hout dat voor de mijnbouw kon worden gebruikt. Op de grootste nog actieve zandverstuiving staat Radio Kootwijk als (cultuurhistorisch) icoon. De heidevelden die over zijn gebleven worden nu beheersmatig in stand gehouden, voor de bescherming van natuurwaarden en voor gebruik als **militair oefenterrein**. Er zijn meerdere (voormalige) kazernecomplexen op de Veluwe aanwezig die nu deels een andere functie hebben gekregen, bijvoorbeeld als instelling, gemeenschapshuis of als conferentieoord. Ook zijn er veel **vakantieparken** gekomen op de Veluwe. De essen van het oorspronkelijke landbouwsysteem werden omgezet in grasland of gebruikt om mais te verbouwen.

Door de Veluwe loopt een groot aantal **beken** die vaak benut werden om watermolens aan te drijven (waterkracht als energiebron). Hierbij maakte men **stelsels van sprengen** (halfnatuurlijke beken), sprengkoppen, opgeleide beekgedeelten en vijvers. De sprengen zijn aan de randen van de Veluwe te vinden. Benedenstrooms behoren ook moerasachtige vlaktes tot het natuurlijk systeem. Langs de randen heeft de Veluwe een sterk reliëf en hier is vaak een duidelijk contrast aanwezig met de lager gelegen aanliggende streken. Op deze randen

bevinden zich (restanten van) landgoederen.

Verstedelijking vindt voornamelijk plaats op de zomen/randten van de Veluwe. Van oudsher is de Veluwe onderdeel van een aantal **bovenregionale verbindingen**. Waar dat vroeger de zogenaamde hesse- en koningswegen waren, wordt de streek tegenwoordig doorsneden door vier snelwegen: A1, A12, A28 en A50. Ecoducten maken robuuste ecologische verbindingen mogelijk en maken de barrièrewerking van rijkswegen minder.

De Veluwe is uiterst bekend en **hoog gewaardeerd als natuurgebied** en van grote betekenis voor recreatie en toerisme. Al reeds voor de Tweede Wereldoorlog was het een **populair vakantieoord** en dat is het tot op de dag van vandaag.

Veluwe

Ecologische waarde

Niet alleen binnen Gelderland maar ook binnen Nederland is de Veluwe uniek door het grote aaneengesloten oppervlak van droge bossen, droge en natte heidevelden en stuifzanden. Voor veel plant- en diersoorten die afhankelijk zijn van dit soort natuurtypen is de Veluwe het belangrijkste leefgebied in Nederland. De ecologische waarde van het gebied is hoog. Karakteristieke bossen zijn eiken-berkenbos (loofbos) en kussentjesmos-dennenbos (naaldbos), met ecologisch zeer waardevolle zoom- en mantelvegetaties en droge braam- en doornstruwelen. In de heiden komen plaatselijk natte of droge heischrale graslanden, jeneverbosstruwelen, vennen en restanten hoogveen voor. Ook in de stuifzandgebieden komen jeneverbosstruwelen voor. Het Kootwijkerzand is één van de grootste actieve stuifzandgebieden van Europa. De agrarische enclaves op de Veluwe - omsloten door de bossen en heidevelden - zijn ecologisch gezien minder waardevol, doordat het agrarisch grondgebruik er vaak intensief is. Aanwezige houtwallen en bosjes tussen de agrarische percelen zijn wel waardevolle elementen en structuren. Langs de randen van het Veluwemassief ontspringen (sprengen) beken. Hier komen beekvegetaties voor en zeer lokaal bronbossen. Het grondgebruik is overwegend agrarisch. Ecologisch waardevol zijn vooral kruidenrijke akkers en bloemrijke graslanden, evenals lanen, houtwallen en kleine bosjes.

Landschapstypen



Bossen



Heidevelden



Stuifzanden



Agrarische enclaves



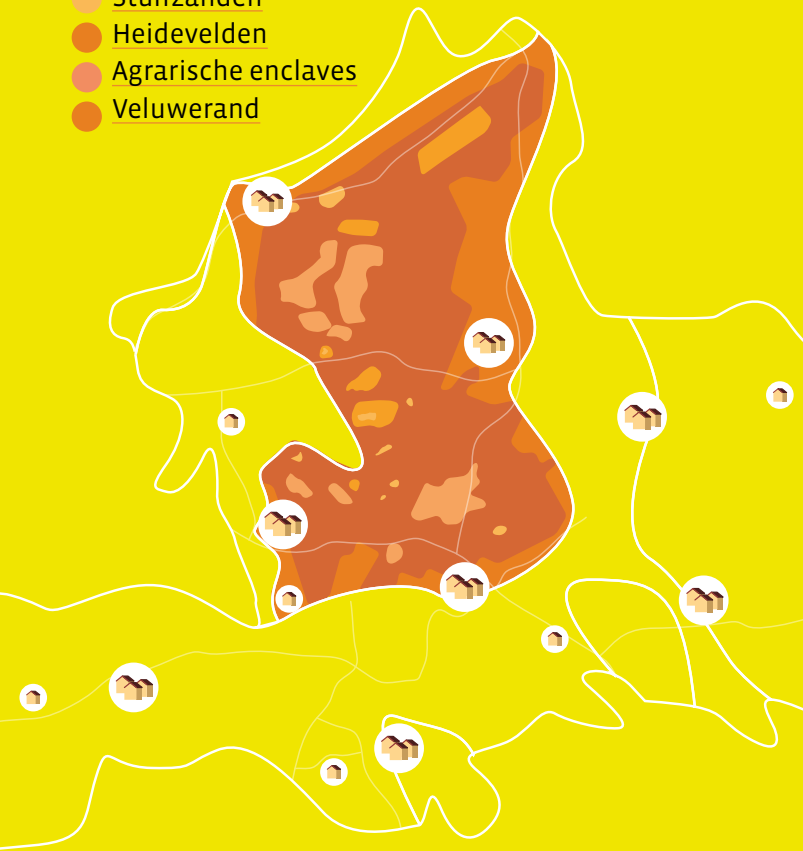
Veluwerand

Ligging landschapstypen

De landschapstypen van de Veluwe liggen grotendeels als een mozaïek over de streek. **Bossen**, **heidevelden**, **stuifzanden** en **agrarische enclaves** liggen verspreid over de hele Veluwe. De agrarische enclaves liggen middenin de andere landschapstypen. Het landschapstype **Veluwerand** bevindt

zich vooral als overgangslandschap aan de noord- en oostzijde van de Veluwe, op de overgang naar de aanliggende streken. Een deel van de zuidkant valt ook onder dit landschapstype. De overige randen van de Veluwe (vooral de grens met de Gelderse Vallei) zijn meer abrupt.

- Bossen
- Stuifzanden
- Heidevelden
- Agrarische enclaves
- Veluwerand

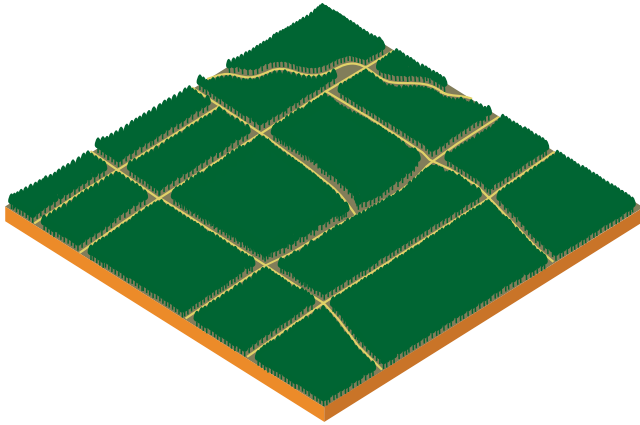


ZonneWijzer Bossen



ZonneWIJzer Bossen

Beschrijving landschapstype



De bossen van de Veluwe worden gekenmerkt door een grote mate van beslotenheid. Ze worden doorsneden door een vaak rechtlijnige en soms kronkelige padenstructuur. In dit landschapstype bevinden zich cultuurhistorische elementen, zoals grafheuvels.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grootschalig besloten gebied
- grote bosvlakken doorsneden door (vaak rechtlijnige) paden
- opgaande beplanting: bos met daarin relictten van oud bos

Karakteristieke leefgebieden

zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, kussentjesmos-dennenbos

Karakteristieke soorten

boomarter, das, dwergmuis, edelhert, eekhoorn, franjestaart, gewone dwergvleermuis, gewone grootoorvleermuis, wild zwijn, bonte vliegenvanger, buizerd, draaihals, geelgors, grasmus, grauwe klauwier, groene specht, havik, kerkuil, klapekster, kneu, goudvink, nachtzwaluw, patrijs, putter, raaf, roodborsttapuit, steenuil, torenvalk, wespendif, zanglijster, zwarte specht, gladde slang, hazelworm, ringslang, heikikker, kamsalamander, behaarde bosmier, kale bosmier, zwartrugbosmier, vliegend hert, boskrekkel, bruine winterjuffer, bosdroogbloem

GEEN BOUWSTENEN VOOR EEN GOEDE INPASSING

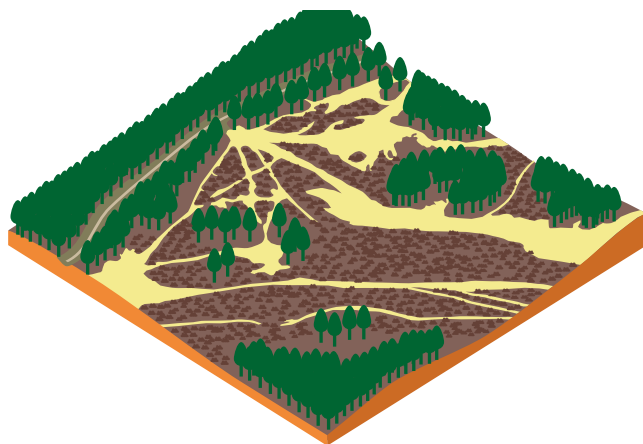
- De gebiedsspecifieke landschappelijke en ecologische kwaliteiten kunnen niet behouden blijven of versterkt worden door middel van zonnevelden.
- Het is niet logisch bos te kappen ten behoeve van de opwekking van zonne-energie omdat bomen bijdragen aan CO₂-reductie.
- Vooral voor kleine zonnevelden moet relatief veel extra ruimte worden gecreëerd in verband met de schaduwwerking van het omringende bos.

ZonneWIJzer Heidevelden



ZonneWIJzer Heidevelden

Beschrijving landschapstype



De heidevelden zijn grootschalig open gebieden temidden van bos en zandverstuivingen. De vaak uitgestrekte velden worden doorsneden door een (zand)padenstructuur. Dit landschapstype ligt doorgaans in natuurgebied en wordt vaak beweid door schapen om de heide in stand te houden. Het landschap bestaat uit een afwisseling van droge (hoge) en vochtige (lage) heide, waarin soms vennen gelegen zijn. Het reliëf is erg karakteristiek voor dit gebied. In het microreliëf zijn aardkundige waarden te vinden, zoals glaciële relictten. Op de heidevelden is nauwelijks bebouwing aanwezig. Radio Kootwijk is daarop een iconische uitzondering.

Karakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- grootschalig open gebied
- grote velden doorsneden door (zand)paden
- veelal beschermd natuurgebied
- vaak beweid door schapen
- nauwelijks bebouwing
- microreliëf en glooiing
- hier en daar verspreid opgaande beplanting, vaak (deels) omzoomd door bos

Karakteristieke leefgebieden

zwakgebufferd ven, zuur ven, droge heide, vochtige heide, vochtig heischraal grasland, jeneverbesstruweel,

Karakteristieke soorten

edelhert, wild zwijn, boomleeuwerik, draaihals, geelgors, grauwe klauwier, klapekster, nachtzwaluw, paapje, patrijs, raaf, roodborsttapuit, tapuit, veldleeuwerik, wulp, adder, gladde slang, levendbarende hagedis, ringslang, zandhagedis, heikikker, rugstreepad, zwartrugbosmier, aardbeivlinder, bruine vuurvlinder, heideblauwtje, heivlinder, kommavlinder, gentiaanblauwtje, blauwvleugelsprinkhaan, moerassprinkhaan, veldkrekkel, zoemertje, bruine winterjuffer, beenbreek, borstelgras, bruine snavelbies, dwergviltkruid, gewone veenbies, grondster, grote wolfsklauw, heidezegge, klein warkruid, kleine schorseneer, kleine zonne-

dauw, klokjesgentiaan, kruipbrem, liggende vleugeltjesbloem, moeraswolfsklauw, noordse veenbies, ronde zonnedauw, stekelbrem, stijve ogentroost, witte snavelbies

GEEN BOUWSTENEN VOOR EEN GOEDE INPASSING

De gebiedsspecifieke landschappelijke en ecologische kwaliteiten kunnen niet behouden blijven of versterkt worden door middel van zonnevelden:

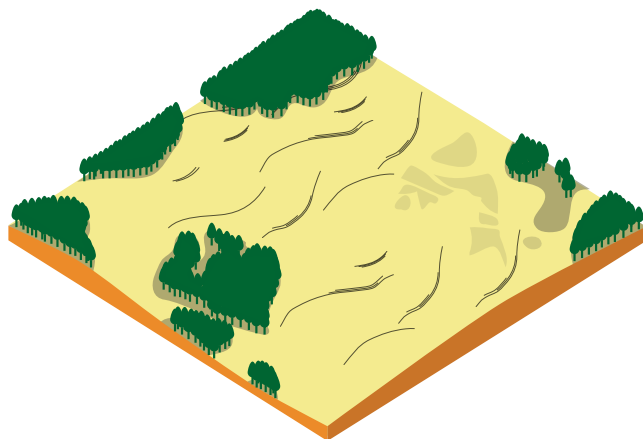
- het landschap biedt geen landschappelijke elementen voor inpassing;
- een zonneveld zal op grote afstand zichtbaar zijn.

ZonneWIJzer Stuifzanden



ZonneWIJzer Stuifzanden

Beschrijving landschapstype



De stuifzanden van de Veluwe zijn kleine tot zeer grote open gebieden te midden van bos en heidevelden. De vaak uitgestrekte zandvlakten kennen nauwelijks wegen en geen bebouwing. Dit landschapstype is meestal gelegen in beschermd natuurgebied. Het landschap heeft hier en daar opgaande beplanting, zoals jeneverbesstruwelen en vliegdennen, maar is grotendeels kaal. De stuifzanden zijn licht glooiend. Bij een nog actieve zandverstuiving is het reliëf aan verandering onderhevig.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleine tot zeer grote open gebieden
- grote zandvlakten grenzend aan heide en bos
- vaak onderdeel van een natuurgebied
- geen bebouwing en nauwelijks wegen
- microreliëf en glooiing (dynamisch landschap)
- hier en daar verspreid opgaande beplanting, vooral jeneverbesstruwelen en vliegdennen, vaak (deels) omzoomd door (dennen)bos

Karakteristieke leefgebieden

zandverstuiving, jeneverbesstruweel

Karakteristieke soorten

boomleeuwerik, duinpieper, nachtzwaluw, tapuit, rugstreeppad, heivlinder, blauwvleugelsprinkhaan

GEEN BOUWSTENEN VOOR EEN GOEDE INPASSING

De gebiedsspecifieke landschappelijke en ecologische kwaliteiten kunnen niet behouden blijven of versterkt worden door middel van zonnevelden:

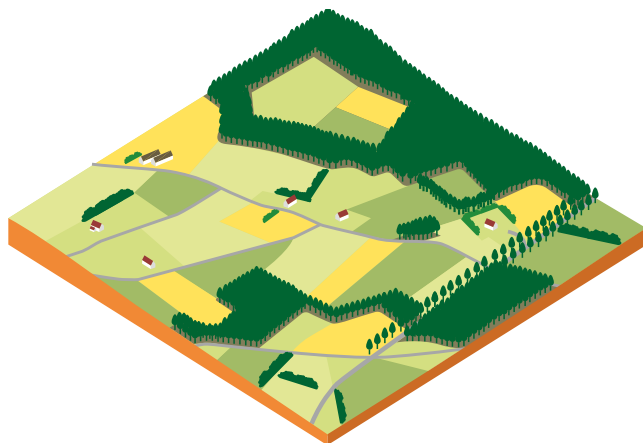
- het landschap biedt geen landschappelijke elementen voor inpassing;
- een zonneveld zal op grote afstand zichtbaar zijn.

ZonneWIJzer Agrarische enclaves



ZonneWIJzer Agrarische enclaves

Beschrijving landschapstype



De agrarische enclaves op de Veluwe zijn halfopen kleinschalige agrarische gebieden. Het historische patroon van sommige van deze enclaves is nog (vrij goed) intact gebleven, zoals bij Ouwendorp (nabij Garderen). In andere enclaves hebben ruilverkaveling en intensievere landbouwmethoden voor meer openheid en verrommeling van het landschap gezorgd (zoals bij Uddel en Elspeet). Karakteristiek voor de agrarische enclaves is het mozaïek van open landbouwgronden - akkers en weiden - doorsneden door beken. Tussen de percelen staan vaak houtwallen voor het keren van vee en/of wild. Bolle open essen zorgen voor reliëf in het landschap. Aan de essen zijn vaak (oude) boerderijen gekoppeld. Naast houtwallen zijn er ook plukjes bos en bomenrijen aanwezig. De erven en bebouwing liggen verspreid aan gekromde wegen.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig halfopen landschap
- onregelmatige blokverkaveling
- afwisseling van akkers en weiden, doorsneden door beken
- gekromde wegen met verspreid daaraan erven en andere bebouwing, boerderijen vaak op de flank van een es
- kleine hoogteverschillen door bolle essen
- opgaande beplanting tussen percelen en rond erven: houtwallen, bosjes, soms bomenrijen

Karakteristieke leefgebieden

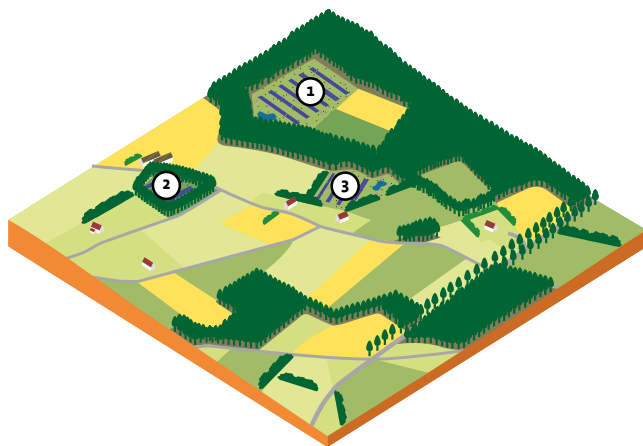
kruiden- en faunarijk grasland, kruiden- en faunarijke akker, droge heide, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, kussentjesmos-dennenbos

Karakteristieke soorten

boerenzwaluw, buizerd, geelgors, grauwe klauwier, grote lijster, groene specht, havik, kerkuil, kneu, paapje, patrijs, putter, roodborsttapuit, steenuil, torenvalk, veldleeuwerik, zanglijster, das, edelhert, laatvlieger, rosse vleermuis, kamsalamander, reptielen, vliegend hert

ZonneWIJzer Agrarische enclaves

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De afwisseling van akkers en weiden, open en besloten kamers kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in besloten of halfopen kamers toe te voegen. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat. De afwisseling tussen open velden en besloten kamers dient behouden te blijven. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande kamer: zonneveld plaatsen op een open akker en/of weide omringd door een dichte beplantingsrand.
2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte ontwik-

kelen door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en houtwallen.

3. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans verdwenen landschapselementen terug te halen en de kleinschaligheid van het landschap te versterken. Ook kan verrommeling in het landschap worden tegengegaan door het creëren van een heldere en contrastrijke structuur van kamers en open velden. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en hoogte. Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omringende hagen, zodat het zonneveld niet storend is voor de beleving van het karakteristieke landschap. De [afscherming](#), zoals hekwerken ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

Meekoppelkansen

Vullen bestaande kamer/
nieuwe besloten kamer
creëren:

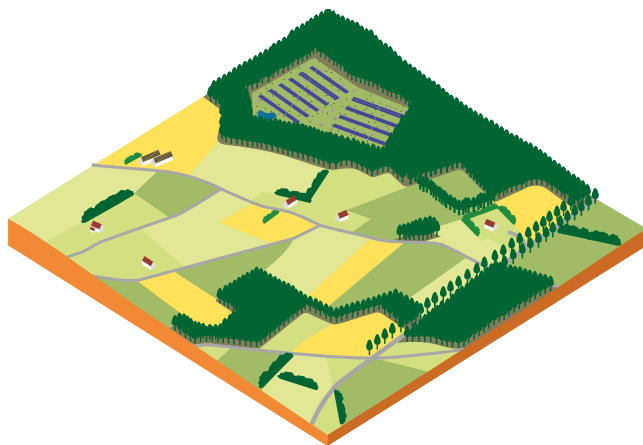
- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellingen of tussen verticale opstellingen

Nieuwe halfopen kamer
creëren:

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellingen
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken

ZonneWIJzer Agrarische enclaves

Landschappelijke bouwstenen (2)



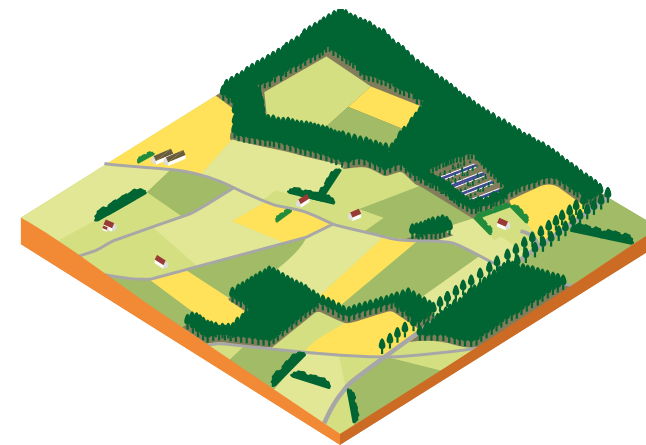
Grootschalige zonnekamer

In plaats van voor meerdere kleine zonnevelden kan ook gekozen worden voor een grotere ingreep, waarbij de maat en schaal van het landschapstype maximaal worden opgezocht. Dit zorgt ervoor dat andere delen van het gebied onaangetast blijven. Het is dan belangrijk dat de afwisseling tussen open en besloten kamers behouden blijft en het aantal grote kamers niet dominant wordt. Bij grotere locaties is er meer kans om ecologische meerwaarde te creëren, doordat de opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- [agrarisch medegebruik](#) tussen lage stellages in de halfopen delen; en tussen lage, onder middelhoge, onder hoge of tussen verticale opstellingen in de besloten delen
- [recreatief medege-](#)

- [bruik door creëren van verblijfsplekken;](#) versterken en/of toevoegen van wandel- en fietsnetwerk
- [combinatie met waterberging](#), bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken

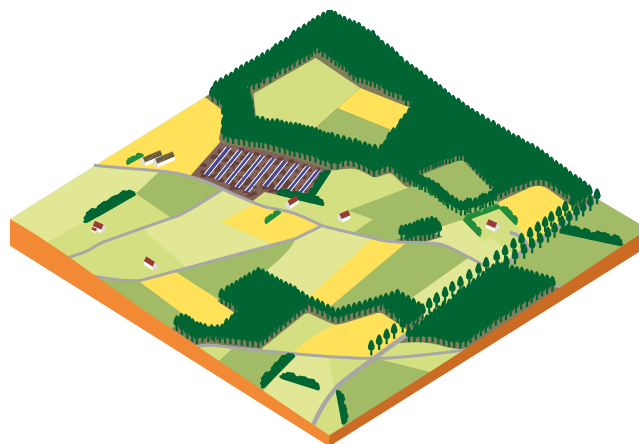
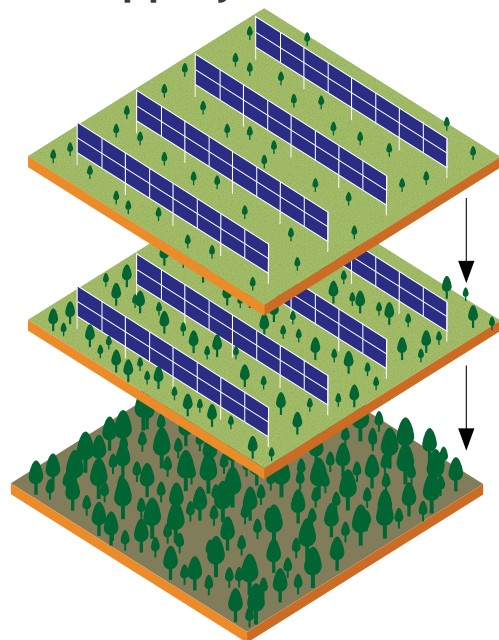


Bosontwikkeling door tijdelijk zonneveld

Kleinschalige bosontwikkeling binnen de agrarische enclave biedt kansen om het historische landschap weer zichtbaar en leesbaar te maken en afwisseling tussen open en besloten delen te versterken. Tevens draagt dit bij aan de ecologische waarde van het gebied. [Tijdelijke zonnevelden](#) kunnen mogelijk een aanjager zijn voor de bosontwikkeling. Een [verticale opstelling](#) is hiervoor het meest geschikt omdat deze een minimale schaduwwerking heeft en voldoende ruimte over laat voor de bomen om te groeien. Het zonneveld is tijdelijk, omdat bij het volwassen worden van de bomen, deze te veel schaduw op de panelen werpen. Belangrijk bij meerdere kleine initiatieven is het behoud van afwisseling tussen open velden en bos.

ZonneWIJzer Agrarische enclaves

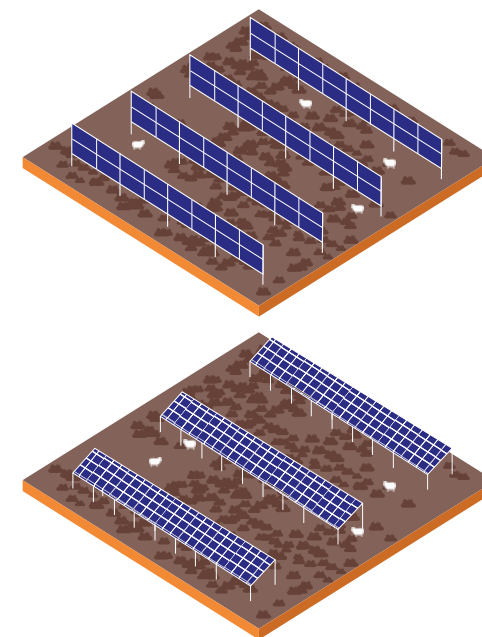
Landschappelijke bouwstenen (3)



Voordeel is dat schapen (die vergassing tegengaan) onder de opstelling kunnen schuilen en er geen ander bouwwerk als schuilmogelijkheid nodig is. Het zonneveld is tijdelijk, omdat een hoge opstelling in het open heidelandschap landschappelijk (en voor de uiteindelijke heidegroei) niet wenselijk is.

Heideontwikkeling door (tijdelijk) zonneveld

Kleinschalige heideontwikkeling biedt kansen om het historisch landschap zichtbaar en leesbaar te maken en bij te dragen aan natuurontwikkeling. Zonnevelden kunnen hiervoor mogelijk een aanjager zijn. Een [verticale opstelling](#) is hier naar verwachting het meest optimaal voor de heideontwikkeling, door de beperkte schaduwwerking. Een [zuidopstelling](#) zou waarschijnlijk ook kunnen en is het meest optimaal voor de [energieopbrengst](#), maar zorgt wel voor meer schaduw op de ondergrond.



Principes heideontwikkeling

ZonneWIJzer Agrarische enclaves

Ecologische principes

Voor de agrarische enclaves op de Veluwe gelden de volgende ecologische principes. Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Ecologische verbindingzones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën en reptielen moeten deze verbindingzones bestaan uit een strook open vegetatie met heide en/of kruidenrijke graslanden van minimaal 15 meter breed, grotendeels onbeschaduwd. Langs de noordrand van de strook ligt bij voorkeur een houtwal met voldoende schuilmogelijkheden. Tussen de houtwal en het zonneveld met heide/ bloemrijk grasland bevinden zich bij voorkeur zoom- en mantelvegetaties (respectievelijk ruigtes en struwelen/struiken). In totaal dient de verbindingzone minimaal 30 meter breed te zijn. Voor amfibieën dienen in de verbindingzones om de maximaal 400 meter grotere 'stapstenen' te liggen met poelen.

ZonneWijzer Veluwerand



ZonneWIJzer Veluwerand

Beschrijving landschapstype



De Veluwerand vormt een kleinschalig landschap met afwisseling in landgebruik en met open en besloten delen. De Veluwerand is rijk aan cultuurhistorisch erfgoed. Het landschapstype ligt op de gradiënt van het besloten en hoog gelegen boslandschap op de stuwwal van de Veluwe naar het open landschap van de aanliggende streken, zoals de Randmeerkust en het Rivierenland. Bolle landbouwgronden (essen) zorgen voor microreliëf. De ligging op de flank (in het oosten breder dan het noorden) maakt dat sprenge en beken van hoog naar laag door dit landschap stromen. De opgaande beplanting bestaat voornamelijk uit uitlopers van bossen en bosschages van de Veluwse bossen. Buurtschappen en erflinten liggen verspreid door het landschap aan bochtige wegen.

In de Veluwerand liggen verschillende (markante) landgoederen, tussen het kralensnoer van dorpjes tegen de bosrand. In het noorden is nog een kleinschalig vroegmiddeleeuws ontginningslandschap te vinden.

Kernkarakteristieken

Ruimtelijke karakteristieken

- kleinschalig halfopen landschap
- onregelmatige blokverkeveling
- akkers en weiden doorsneden door beken
- bochtige wegen met verspreid daaraan erven en bebouwing, boerderijen vaak op de flank van een es; snoer van dorpjes langs de bosrand afgewisseld met landgoederen
- gradiënt van bos naar open landschap, met daarbinnen microreliëf door bolle essen
- opgaande beplanting: uitlopers van de Veluwse, bosschages en houtwallen langs wegen en nabij erven, soms bomerijen en -lanen

Karakteristieke leefgebieden

kruiden- en faunarijk grasland, kruiden- en faunarijke akker, zoom- en mantelvegetatie en droog struweel (braam- en doornstruweel), berken-eikenbos, kussentjesmos-dennenbos

Karakteristieke soorten

das, laatvlieger, rosse vleermuis, boerenzwaluw, buizerd, geelgors, grauwe klauwier, grote lijster, groene specht, havik, keep, kerkuil, kneu, paapje, patrijs, putter, roodborsttapuit, steenuil, torenvalk, veldleeuwerik, zanglijster, beekprik (oostflank), beekdonderpad (oostflank), knoflookpad (zuidelijk deel van de oostflank), kamsalamander, hazelworm, levendbarende hagedis, vliëgend hert

ZonneWIJzer Veluwerand

Landschappelijke bouwstenen (1)



Reeks van kleinschalige zonnekamers

De afwisseling van akkers en weiden, open en besloten kamers kan behouden blijven of versterkt worden door zonnevelden in besloten of halfopen kamers toe te voegen. Belangrijk is dat bij meerdere kleine initiatieven geen aaneenschakeling van kamers met zonnevelden ontstaat. De afwisseling tussen open velden en besloten kamers dient behouden te blijven. Daarnaast is het voor de karakteristiek van de Veluwerand belangrijk dat er een gradiënt blijft bestaan van de dichte, besloten bossen van de Veluwe naar de open omliggende landschapstypen via een afnemende concentratie van dichte kamers. Het [landschappelijk inpassen](#) kan op een aantal manieren:

1. Vullen van een bestaande halfopen kamer: zonneveld plaatsen op een open akker en/of weide omringd door een halfopen beplantingsrand.
2. Nieuwe besloten kamer creëren: zonneveld binnen een nieuwe besloten ruimte ontwikkelen door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages en houtwallen.
3. Nieuwe halfopen kamer creëren: zonneveld realiseren binnen een nieuwe halfopen ruimte door het herstellen van oude en/of toevoegen van nieuwe landschappelijke structuren, zoals bosschages of bomenrijen.

Het toevoegen van nieuwe kamers biedt kans verdwenen landschapselementen terug te halen en de kleinschaligheid van het landschap te versterken. Ook kan verrommeling in het landschap worden tegengegaan door het creëren van een heldere en contrastrijke structuur van kamers en open velden. Hoge beplanting en bosschages rondom bestaande en nieuwe kamers zorgen ervoor dat het zonneveld niet zichtbaar is vanuit het omliggende landschap. Daardoor kan er gekozen worden voor een zo optimaal mogelijke [opstelling](#) qua [oriëntatie](#), type opstelling en hoogte. Bij halfopen kamers dient de opstelling niet hoger te zijn dan de omringende hagen, zodat het zonneveld

niet storend is voor de beleving van het karakteristieke landschap. De [afscherming](#), zoals hekwerken ter [beveiliging](#) van het zonneveld, kunnen worden verwerkt in de bestaande of nieuwe groene randen. Aandachtspunt bij de uitwerking is de schaduwwerking van opgaande beplanting langs de randen van het zonneveld.

Meekoppelkansen

Vullen bestaande halfopen kamer/nieuwe halfopen kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik tussen lage stellages](#)
- [productie van biomassa](#)
- [combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken en sprengen](#)

Nieuwe besloten kamer creëren:

- [agrarisch medegebruik tussen lage, onder middel-hoge, onder hoge stellages of tussen verticale opstellingen](#)

ZonneWIJzer Veluwerand

Landschappelijke bouwstenen (2)



Grootschalige halfopen zonnekamer

Bij een grootschalige halfopen zonnekamer (met deels transparante omlijsting) worden de maat en schaal van de Veluwerand maximaal opgezocht. De zonnevelden worden voor een deel geclusterd en overstijgen de maat van de agrarische kavels. Door de clustering kunnen andere delen van het gebied onaangetast blijven.

De clusters worden bij het landschappelijk inpassen bij voorkeur niet gekoppeld aan bestaande erven. De maat van de kleinschalige kavels kan terugkomen in het ontwerp van de zonnevelden door bestaande beplantingen, beken of sloten op kavelgrenzen te behouden of te herstellen of het toevoegen van nieuwe landschappelijke elementen.

Voor de afscherming en hoogte van de opstelling gelden dezelfde uitgangspunten als voor de kleinschalige zonneakkers. Bij grotere locaties is er meer kans voor het creëren van ecologische meerwaarde, doordat de financiële opbrengsten relatief groter zijn.

Meekoppelkansen

- agrarisch medegebruik tussen lage stellages
- recreatief medegebruik door creëren van verblijfsplekken; versterken en/of

- toevoegen van wandel- en fietsnetwerk
- productie van biomassa
- combinatie met waterberging, bijvoorbeeld door aan te sluiten op beken en sprengen

ZonneWIJzer Veluwerand

Ecologische principes

Voor de agrarische enclaves op de Veluwerand gelden de volgende ecologische principes.

Deze principes sluiten aan op de bouwstenen en beschrijven de wijze waarop een zonneveld kan bijdragen aan het [creëren van ecologische meerwaarde](#).

- Aanleggen van hagen, struwelen, lanen, houtwallen en bosjes langs de randen van het zonneveld.
- Ontwikkelen van heiden, kruiden- en faunarijke graslanden of kruiden- en faunarijke akkers.
- Creëren van natuurlijke overgangen tussen bosjes/houtwallen en de (zonne)weides en -akkers door middel van zoom- en mantelvegetaties (ruigtes en struwelen). Ruigtes en struwelen kunnen ook worden ontwikkeld in overhoeken.
- Aanleggen van poelen (voortplantingswateren) met een oppervlakte van bij voorkeur 400-1000 m², deels in de zon en deels beschaduwd, met een diepte tot 50-150 cm. Poelen kunnen bijvoorbeeld in overhoeken / langs de randen van een zonneveld worden gerealiseerd. Zorg voor flauwe taluds zodat oever- en watervegetatie zich goed kan ontwikkelen. Combineer de aanleg van poelen met kleinschalige bosjes en houtwallen, struweel en kruidenrijke graslanden nabij de poel(en), op minimaal 5 meter afstand van de poel(en).
- Geschikte plekken voor poelen zijn onder meer langs de sprengen en beken te vinden, waar vaak grondwater aan de oppervlakte komt (kwel). Hier liggen vaak ook kansen op het ontwikkelen van bijzondere kwelafhankelijke vegetaties. Het verhogen van de grondwaterstand draagt hier aan bij.
- Ecologische verbindingszones bestaan uit lijnvormige zones tussen twee leefgebieden. Voor amfibieën en reptielen moeten deze verbindingszones bestaan uit een strook open vegetatie met heide en/of kruidenrijke graslanden van minimaal 15 meter breed, grotendeels onbeschaduwd. Langs de noordrand van de strook ligt bij voorkeur een houtwal met voldoende schuilmogelijkheden. Tussen de houtwal en het zonneveld met heide/ bloemrijk grasland bevinden zich bij voorkeur zoom- en mantelvegetaties (respectievelijk ruigtes en struwelen/struiken). In totaal dient de verbindingszone minimaal 30 meter breed te zijn. Voor amfibieën dienen in de verbindingszones om de maximaal 400 meter grotere 'stapstenen' te liggen met poelen.

Aan de slag!

Hoe zien [proces en procedures](#) eruit bij het ontwikkelen van een zonneveld? En hoe ziet de [business-case](#) van een zonneveld er uit: welke aspecten zijn daarbij van belang? Hieronder wordt kort ingegaan op deze vragen die spelen als men aan de slag gaat met het ontwikkelen van een zonneveld.

Proces en procedures

De daadwerkelijke aanleg van een zonneveld is meestal snel gebeurd. Het is de weg ernaar toe die de nodige tijd vraagt. Bij de ontwikkeling moet rekening worden gehouden met verschillende voorwaarden en procedures. Daarbij speelt mee dat de ontwikkeling van een zonneveld een grote impact kan hebben op de uitstraling van een gebied en daarmee op de beleving van omwonenden.

Het is belangrijk dat er vroegtijdig overleg plaatsvindt tussen de initiatiefnemer en de gemeente en in het verlengde daarvan ook met 'de omgeving' (omwonenden en andere belanghebbenden). Bij voorkeur gebeurt dat nog voordat er sprake is van een uitgewerkt plan. Met de inwerkingtreding van de Omgevingswet (begin 2021) wordt vroegtijdige participatie zelfs een verplicht onderdeel bij nieuwe initiatieven. De ZonneWijzer kan helpen in de gesprekken en bij het (gezamenlijk) opstellen van het plan. Het is aan te bevelen hier aanvullend specialisten bij te betrekken, zoals landschapsarchitecten, ecologen en de netbeheerder. Voor de initiatiefnemer is het voordeel van de vroegtijdige afstemming dat al voor de formele procedures opgestart worden duidelijkheid ontstaat of de gemeente wil meewerken aan het initiatief. Dit kan voorkomen dat onnodig veel tijd en energie wordt besteed aan formele procedures die niet leiden tot het gewenste resultaat.

Een gemeente laat in de formele besluitvorming meewegen:

1. welke (positieve en/of negatieve) impact het plan eventueel heeft op de fysieke leefomgeving en welke kansen op maatschappelijke meerwaarde (versterking van landschap en natuur en eventuele functiecombinaties) worden benut met het plan bovenop de maatschappelijke meerwaarde van het opwekken van duurzame energie;
2. op welke wijze participatie met belanghebbenden heeft plaatsgevonden en hoe de uitkomsten daarvan zijn verwerkt in het plan.

Op basis van een initiële verkenning wordt ook duidelijk welke mogelijkheden er zijn op basis van het vigerend juridisch plan. Vaak is dit het bestemmingsplan of het nieuwe omgevingsplan dat onder de Omgevingswet verplicht wordt. Als het plan past binnen het bestemmings-/omgevingsplan, dan kan het zonneveld gerealiseerd worden (eventueel na vergunningverlening). Is dit niet het geval, dan kan gekeken worden of er in het bestemmings-/omgevingsplan mogelijkheden zijn om een omgevingsvergunning te verlenen om het zonneveld toch te realiseren.

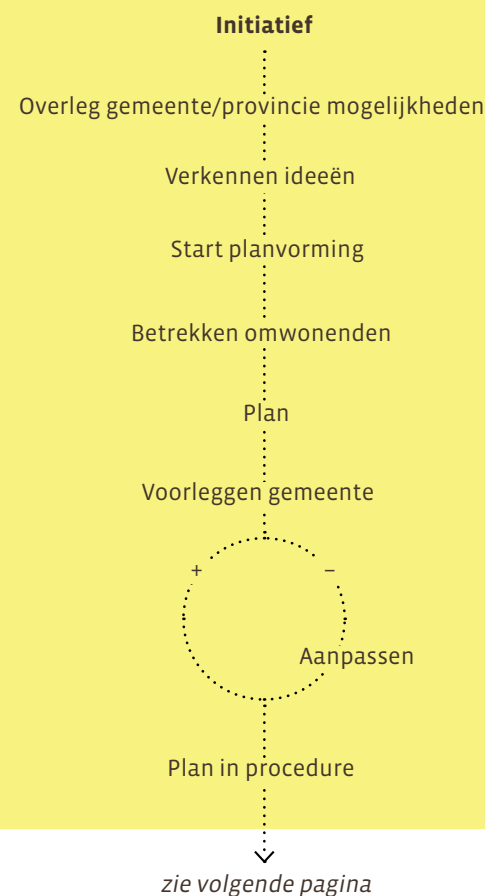
Mocht ook deze mogelijkheid er niet zijn, dan kan gekeken worden of er buiten het vigerend plan om

mogelijkheden zijn om toestemming te krijgen. Er zijn twee mogelijkheden: de kruimellijst of een ruimtelijke onderbouwing. Als het plan past binnen de omschrijvingen die zijn opgenomen in de kruimellijst, dan kan een eenvoudigere procedure gevolgd worden met een ruimtelijke motivering. Is dit niet het geval, dan moet een ruimtelijke onderbouwing gemaakt worden die een uitgebreidere procedure kent. Dat is overigens geen garantie dat altijd een zonneveld mogelijk is. Zoals ook in de ZonneWijzer beschreven staat, zijn er vaak argumenten om een ontwikkeling op een bepaalde locatie niet toe te staan.

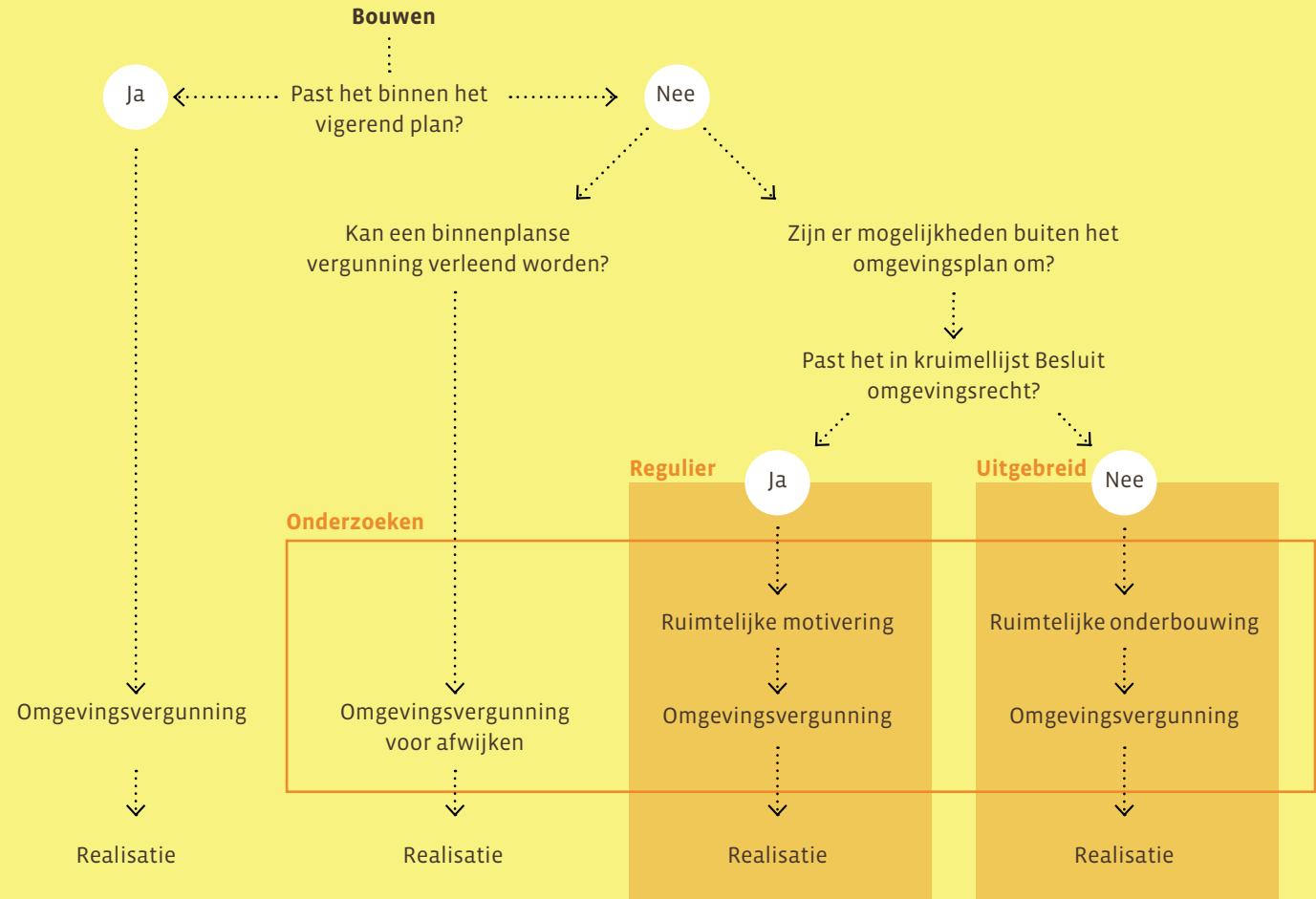
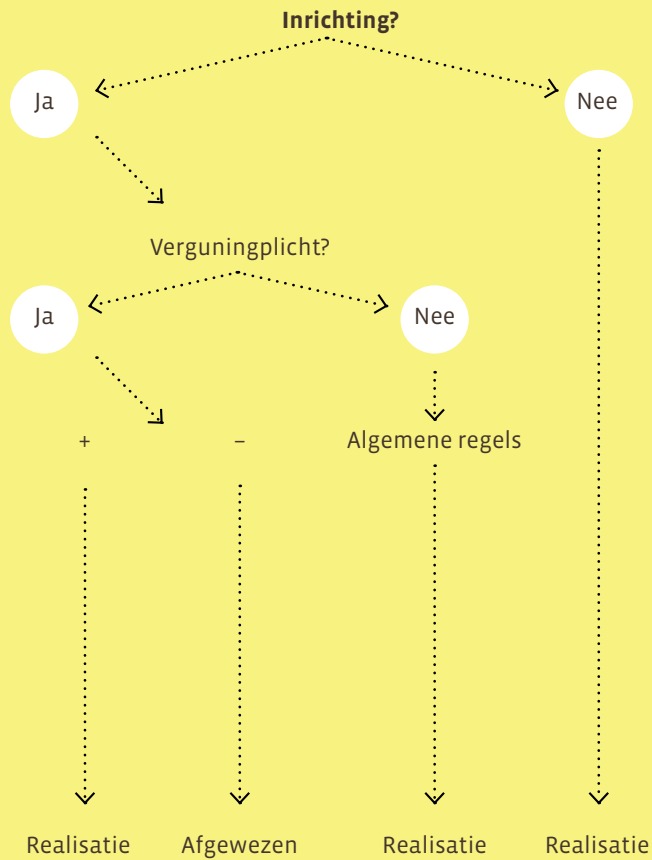
In vrijwel alle gevallen moeten eerst onderzoeken uitgevoerd worden, zoals de effecten op bestaande natuurwaarden (toetsing aan de Wet natuurbescherming), eventuele reflectie en de richtafstanden die volgen uit eventueel in de omgeving aanwezige bedrijven met een milieuzonering. Afhankelijk van de situatie kunnen nog meer onderzoeken noodzakelijk zijn. Opstellingen met een omvang vanaf 50 MW vallen meestal onder de Rijkscoördinatieregeling waardoor de procedures anders verlopen.

In het schema hiernaast en verder staan het proces en de procedures weergegeven zoals hierboven beschreven. Dit is van toepassing op zonnevelden op land. Voor zonnevelden op water gelden andere procedures. De rapportage 'Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water; Rapport 2018.73' (opgesteld door Deltares, in opdracht van STOWA) gaat hier uitgebreid op in.

PROCES



FORMELE PROCEDURES



Onderzoeken

Vrijwel altijd benodigd

- Quickscan Wet natuurbescherming
- Gevolgen reflectie
- Bedrijven en milieuzonering (richtafstanden) > gevoelige objecten binnen richtafstand? > nader (akoestisch) onderzoek
- Beschrijving overige milieuaspecten

Benodigd onder voorwaarden

- Archeologisch onderzoek: afhankelijk van ingrepen, omvang en archeologische verwachtingswaarde

Businesscase

Voor de businesscase is de [energetische opbrengst](#) van het zonnenveld van groot belang. Deze hangt nauw samen met de keuze voor de [opstellingen](#).

Inkomsten en uitgaven

Voordat de aanleg van een zonnenveld kan beginnen, wordt er eerst een businesscase opgesteld. Daarbij wordt in beeld gebracht wat de verwachte kosten en inkomsten zijn. De subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+; vanaf 2020 wordt deze regeling vervangen door de SDE++) is bedoeld om de opwekking van duurzame energie en CO₂-reducerende technieken te stimuleren. Deze subsidie is naast de verkoop van stroom de belangrijkste inkomstenbron voor de meeste ontwikkelaars. De verwachting is wel dat de bijdrage vanuit de SDE+ op termijn afneemt en dat een groter deel van de inkomsten uit de verkoop van stroom zal komen.

Voorafgaand en tijdens de exploitatie van een 'standaard' (monofunctioneel) zonnenveld moeten verschillende kosten worden gemaakt. De technische installaties en de aansluiting op het net zijn verreweg de grootste kostenposten.

Bij meervoudig ruimtegebruik neemt de elektriciteitsopbrengst meestal af doordat er minder panelen geplaatst kunnen worden. Een combinatie met een functie die ook geld oplevert - zoals landbouw, (betaalde) toegang/recreatie en evenementen en andere vormen van energieopwekking - zorgen voor aanvullende inkomsten om dit (deels of helemaal) te compenseren. Bovendien zijn er

soms extra subsidiemogelijkheden bovenop de reguliere SDE+ als een praktijktoepassing nieuw is en bijvoorbeeld lokaal veel draagvlak krijgt. Natuurontwikkeling biedt geen directe bron van inkomsten. Daarbij moet dus een afweging gemaakt worden tussen economische en ecologische/maatschappelijke winst. De kosten van meervoudig ruimtegebruik zijn nog erg casusspecifiek en de businesscases verschillend. Hierdoor is het (nog) niet mogelijk een goede vergelijking te maken tussen monofunctionele zonnenvelden en zonnenvelden met vormen van meervoudig ruimtegebruik.

Netaansluiting

De [netaansluiting](#) is altijd een grote kostenpost. De kosten voor de netinpassing zijn afhankelijk van de afstand tot het dichtstbijzijnde geschikte aansluitingspunt en de omvang van de aansluiting. De kosten voor het leggen van deze kabel zijn voor de initiatiefnemer. De afstand tot het aansluitingspunt en het type aansluiting heeft daardoor een grote invloed op de businesscase. Projecten met een aansluiting van 160kW tot 2MW worden aangesloten op het middenspanningsnet. Dit net ligt door de regio en is in het algemeen veel dichterbij dan een onderstation dat nodig is bij een zonnenveld dat groter is dan 2MW (zie voor meer informatie onder [omvormers, transformatoren en inkoopstation](#) en [netaansluiting](#)). De aansluitkosten voor velden tot 2MW zijn daarom lager dan de aansluitkosten voor grotere zonnenvelden.

Op basis van het gevraagde aansluitvermogen wordt de wijze van aansluiten bepaald. Daarbij

is het niet toegestaan een groot zonnenveld op te knippen om zo meerdere kleine delen op het middenspanningsnet aan te kunnen sluiten. Voor de initiatiefnemer is dit voordeliger, maar hierdoor worden de kosten doorgeschoven naar de netbeheer omdat deze alsnog voor een verzwaren van het net moet zorgen. De totale kosten worden bepaald door de vaste prijs voor de omvang van de netinpassing en de prijs per meter tot het aansluitingspunt. De netbeheerder stelt deze bedragen jaarlijks bij. Zie <https://www.liander.nl/tarieven2019>.

Begrippenlijst

Bi-faciale panelen: zonnepanelen die aan beide zijden zonlicht om kunnen zetten in energie.

Duurzaam: duurzaamheid heeft veel verschillende definities. Een belangrijke basis is: 'een duurzame ontwikkeling is een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder de mogelijkheden voor toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen' (Bron: Brundtland, VN-conferentie 1987). Dit kan vervolgens beschreven of gemeten worden aan de hand van allerlei verschillende concepten zoals bijvoorbeeld People, Planet, Prosperity (de drie P's).

Elektriciteitsnet: het stelsel van elektrische leidingen dat wordt gebruikt om elektriciteit te transporteren van de elektriciteitscentrales naar de eindgebruikers (consumenten en bedrijven) en tussen centrales onderling. Ook wel 'net' genoemd.

Energielandschap: een gebied met een compleet nieuw landschap waar meerdere bronnen van duurzame energie gecombineerd worden. Soms sluit dit aan op de ruimtelijke karakteristieken van het bestaande landschap, soms wordt gekozen voor een totaal afwijkende uitstraling.

Gelijkstroom: een elektrische stroom met constante stroomrichting, essentieel voor de werking van vrijwel alle elektronica. Wordt geleverd door een gelijkspanningsbron, zoals een zonnepaneel.

Inkoopstation: meetapparaat voor onder andere de opgewekte hoeveelheid energie van een zonnenveld.

Inrichting: een bedrijf dat effect heeft op het milieu en dat daarom aan regels onderworpen moet worden die volgen uit de Wet milieubeheer (Wm). De

Wm hanteert de volgende definitie: 'door de mens bedrijfsmatig of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid, die binnen een zekere begrenzing pleegt te worden verricht'.

Joule (J): de eenheid van energie. Elektrische energie wordt meestal uitgedrukt in kWh (kilowattuur).

Kilowattuur (kWh): uitdrukking voor het vermogen dat door een apparaat gebruikt wordt in een uur.

Kruimellijst: lijst met bouwwerken waarvoor een eenvoudige vergunningsprocedure gevolgd kan worden die korter duurt.

Milieuzonering: resultaat van het werken met richtafstanden.

Omvormer: apparaat voor het omzetten van wisselstroom naar gelijkstroom of andersom.

Oost-westopstelling: een opstelling waarbij de zonnepanelen in de vorm van een puntdak opgesteld worden. Omdat er van de ene op de andere panelen rij vrijwel geen schaduwval is, kunnen de rijen dicht tegen elkaar worden gezet, waardoor er een hogere dichtheid aan panelen ontstaat. Er is variatie mogelijk qua hoogte van de opstelling. De hellingshoek van de panelen is over het algemeen 10 tot 20 graden.

PV-panelen (Photo Voltaic panelen): een andere naam voor zonnepanelen, in het Nederlands ook wel 'fotovoltaïsch' genoemd. 'Photo' staat voor licht en 'voltaic' staat voor stroom.

Rendement: de verhouding tussen opbrengst en inleg.

Richtafstanden: minimale afstand tussen woningen en hinder gevende functies (zoals een veehouderij) waarbij ervan uitgegaan mag worden dat de hinder aanvaardbaar is.

SDE+ (Stimulering Duurzame Energieproductie): een subsidieregeling waarmee het ministerie van

Economische Zaken en Klimaat de ontwikkeling van een duurzame energievoorziening in Nederland stimuleert.

Transformator: apparaat voor het omzetten van wisselstroom van hoge elektrische spanning in wisselstroom met lagere spanning of andersom.

Transitielandschap: een gebied met een tijdelijk landschap en functie dat wacht op een ander (permanent) gebruik.

Verticale opstelling: een opstelling waarbij de zonnepanelen verticaal geplaatst zijn, gericht op oost en west. Deze opstelling heeft bi-faciale panelen voor het hoogste rendement. De opstelling is opgesteld in noord-zuidrichting. Er is variatie mogelijk in de hoogte van de opstelling.

Watt (W): de eenheid van vermogen (energie per tijdseenheid). Hoe meer Watt, hoe meer energie een apparaat nodig heeft om zijn werk te doen.

Wattpiek (Wp): de meeteenheid voor het vermogen van zonnecellen of zonnepanelen. Eén Wattpiek is de productie van een elektrisch vermogen van 1 Watt onder standaardomstandigheden.

Wisselstroom: een elektrische stroom met een periodiek wisselende stroomrichting. Dit is de vorm van elektriciteit (elektrische energie) zoals die via het elektriciteitsnet wordt geleverd aan huishoudens en industrie.

Zonnefolie: een flexibel materiaal bedekt met zonnecellen, licht van gewicht en meestal oprolbaar, gemaakt van dunne film.

Zuidopstelling: een opstelling waarbij de zonnepanelen (min of meer) gericht zijn op het zuiden voor het hoogste rendement. In verband met de schaduw van de panelen is er altijd enige ruimte tussen de rijen. Er is variatie mogelijk in de hellingshoek van de panelen en de hoogte van de opstelling.

Lijst van praktijkvoorbeelden

In de ZonneWijzer zijn diverse praktijkvoorbeelden genoemd van zonnevelden die een ecologische meerwaarde hebben en/of waar meervoudig ruimtegebruik is toegepast. Hieronder staat een overzicht van deze projecten, aangevuld met andere relevante en inspirerende zonnevelden.

Transitie	
Project	Locatie
Zonnepark AVRI op voormalige vuilstort	Geldermalsen
Tijdelijke zonnevelden tijdens natuurontwikkeling	Brabant
Burgerinitiatief ZonneWijde	Braakliggend terrein nabij bedrijventerrein Steenakker, Breda
Tijdelijke zonnevelden op braakliggend terrein	Bedrijventerrein in Hoeksche Waard
Zonnepark Louisegroeve op voormalige deponie	DSM, Geleen
Zonneweide op voormalige stortplaats	Crayestein, Dordrecht
Zonnepanelen op voormalige vuilstort Waalwijk	Waalwijk
Proefopstelling zonnefolie op voormalige stortplaats	Eerbeek

Ecologie	
Project	Locatie
Stichting Solarpark de Kwekerij	Hengelo
Zonnepark Ubbena	Assen
Zonnepark Gansenswoirt	Duiven
Zonnepark Midden Groningen	Midden Groningen

Multifunctioneel en energielandschappen	
Project	Locatie
Energiegoed Wells Meer	Gemeente Bergen (L)
Agrophotovoltaics - Resource Efficient Land Use (Fraunhofer ISE)	Heggelbach, Duitsland
Zonnepark Laarberg	Bedrijventerrein Laarberg, Groenlo
Windpark Nijmegen - Betuwe (Mix wind en zon)	Nijmegen
Zonnepanelen op weidegrond van schapen	Dalfser buurtschap Lenthe
Zonnepanelen boven zacht fruit	Babberich
Zonnepanelen boven parkeerplaats (gebouwde omgeving)	TT-Circuit Assen
Solar Strand, Buffalo University	Buffalo New York, Verenigde Staten

Infrastructuur	
Project	Locatie
Zonnepanelen op geluidswal A20	Terbregseplein - A20, Rotterdam
Zonnepanelen op geluidsscherm A9	A9, Ouderkerk a/d Amstel
Zonnepark knooppunt A27/A6	Restruimte knooppunt A27/A6, Almere
SolaRoad: Fietspad van zonnepanelen	Krommenie
Solar panel tunnel HSL Amsterdam - Paris	Antwerpen

Drijvend	
Project	Locatie
Drijvende zonnepanelen op depot Slufter (multifunctioneel)	Maasvlakte, Rotterdam
Drijvend zonnepark - Lingewaard	Bergerden
Drijvend zonnepark - Zwanewater	Huissen / Hemmen
Zonnepark op zee	Scheveningen
Drijvend zonnepark (artistiek)	Rijnhaven, Rotterdam
Drijvend zonnepark op zandwinplas	Tynaarlo
Drijvend zonnepark in stuwmeer	Yamakura stuwmeer, Japan

Bronnenlijst

Ten behoeve van deze publicatie zijn onderstaande bronnen gebruikt. Daarnaast zijn er gesprekken gevoerd met medewerkers van Alliander en verschillende andere specialisten uit de tafel Ruimte van het Gelders Energieakkoord en met medewerkers van de provincie Gelderland. Daarnaast zijn er verschillende praktijkvoorbeelden bekeken, onder andere de projecten die als voorbeelden genoemd zijn in deze publicatie (zie de [lijst van praktijkvoorbeelden](#)). Alle in dit document gebruikte foto's en afbeeldingen zijn in eigendom van de provincie Gelderland of één van de auteurs, tenzij hieronder anders vermeld. Voor de hieronder vermelde foto's en afbeeldingen is toestemming verkregen voor plaatsing in deze publicatie via de hieronder vermelde bronnen.

Disclaimer: de auteurs van dit document hebben hun uiterste best gedaan alle rechthebbenden van eventuele tekstfragmenten en foto's te benaderen of duidelijk de bron te vermelden. Mocht u onverhoopt toch menen de rechten te bezitten of de genoemde bron klopt niet, neem dan alstublieft contact op met de provincie Gelderland. Aan dit document 'ZonneWijzer, Gelderse gebiedsgids voor zonnevelden' kunnen geen rechten worden ontleend.

Techniek

Elementen

Beschrijving:

- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (2019). *Photovoltaics Report*. Met bijdragen van PSE Conferenes & Consulting GmbH. Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via [\[documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf\]\(#\).](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/</div><div data-bbox=)

- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO (2016). *Grondgebonden Zonneparken. Verkenning afwegingskaders rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing in Nederland*. Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/09/Grondgebonden%2520Zonneparken%2520-%2520verkenning%2520afwegingskadersmetbijlagen.pdf>.

Foto's en afbeeldingen:

- Afbeelding: Opbouw standaard zonnepaneel
Paginanummer: 9
Bron: Bewerking van: Zonnepanelen.be (z.j.). *Wat is de opbouw van een zonnepaneel?* [online afbeelding](#). Op 7 augustus verkregen via <https://www.zonnepanelenkopen.be/zonnepanelen-systeem/werking-opbouw/>.

Inpassing en inrichting

Landschappelijke inpassing en creëren van ecologische meerwaarde

Beschrijving:

- Harrison, Lloyd and Field (2016). *Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology*. NEER012.
- Klaassen, R., T. Schaub, H.J. Ottens, A. Schotman, J. Snethlage en G. Mol (2018). Literatuurstudie naar mogelijkheden voor een ecologische inrichting van zonneparken. Rijksuniversiteit Groningen RUG, Grauwe Kiekedief, Kenniscentrum Akkervogels KA en Wageningen Environmental Research, WUR. Publieksversie.
- Movares (2018). *SolarTulip valt in de prijzen bij "Energietransitie vaarwegoevers"*. Geraadpleegd op 7 augustus via <https://movares.nl/nieuws/solartulip-valt-in-de-prijzen-bij-energietransitie-vaarwegoevers/>.
- Rijkswaterstaat (2018). Brochure *Zonnepanelen en Natuur*. Initiatief van Nationaal Consortium Zon in Landschap & Landbouw, in opdracht van Rijkswaterstaat. December 2018.
- STOWA (2018). *Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water*. Rapport 2018.73.

Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-73%20Zonneparken%20oversie%20maart%202019.pdf>.

- Van der Zee, F., J. Bloem, P. Galama, L. Gollenbeek, J. van Os, A. Schotman en S. de Vries (2019). *Zonneparken natuur en landbouw*. Wageningen Environmental Research. Rapport 2945. ISSN 1566-7197.
- RCE, Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (2018). *Erfgoed en energielandschap. Onderzoek en inspiratie voor het landschap van de A73*. Uitgevoerd door Terra Incognita stedenbouw en landschapsarchitectuur in samenwerking met Rijkswaterstaat. April 2018.

Foto's en afbeeldingen:

- Foto: Grutto
Paginanummer: 18
Bron: Remy Remmerswaal (2012). Foto van een grutto op een paal. [Flickr, CC BY 2.0] via <https://www.flickr.com/photos/fotoremy/7020851093/>
- Foto: Solarpark De Kwekerij, Hengelo
Paginanummer: 21
Bron: Stichting Solarpark De Kwekerij
- Foto: Render van een zonneveld vormgegeven als hagedissen
Paginanummer: 23
Bron: Dutch Blue, Caro Agterberg

Meervoudig ruimtegebruik

Beschrijving:

- BlueTerra, Verheijden Concepten, Wing, Bureau Waardenburg (2019). *Zon op recreatiewater, studie naar de toepassing van zonne-energie op recreatiewateren*. In opdracht van Innovatie Recreatie & Ruimte. Verkregen op 7 augustus 2019 via https://blueterra.nl/wp-content/uploads/2019/04/werkboek_zon_op_water_DEF-gecomprimeerd.pdf.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (2019). *Agrophotovoltaics: High harvesting Yield in Hot Summer of 2018*. [website]. Press release #10. Geraadpleegd op 26 juli 2019 via <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2019/agrophotovoltaics-high-harvesting-yield-in-hot-summer-of-2018.html>.

- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO (2016). *Grondgebonden Zonneparken. Verkenning afwegingskaders rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing in Nederland*. Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/09/Grondgebonden%2520Zonneparken%2520-%2520verkenning%2520afwegingskadersmetbijlagen.pdf>>.
- STOWA (2018). *Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water*. Rapport 2018.73. Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-73%20Zonneparken%20versie%20maart%202019.pdf>>.

Foto's en afbeeldingen:

- Foto: Zonnepark AVRI, Geldermalsen
Paginanummer: 27
Bron: Solarfields
- Foto: Zonnepark Louisegroeve op het terrein van DSM, Geleen
Paginanummer: 27
Bron: Toestemming Geraadpleegd via NaGa Solar.
Bron: NaGa Solar
- Foto's: Testopstellingen met landbouw onder zonnepanelen, Heggelbach (Duitsland)
Paginanummer: 28
Bron: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE)
- Foto: Eindrapportage 'Zon Op Erf; Onderzoek naar de haalbaarheid van Zon Op Erf op 10 pilot-locaties in de Achterhoek'
Paginanummer: 29
Bron: Coöperatieve Achterhoekse Groene Energiemaatschappij AGEM U.A. 2019
- Foto: Zonnepanelen gecombineerd met laagstamteelt
Paginanummer: 29
Bron: Sun'Agri
- Foto: Drijvend Zonnepark Lingewaard, Bergerden
Paginanummer: 30
Bron: Provincie Gelderland
- Foto: Zonnepark Laarberg met een verdiepte ligging ten behoeve van waterberging, Groenlo
Paginanummer: 31
Bron: Greenspread
- Foto: Solar Strand, University at Buffalo: zonneveld met

ruimte voor evenementen, Buffalo (Verenigde Staten)
Paginanummer: 32
Bron: Hood Design Studio

ZonneWijzers

Ecologische beschrijvingen:

- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal, F.J. van Zadelhoff (2001). *Handboek natuurdoeltypen*. Wageningen, Expertisecentrum LNV (Rapport / Expertisecentrum LNV 2001/020). ISBN 9789075789096 - 832.
- BIJ12 (2017). *Kamsalamander. Triturus cristatus*. Kennisdocument versie 1.0. 12 juli 2017.
- BIJ12.nl (2019). *Natuur en Landschap, Natuurtypen*. Geraadpleegd juli 2019 via <<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/subsidiestelsel-natuur-en-landschap/agrarisch-natuurbeheer-anlb/kennisbank/doelsoorten/boomkikker/>>.
- BIJ12.nl (2019). *Natuur en Landschap, Subsidiestelsel Natuur en Landschap, Het ANLB, Kennisbank. 'Boomkikker'*. Geraadpleegd juli 2019 via <<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/subsidiestelsel-natuur-en-landschap/agrarisch-natuurbeheer-anlb/kennisbank/doelsoorten/boomkikker/>>.
- Harrison, Lloyd and Field (2016). *Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology*. NEER012.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2019). *Natura2000 gebieden Gelderland*. [online document]. Geraadpleegd 7 augustus 2019 via <<https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=6>>.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2019). *Zoeken naar soorten en soortgroepen*. [website] Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <<https://minez.nederlandsesoorten.nl/zoeken-naar-soort>>.
- Provincie Gelderland (2019). *Natuurbeheerplan Gelderland 2019*. Provincie Gelderland. Vastgesteld door GS, november 2018. Zaaknummer: 2018-004299.
- RAVON.nl, Reptielen Amfibieën Vissoorten Onderzoek Nederland. [website] Geraadpleegd juli 2019 via <www.ravon.nl>.

[ravon.nl](http://www.ravon.nl)>.

- Rijkswaterstaat (2018). Brochure *Zonnepanelen en Natuur*. Initiatief van Nationaal Consortium Zon in Landschap & Landbouw, in opdracht van Rijkswaterstaat. December 2018.
- Stichting RAVON (2006). *Wie is er bang voor de gladde slang? Beschermingsplan voor de gladde slang in Noord-Brabant*. Stichting RAVON in opdracht van Provincie Noord-Brabant.
- STOWA (2018). *Handreiking voor vergunningverlening drijvende zonneparken op water*. Rapport 2018.73. Geraadpleegd op 7 augustus 2019 via <<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-73%20Zonneparken%20versie%20maart%202019.pdf>>.
- TELMEE.nl, website in opdracht van de Stichting Gegevensautoriteit Natuur ontwikkeld door de Stichting VeldOnderzoek Flora en Faune [website] Geraadpleegd juli 2019 via <www.telmee.nl>.
- Van der Zee, F., J. Bloem, P. Galama, L. Gollenbeek, J. van Os, A. Schotman en S. de Vries (2019). *Zonneparken natuur en landbouw*. Wageningen Environmental Research. Rapport 2945. ISSN 1566-7197.

Overige beschrijvingen:

Stedelijk gebied

- H+N+S Landschapsarchitecten, ROM3D (2016). *Hernieuwbare energie Amersfoort. Ruimtelijk kader ter beoordeling van initiatieven voor wind- en zonne-energie*. '3. Uitwerking energie en landschap'. [online pdf] Geraadpleegd juli 2019 via <http://www.hnsland.nl/media/filer_public/10/9e/109ed847-d36c-4d9c-9380-7f2bcc80cccf/rapport_hns_rom3d_ruimtelijk_kader_amersfoort.pdf>.

Infrastructurele lijnen

- Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2018). *Ruimtelijke visie energiecorridor A35*. Uitgevoerd door Royal HaskoningDHV. Definitief - versie 4.0. November 2018.
- Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). *Zonneroute A37*. Uitgevoerd door Studio Marco Vermeulen. September 2016

Achterhoek

- AGEM (2018). *Achterhoeks koersdocument voor duurzame energie*. Versie 7, 2 mei 2018. Opgesteld door J. Harbers (AGEM), C. Huijser (gemeente Berkerlind), K. Legtenberg (gemeente Doetinchem), H. Scheffer (gemeente Aalten), R. Straalman (gemeente Berkelland), L. ter Maat (gemeente Winterswijk), E. Wentink (gemeente Doetinchem) en R. Alofs (gemeente Oude IJsselstreek).
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 34 Graafschap'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.
- Verenging Agrarisch Landschap Achterhoek (jaartal onbekend). *GLB geeft variatie in het landschap. Landschap in beeld*. [online folder] Geraadpleegd juni 2019 via <<https://www.verantwoordeveehouderij.nl/web/file?uuid=996b3578-685a-41ab-9a6d-1b02f0b9a4c5&owner=486c4a4e-2e5b-4b55-9114-677045966675>>.

Randmeerkust

- Geologie van Nederland (2019). *Zeekleilandschap*. [website] Geraadpleegd juni 2019 via <<http://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/zeekleilandschap>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 41 Eempolder en Arkemheen'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144248>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 25 IJsseldelta'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.

Gelderse Vallei

- Agrarische Natuur Vereniging Het Binnenveld (2019). *Het gebied Binnenveld*. [website] Geraadpleegd juni 2019 via <<http://www.anvhetbinnenveld.nl/>>.
- Gedeputeerde Staten van Utrecht en Gelderland (1995). *Begrenzingsplan Gelderse Vallei*. Vastgesteld 1 november 1995. Geraadpleegd juni 2019 via <<http://edepot.wur.nl/335881>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 31 Gelderse Vallei'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.

Rijk van Nijmegen & Montferland

- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 35 Montferland'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 37 Nijmegen-Groesbeek'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.

Rivierenland

- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 36 Over-Betuwe en Ooijpolder-

Millingerwaard'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.

- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 38 Nederbetuwe'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Regiobeschrijvingen provincie Gelderland*. 'Historisch Geografische Regio's nr. 40 Land van Maas en Waal'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/144251>>.
- Geologie van Nederland (2019). *Rivierlandschap*. [website] Geraadpleegd juni 2019 via <<http://www.geologievannederland.nl/landschap/landschappen/zeekleilandschap>>.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Landschappen en deellandschappen*. 'Landschap 4: Rivierengebied'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/146359>>.

Veluwe

- Provincie Gelderland (2008). *Landschapsontwikkeling Inspiratieboek voor denkers en doeners*. Dienst REW, afd. ruimtelijke ontwikkeling. Tweede druk, december 2008. S&B Druk, Oss.
- Haartsen, A. (2009). *Ontgonnen verleden. Landschappen en deellandschappen*. 'Deellandschap 4: Midden-Nederlands zandgebied'. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Juni 2009. Geraadpleegd via <<https://edepot.wur.nl/146359>>.

Foto's:

Stedelijk gebied

- Foto: Woongebieden
Paginanummer: 39
Bron: Provincie Gelderland
- Foto: Bedrijventerreinen
Paginanummer: 43
Bron: Provincie Gelderland

- Foto: Stads- en dorpsranden
Paginanummer: 47
Bron: Provincie Gelderland

Infrastructurele lijnen

- Foto: Snelweg, Spoor en Gelderse bundel
Paginanummer: 52
Bron: Provincie Gelderland

Achterhoek

- Foto: Essen- en kampenlandschap
Paginanummer: 59
Bron: Provincie Gelderland
- Foto: Landgoederenlandschap
Paginanummer: 69
Bron: Provincie Gelderland

Gelderse Vallei

- Foto: Landgoederenzone
Paginanummer: 77
Bron: Swarte Kees (2009). *Ofbyld oanbean troch swarte Kes*. [online afbeelding, https://nl.wikipedia.org/wiki/Publiek_domein] via https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Salentein_2009.JPG
- Foto: Agrarische vallei
Paginanummer: 83
Bron: HenkVD (2013). *Achternveldseweg*. [online afbeelding, CC BY-SA 3.0 NL] via https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Achternveld_Achternveldseweg_41.jpg
- Foto: Ontginningslandschap
Paginanummer: 87
Bron: ArjanH (2016). *Valleikanaal near Wageningen 02*. [online afbeelding, CC BY-SA 4.0] via https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Valleikanaal_near_Wageningen_02.jpg

Rijk van Nijmegen & Montferland

- Foto: Stuwwalbossen
Paginanummer: 103
Bron: Ivonne Calis, Myfootprints.nl (2017)
- Foto: Agrarische enclaves op de stuwwal
Paginanummer: 105
Bron: Ivonne Calis, Myfootprints.nl (2017)

- Foto: Stuwwalflanken
Paginanummer: 110
Bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (rechthebbende), Bert van der As (fotograaf). (2010). *Uitzicht op Elyzeese Dal bij Beek*. [online afbeelding, CC BY-SA 4.0] via <https://beeldbank.cultureelerfgoed.nl/alle-afbeeldingen/detail/bfc2ff24-bf5f-8fa7-c047-eccbf55e8c48/media/c01ec433-9f8a-a776-7886-bc96804e09ac?mode=detail&view=horizontal&q=20537007&rows=1&page=1>

Rivierenland

- Foto: Uiterwaarden
Paginanummer: 118
Bron: Provincie Gelderland
- Foto: Rivierduinen
Paginanummer: 132
Bron: FakirNL (2016). *Hatertse en Overasseltse Vennen*. [online afbeelding, CC BY-SA 4.0] via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hatertse_en_Overasseltse_Vennen_\(3\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hatertse_en_Overasseltse_Vennen_(3).jpg)

Veluwe

- Foto: Bossen
Paginanummer: 140
Bron: Provincie Gelderland
- Foto: Stuifzanden
Paginanummer: 144
Bron: Lyda Dik

Aan de Slag!

Businesscase

Bronnen tekst

- Liander (2019). *Tarieven 2019 voor grootzakelijke klanten*. [website] Geraadpleegd 26 juli 2019. <<https://www.liander.nl/tarieven2019>>.
- Provincie Flevoland (2017). *Zonneparken in het buitengebied van provincie Flevoland. Een economisch ruimtelijke verkenning*. Rapport oktober 2017, uitgevoerd door Wing.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederlands, RVO (2019). *Stimulering Duurzame Energieproductie*. [website] Geraadpleegd op 26 juli 2019 via <<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie>>.

Foto's en afbeeldingen

- Grafiek: Verschil in piekproductie tussen oost-west en zuidopstelling
Paginanummer: 15
Bron: Bewerking van: Provincie Flevoland (2017). *Zonneparken in het buitengebied van provincie Flevoland. Een economisch ruimtelijke verkenning*. Rapport oktober 2017, uitgevoerd door Wing. Pagina 11.

Deelnemers GEA-tafel Ruimte

Harm Post (onafhankelijk voorzitter)
Sjoerd Sibbing (provincie Gelderland, secretaris)
Renée Koning (Gelders Genootschap)
Sven Stremke (Wageningen University & Research)
Jacquo Harbers (De Achterhoekse Groene
EnergieMaatschappij)
Henri Stakenburg (provincie Gelderland)
Stef Aerts (Alliander)
Uko Post (gemeente Zutphen)
Pieter van der Ploeg (GEA)

Begeleidingscommissie provincie Gelderland

Sjoerd Sibbing (projectleider)
Lyda Dik
Elbert van der Linden
Wido Eissens
Valentijn Muit
Henri Stakenburg

