

**ZONNE-ENERGIE:
VAN LAAGSTE KOSTEN NAAR HOOGSTE WAARDE**

▶ **WIM SINKE**

TNO ENERGIETRANSITIE & UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

› **DE VERHAALLIJN**

› **TNO en zonne-energie**

› **De energietransitie en de rol van zonne-energie**

› **Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:**

› Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?

› **Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:**

› Over windenergie en zonne-energie

› Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied

› Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde

› **Voer voor verdere discussie en keuzes**

› **DE VERHAALLIJN**

› **TNO en zonne-energie**

› De energietransitie en de rol van zonne-energie

› Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:

- › Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?

› Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:

- › Over windenergie en zonne-energie

- › Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied

- › Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde

› Voer voor verdere discussie en keuzes

› TNO EN ZONNE-ENERGIE (ZONNESTROOM; PV)

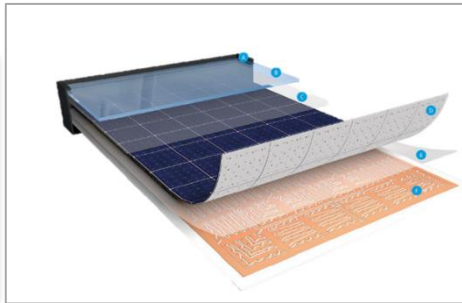
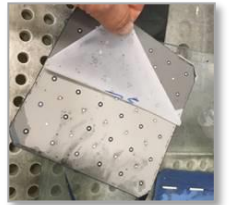
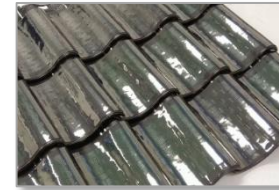
ÉÉN PROGRAMMA: 'NAAR EEN OVERVLOED AAN ZONNE-ENERGIE'

TWEE FOCUSGEBIEDEN 'PV-TECHNOLOGIEËN' EN 'INTEGRATIE EN TOEPASSINGEN'

TWEE ONDERZOEKSLOCATIES (≈90 ONDERZOEKERS): PETTEN EN EINDHOVEN



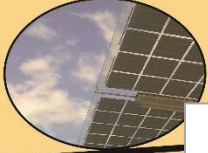
ONS ONDERZOEK



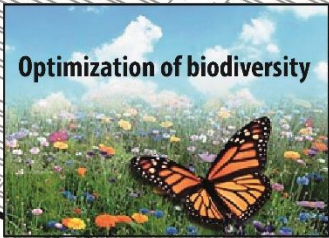
SolarEcoPlus

Pilot Eco-positive solar parks: bifacial PV system designs enabling eco-positive solar parks and accelerating the energy transition

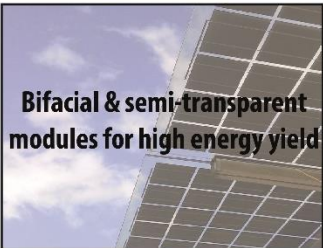
Bifacial & semi-transparent modules for high energy yield



Eco-positive solar parks: Economically feasible park designs leading to higher energy yield



3: South



4: East-west



(PERC, TOPCON and HJT) on 10 000 m2 as part of commercial solar power plant



ZON
op gebouwen



ZON
op infra

Nationale Consortia



ZON
in landschap

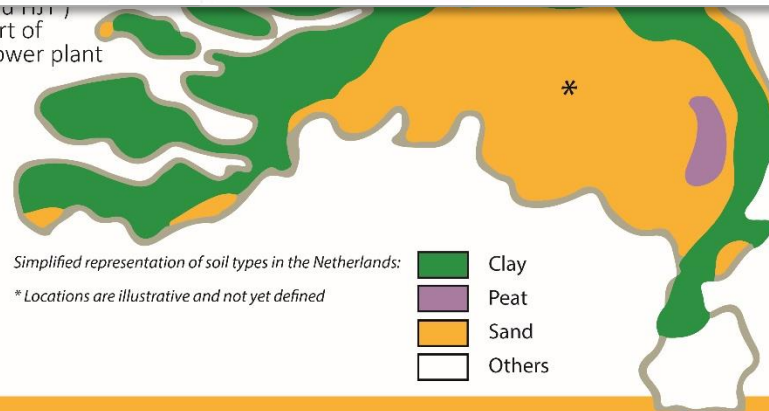
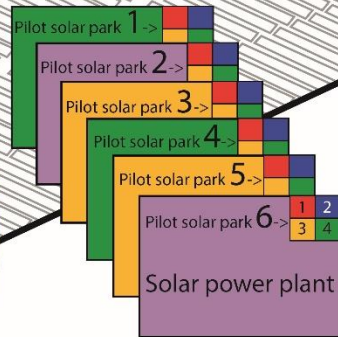


ZON
op water

ZON
in landschap

oude solarcentury

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Result: Future guidelines for eco-positive solar parks

- ✓ Quantification of ecological impact
- ✓ Field data for bankability of bifacial systems
- ✓ Design guidelines for eco-positive solar parks with optimal economic return
- ✓ Three model designs for solar parks on peat, clay and sand soil types

› **DE VERHAALLIJN**

› TNO en zonne-energie

› **De energietransitie en de rol van zonne-energie**

› Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:

› Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?

› **Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:**

› Over windenergie en zonne-energie

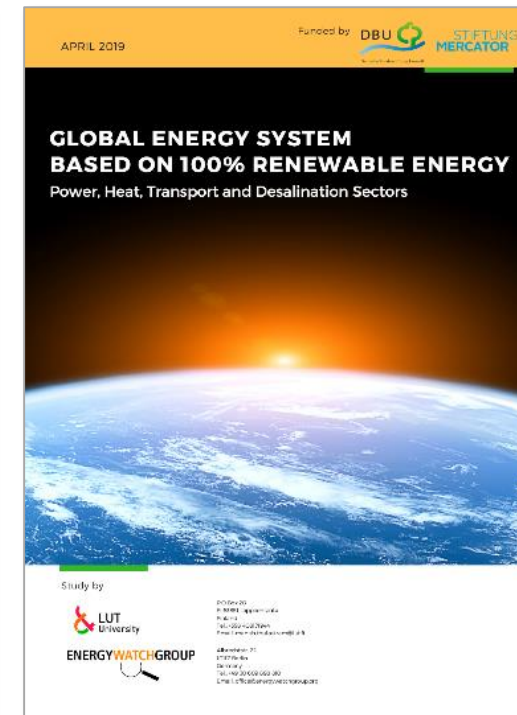
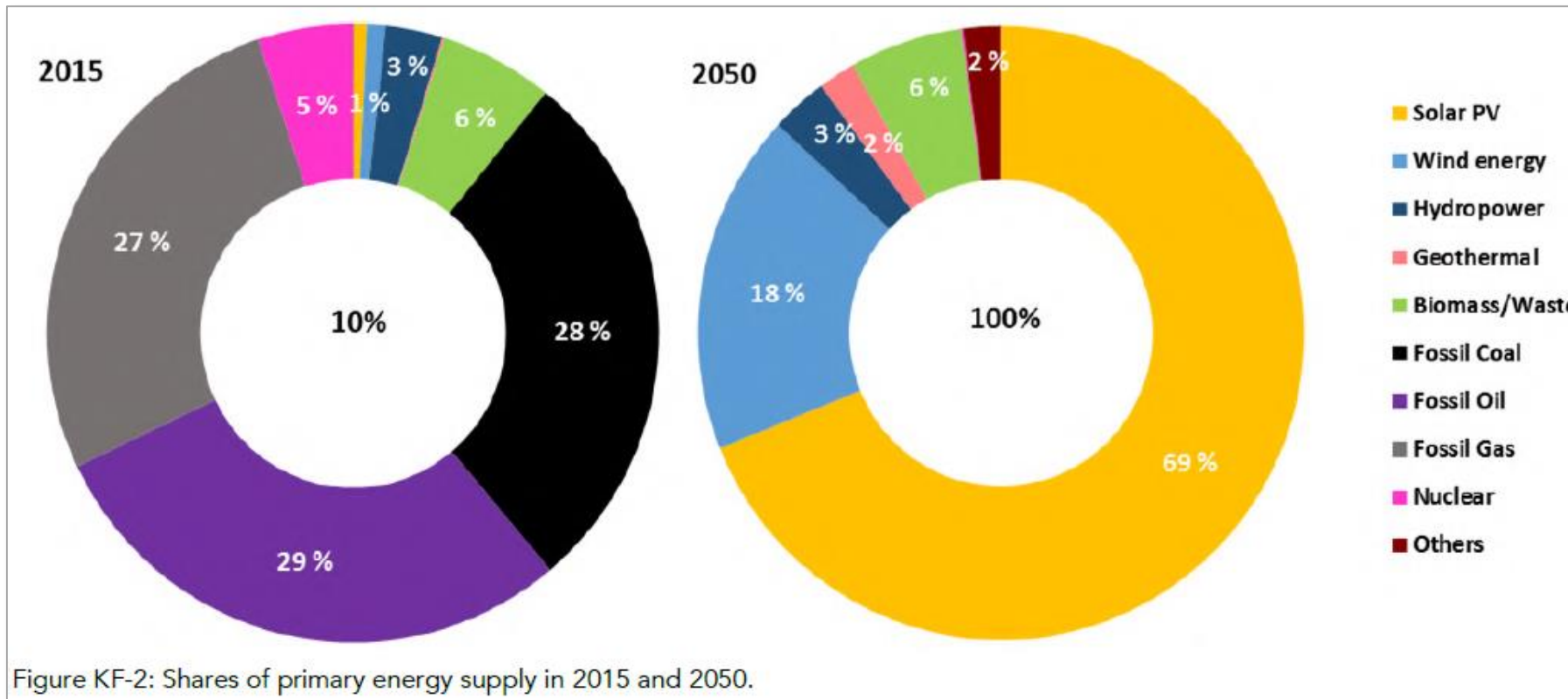
› Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied

› Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde

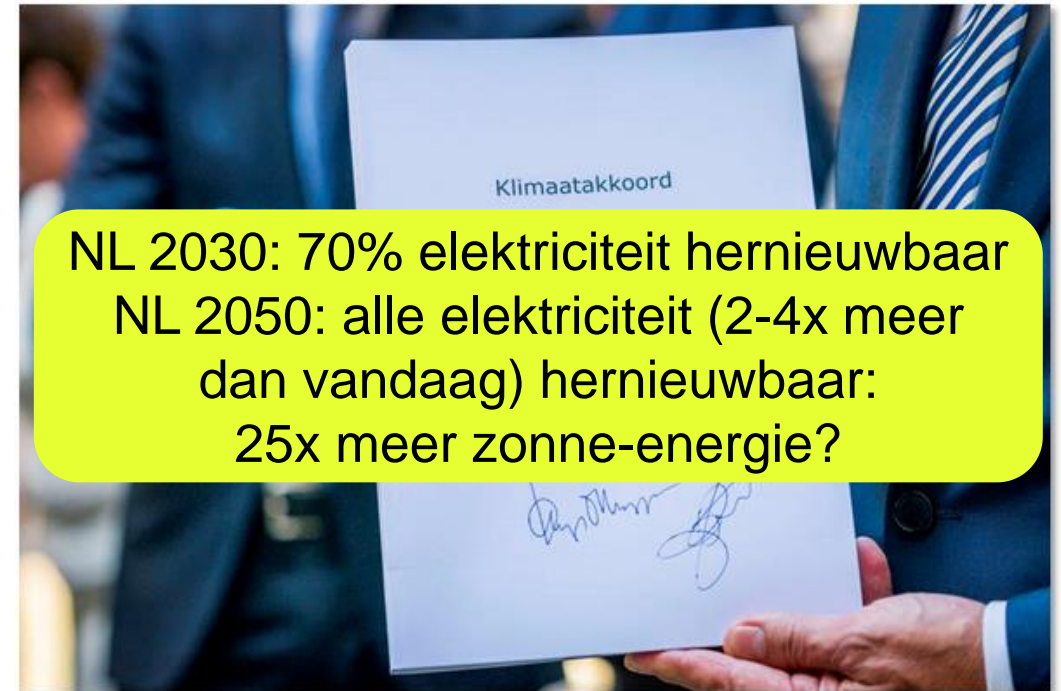
› **Voer voor verdere discussie en keuzes**

ZONNE-ENERGIE EN DE ENERGIETRANSITIE (MONDIAAL)

Hernieuwbare elektriciteit uit zon en wind is de motor van de energietransitie en de 'primaire brandstof' in het duurzame energiesysteem van de toekomst. Het wordt gebruikt voor toepassingen die we nu kennen, maar ook om warmte voor gebouwen en industrie te maken en om brand- en grondstoffen te maken.



› ZONNE-ENERGIE EN DE ENERGIETRANSITIE (EU EN NL)

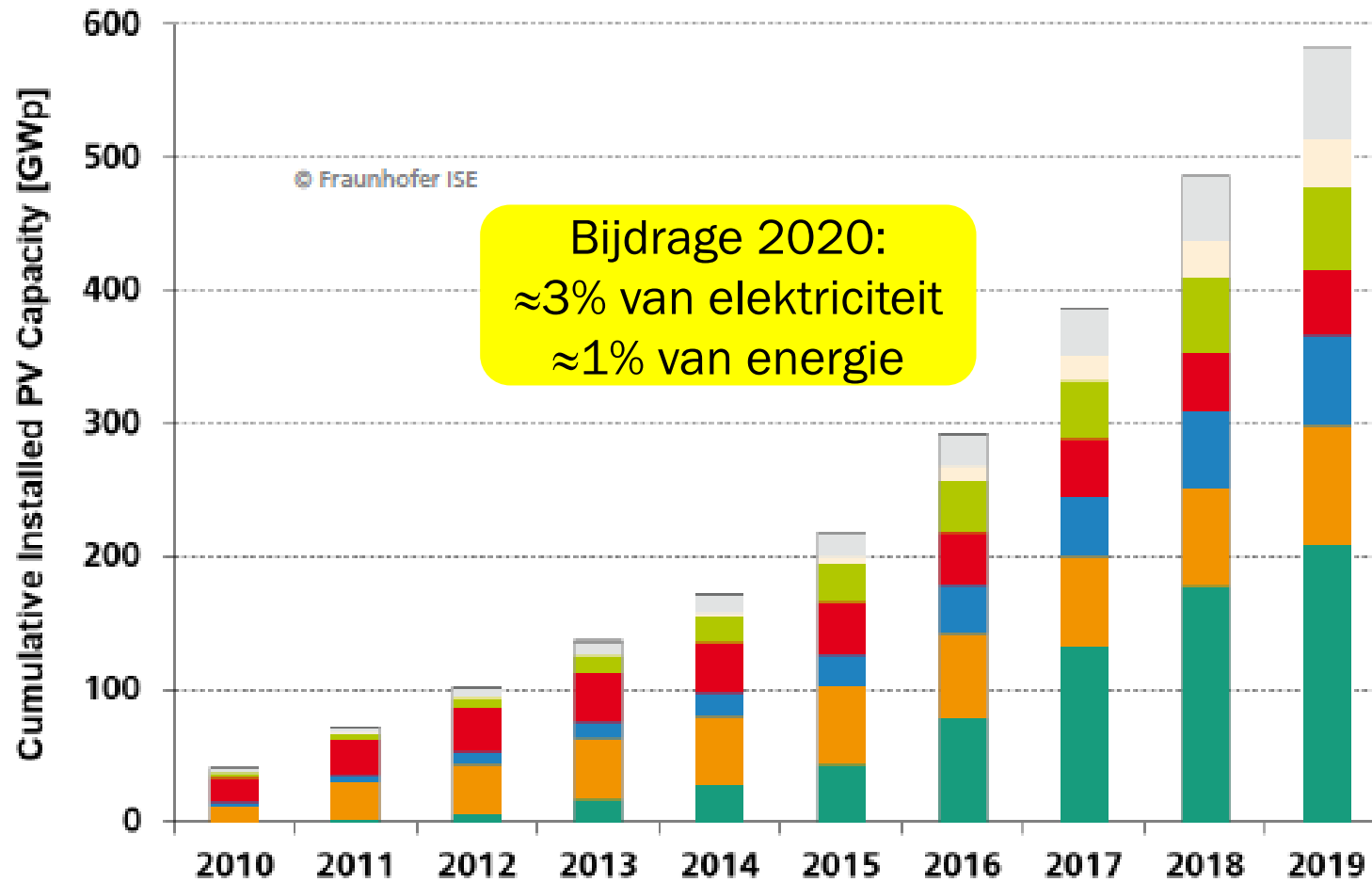


› **DE VERHAALLIJN**


- › TNO en zonne-energie
- › De energietransitie en de rol van zonne-energie
- › **Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:**
 - › Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?
- › **Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:**
 - › Over windenergie en zonne-energie
 - › Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied
 - › Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde
- › **Voer voor verdere discussie en keuzes**

ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

MONDIALE INSTALLATIES EN BIJDRAGE



PHOTOVOLTAICS REPORT



Prepared by
 Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE
 with support of PSE Projects GmbH

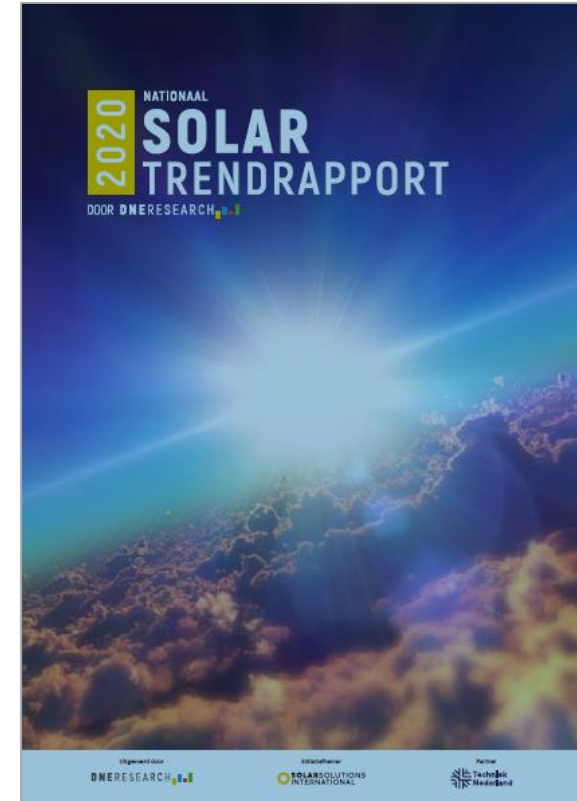
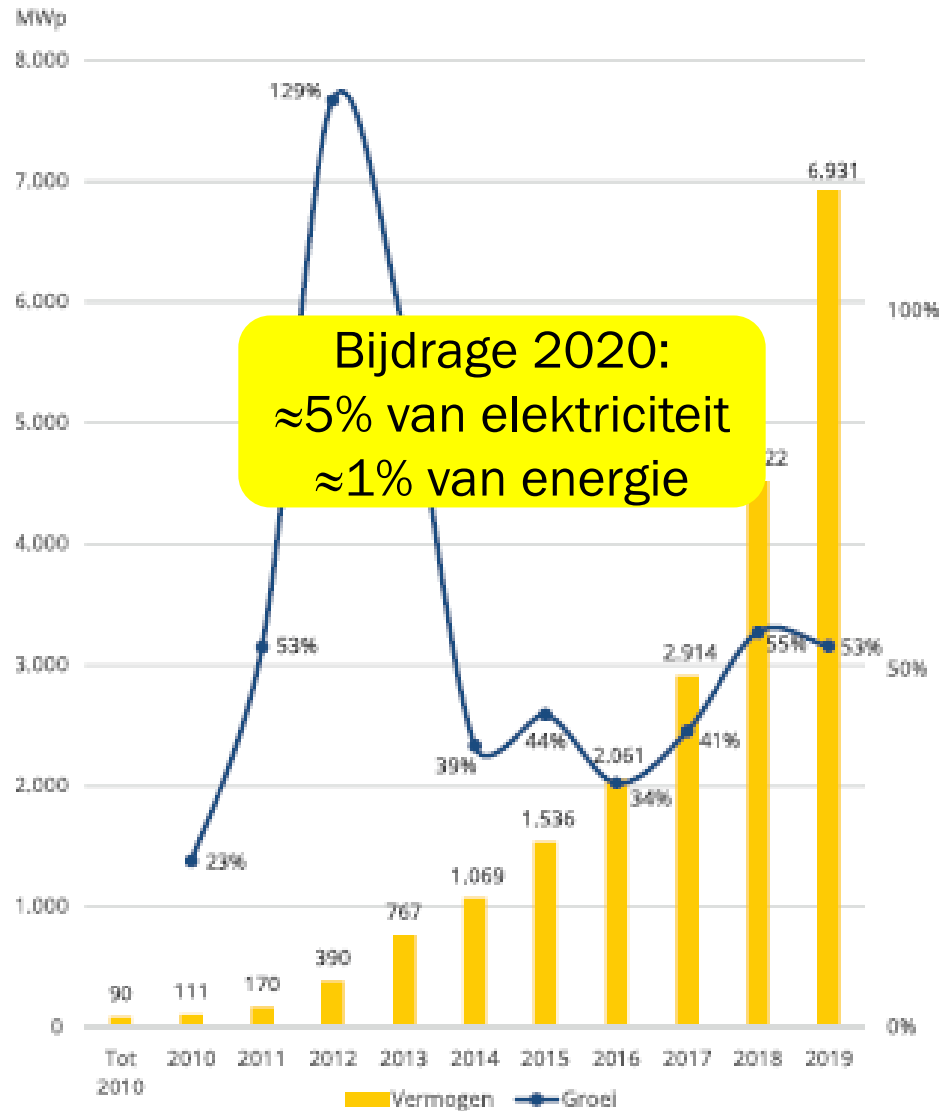
Freiburg, 16 September 2020
www.ise.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE

- Rest of World
- India
- Japan
- Germany
- North America
- Rest of Europe
- China

› ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

NL INSTALLATIES EN BIJDRAGE



› ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

PRIJZEN VAN PANELEN: EFFECT VAN SCHAAL EN INNOVATIE

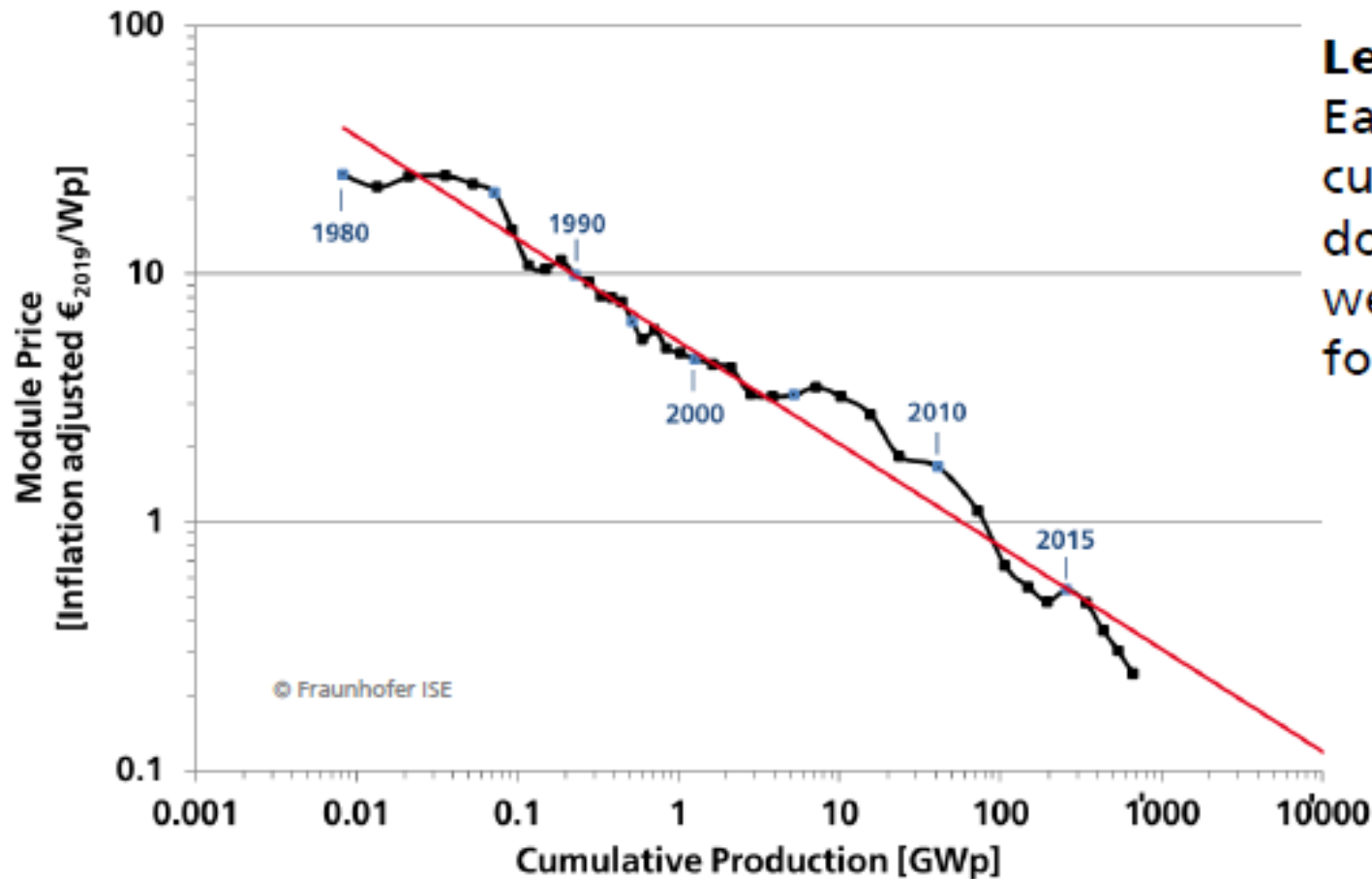


Prepared by

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE
with support of PSE Projects GmbH

Freiburg, 16 September 2020
www.ise.fraunhofer.de

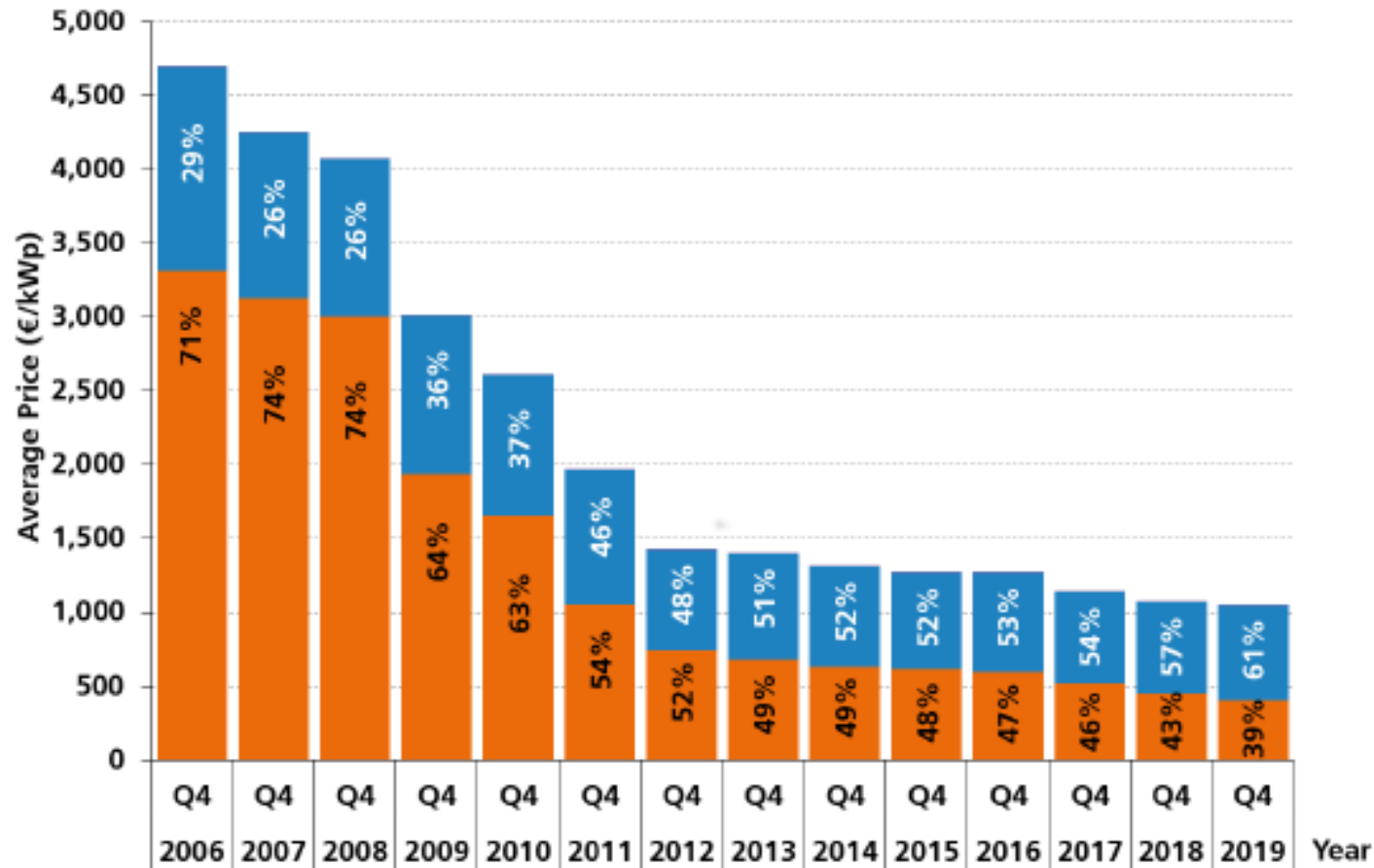
© Fraunhofer ISE
PHOTOVOLTAICS PUBLIC



Learning Rate:
Each time the cumulative production doubled, the price went down by 25 % for the last 39 years.

› ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

PRIJZEN VAN DAKSYSTEMEN (DE)



■ BOS incl. Inverter
 Percentage of the Total Cost
■ Modules

PHOTOVOLTAICS REPORT



Prepared by

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE
with support of PSE Projects GmbH

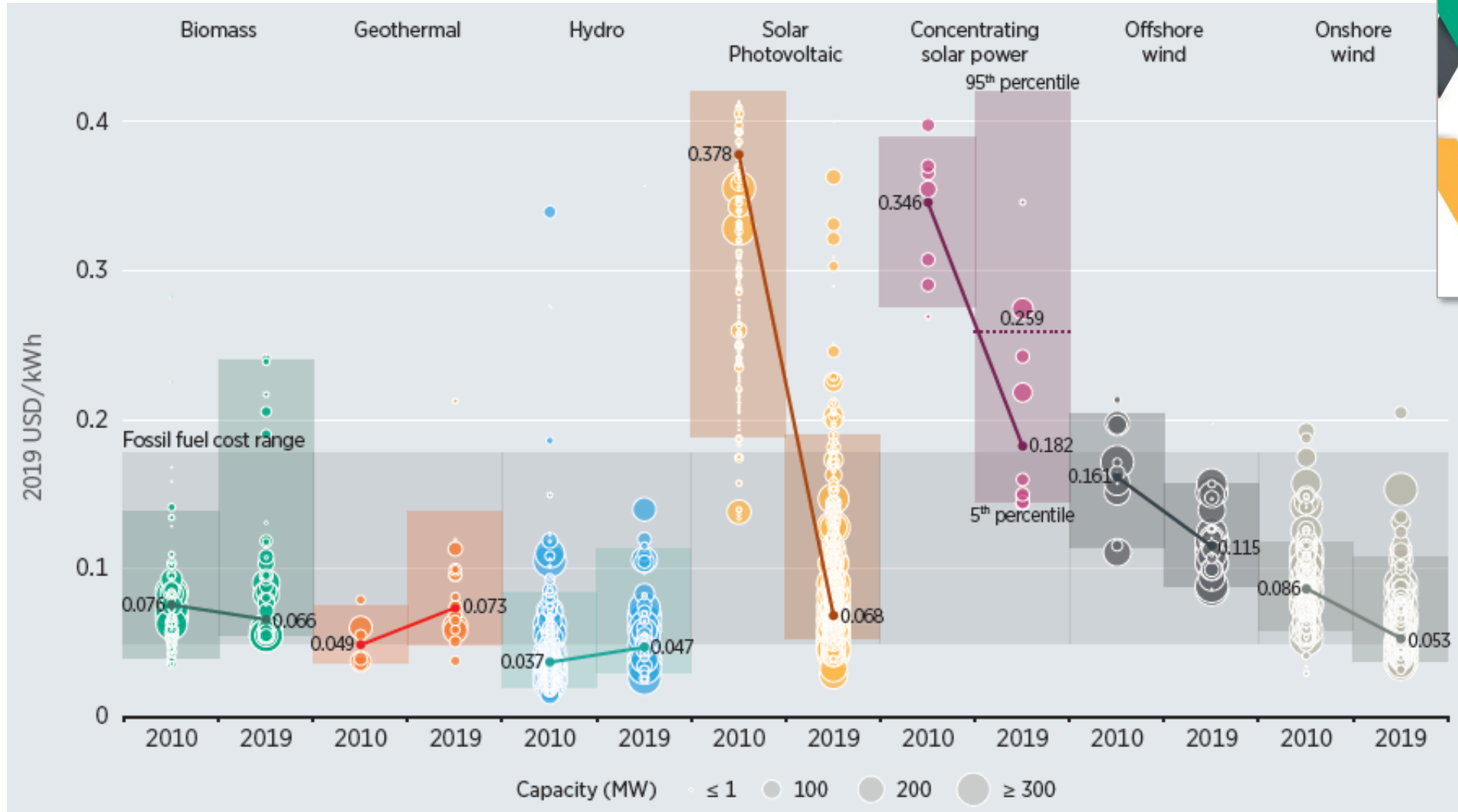
Freiburg, 16 September 2020
www.ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE
PHOTOVOLTAICS PUBLIC



ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

OPWEKKOSTEN GROTE SYSTEMEN WERELDWIJD




› ZONNE-ENERGIE: WAT IS ER BEREIKT?

OMZETTINGSRENDEMENT

LICHT → ELEKTRICITEIT (PANELEN)

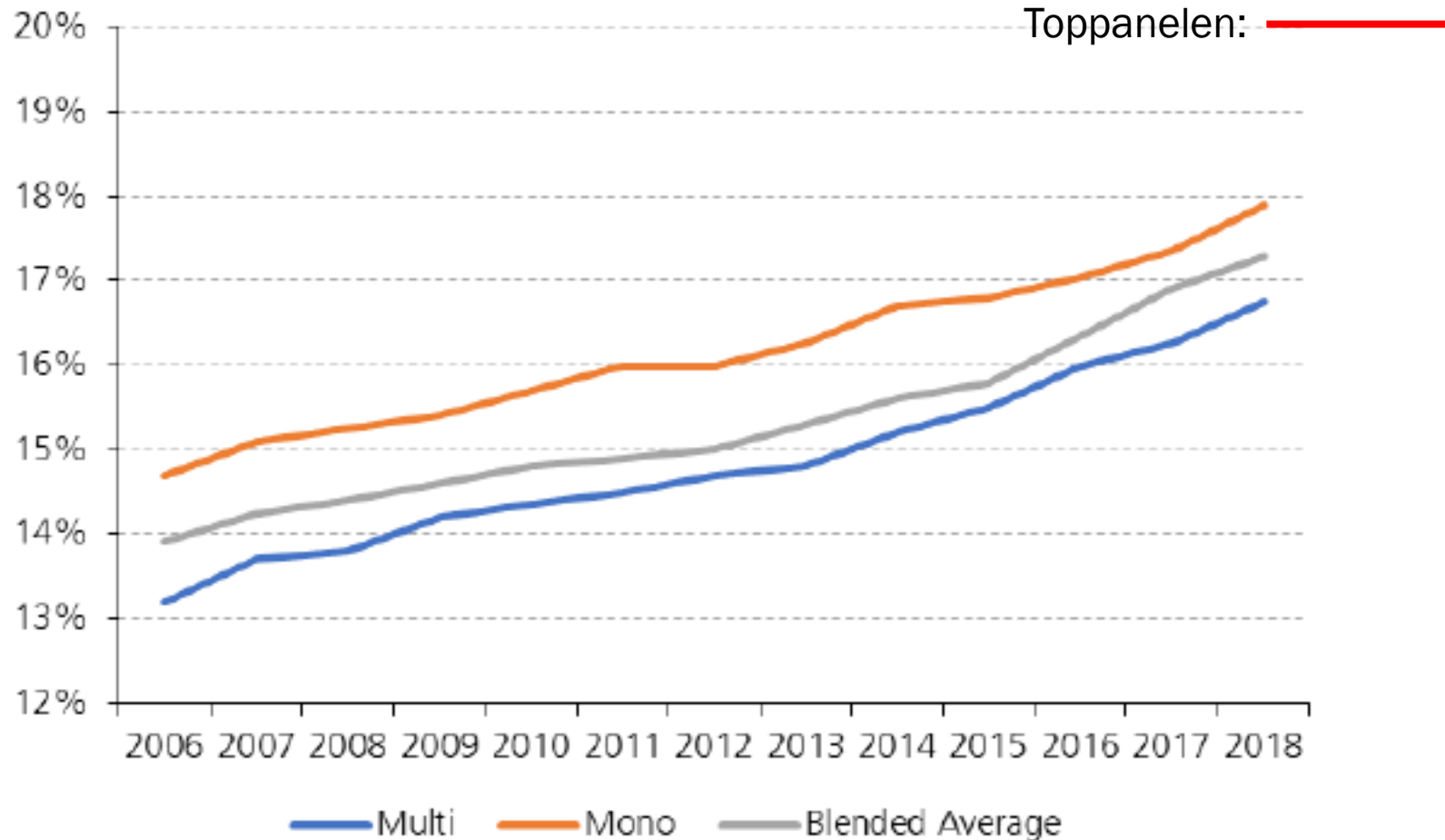

PHOTOVOLTAICS REPORT



Prepared by
Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE
with support of PSE Projects GmbH

Freiburg, 16 September 2020
www.ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE
IPV-16C-150-PUBLIC



› VERLEDEN, HEDEN EN TOEKOMST IN VOGELVLUCHT

1980 - heden

- › Marktgroei met factor 10.000 (nu ≈ 1000 km² panelen per jaar)
- › Standaardisatie/ 'one size fits all'; zonne-energie als toevoeging
- › Kostendaling met factor 50 → zonne-energie goedkoopste bron in delen van de wereld
- › Rendementsverhoging met factor 2 (10→20%)

› Heden – 2050

- › Marktgroei met factor 25 tot 100
- › Diversificatie en maatwerk; geïntegreerde zonne-energie
- › Kostendaling met factor 2 tot 4 → zonne-energie met opslag en 'power2X'
- › Rendementverhoging met factor 2 (20→40%)
- › Van hernieuwbaar naar duurzaam/ circulair

› **DE VERHAALLIJN**

- › TNO en zonne-energie
- › De energietransitie en de rol van zonne-energie
- › Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:
 - › Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?
- › **Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:**
 - › Over windenergie en zonne-energie
 - › Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied
 - › Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde
- › Voer voor verdere discussie en keuzes

› OVER WINDENERGIE EN ZONNE-ENERGIE

- › In vrijwel alle scenario's het 'winnende team', wel grote regionale verschillen in de optimale mix
- › In Nederland zal (offshore) windenergie naar verwachting de grootste bijdrage in absolute zin leveren
- › Zon en wind op land nodig om de langetermijndoelen te halen; verhouding nog te bepalen
- › Kleinschalige zonne-energie hogere kosten dan grootschalige zonne-energie



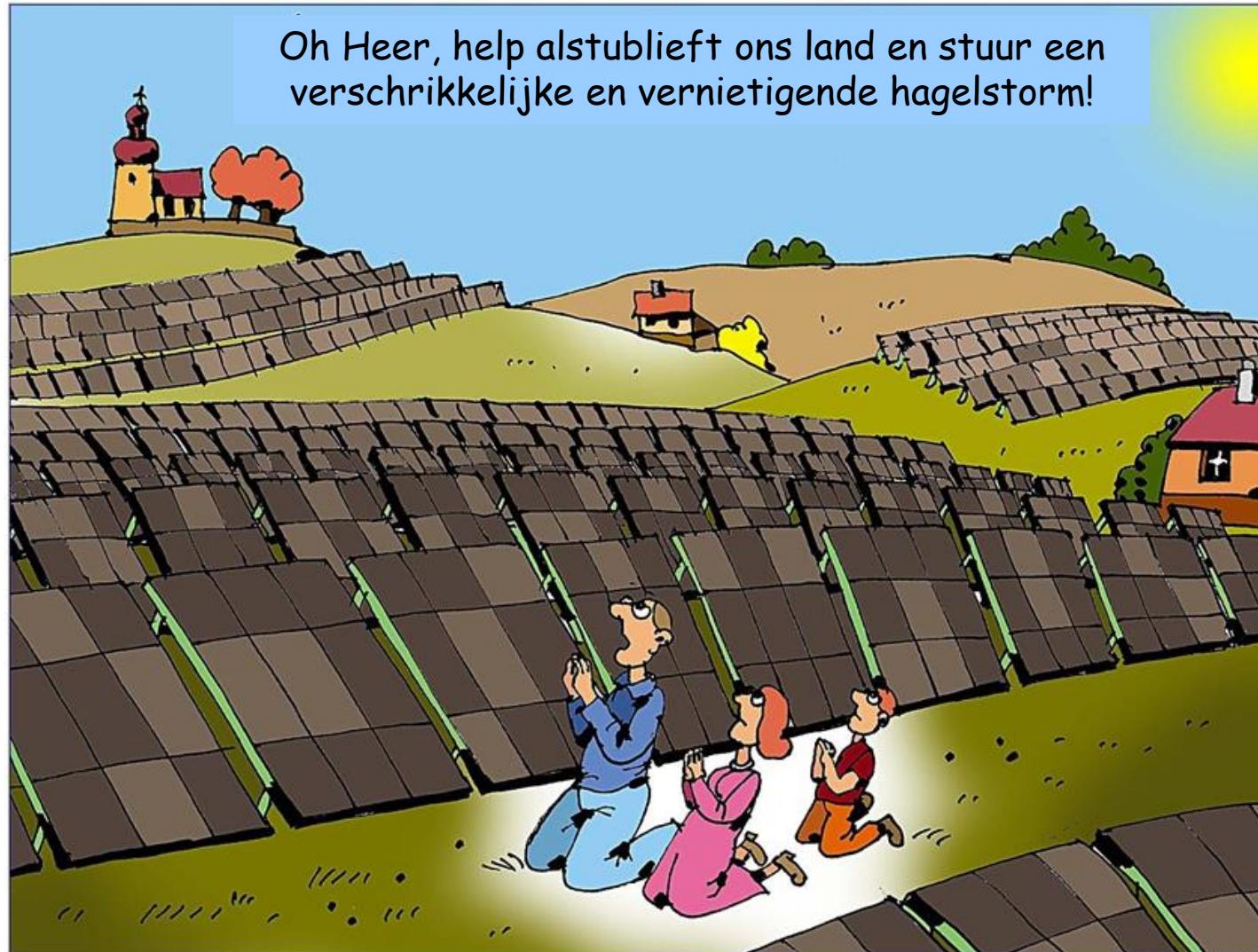
Holland Solar: 'Zonne-energie is het lievelingetje van de Regionale Energiestrategie'

Achterover leunen is er voor de zonne-energiesector nog niet bij, maar de concept Regionale Energiestrategieën van de 30 Nederlandse regio's laten een voor zonne-energie overwegend positief beeld zien.

'Zonne-energie is het lievelingetje van de Regionale Energiestrategie', stelt Amelie Veenstra, directeur Beleid van brancheorganisatie Holland Solar. 'Het is mooi om te zien dat, zelfs nu nog niet alle 30 regio's een concept-RES hebben opgeleverd, het gezamenlijke doel overboden is. Dat is ook wat we als zonne-energiesector willen, want je moet altijd rekening houden met het feit dat een deel van de initiële projectplannen de eindstreep niet haalt.'

'De rode draad in de concept-RES'en is de enorme hoeveelheid liefde voor onze sector; zonne-energie is omarmd als technologie', vervolgt Veenstra. 'Wat verder opvalt, is dat de regio's zoveel mogelijk sturen op toepassing van de landelijke zonneladder.' Toch zijn er

› ZONNE-ENERGIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING EN HET BUITENGEBIED



Cartoon Michael Marčák (CZ, 2010)



Principes die leidend zijn voor de initiatiefnemer en ondertekenaars

2.1 Samen met stakeholders

Wat de wensen ten aanzien van een park zijn is iets wat van geval tot geval verschillend zal zijn. De sector zal werken met een op het project afgestemde vorm van procesparticipatie. Bij ieder project denken de stakeholders inclusief bewoners uit de omgeving vanaf het begin mee over de locatie, vormgeving en ontwikkeling van het beoogde zonneveld.

2.2 Meerwaarde omgeving

Naast economische motieven voor ontwikkelaar en grondeigenaar spelen er voor de omgeving andere belangen, zoals landschap, biodiversiteit en (financiële) waarde voor de omgeving. Zonneparken bieden, mits goed vormgegeven op een goed gekozen locatie ook een kans om de omgeving mooier en voor de natuur waardevoller te maken. De sector neemt het principe op zich dat, in overleg met stakeholders, het zonneveld per saldo een verbetering voor de landschappelijke en natuurwaarde van het gebied betekent. Deels zal dit per definitie subjectief zijn; in de ogen van de omgeving. Waar mogelijk wordt dit geobjectiveerd; bijvoorbeeld met een meetbare toename aan biodiversiteit.

2.3 Oorspronkelijk grondgebruik mogelijk

Het derde principe is dat de sector parken zo zijn inricht dat er geen onomkeerbare ontwikkeling plaatsvindt. Het oorspronkelijke of een ander grondgebruik moet, indien gewenst door grondeigenaar én bevoegd gezag, na het zonneveld weer mogelijk zijn; zowel beleidsmatig als fysiek. Daarbij hoort ook dat de sector zorgt dat er geen vervuiling optreedt of dat er spullen achterblijven.

› ZONNE-ENERGIE IN DE GEBOUWDE OMGEVING EN HET BUITENGEBIED



- 1 NO REGRET**
 - DAKEN
 - ONBENUTTE BEBOUWDE LOCATIES
 - OP INFRASTRUCTURELE WERKEN
- 2 ZORGVULDIG INPASSEN**
 - LANGS INFRASTRUCTURELE WERKEN
 - INDUSTRIËLE PLASSEN
 - PAUZELANDSCHAPPEN
- 3 COMBINEREN OP GEVOELIGE LOCATIES**
 - LANGS STADS- OF DORPSRAND
 - MINDER EFFICIËNTE LANDBOUWGROND
 - ANDERE PLASSEN
 - BUFFER RONDOM NATUURGEBIEDEN
 - RECREATIEGEBIEDEN
- 4 GROOTSCHALIG ENKELVOUDIG**
 - PRODUCTIEVE LANDBOUWGROND



› EEN NIEUWE FASE IN DE ONTWIKKELING VAN ZONNE-ENERGIE VAN LAAGSTE KOSTEN NAAR HOOGSTE WAARDE

- › Energietransitie noodzakelijk: snel en veel
- › Zonne-energie onmisbare bouwsteen
- › Grote potentie in meerdere soorten toepassingen
- › Goedkoopste optie ‘zonneparken 1.0’
- › Ruimtelijke kwaliteit, biodiversiteit, landbouw en natuur ook belangrijk
- › Locatieselectie, integratie en functiecombinatie essentieel voor draagvlak en verdere groei, maar kosten extra
- › Optimale invulling van ambities vraagt afweging van alle kosten en baten
- › Stimuleringsbeleid gericht op laagste kosten (SDE+) → aanvullen beleid/voorwaarden nodig

› **DE VERHAALLIJN**

- › TNO en zonne-energie
- › De energietransitie en de rol van zonne-energie
- › Zonne-energie wereldwijd en in Nederland:
 - › Wat is er bereikt, waar staan we en wat kunnen we nog verwachten?
- › Dilemma's en opties op regionaal en plaatselijk niveau:
 - › Over windenergie en zonne-energie
 - › Zonne-energie in de gebouwde omgeving en het buitengebied
 - › Een nieuwe fase in de toepassing van zonne-energie: van laagste kosten naar hoogste waarde
- › **Voer voor verdere discussie en keuzes**

› VOER VOOR DISCUSSIE EN HET MAKEN VAN KEUZES

- › Je kunt niet eenduidig zeggen of zon op land wel of niet ‘nodig’ is, dat hangt van teveel aannames en factoren af; het is een keuze
- › Zonne-energie in cultuurhistorisch, landschappelijk of ecologisch waardevolle/kwetsbare gebieden is de laatste trede op de ladder
- › Maar: als je ergens ‘nee’ tegen zegt moet je ook aangeven wat dan wel (snel genoeg) kan
- › Velen hebben een karikatuur van zonne-energie in hun hoofd. Het kan en moet veel beter.

› **THANK YOU!**

TNO innovation
for life

