Globale Entwicklung der Photovoltaik bis 2030

Dr. Heinz A. Ossenbrink
ehem. Referatsleiter Energie-Effizienz und Erneuerbare Energien
Joint Research Centre
European Commission

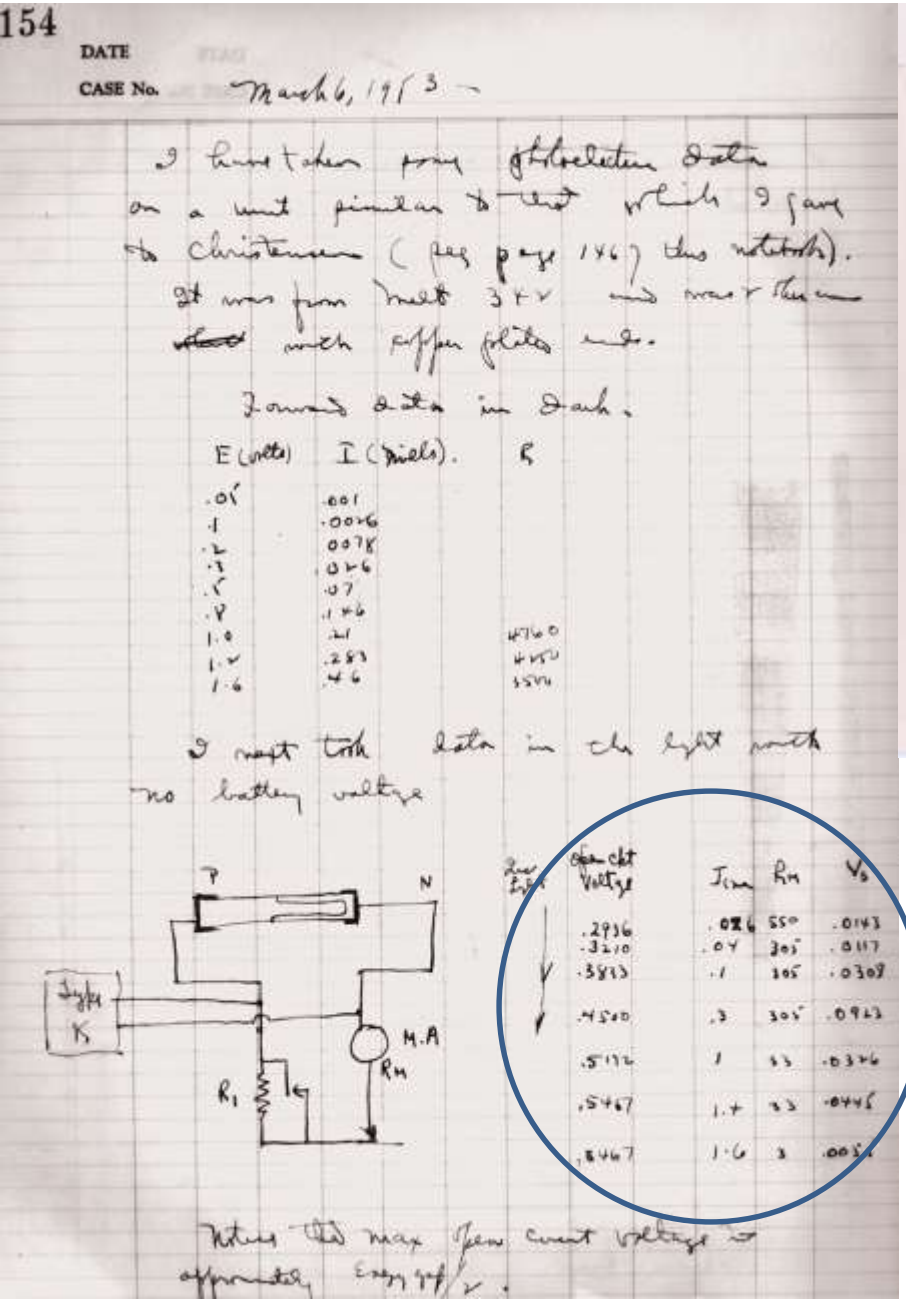
Physik	Nachreichung 1986
Wachstum	Entwicklung der letzten 30 Jahre
Normalität	Status Heute
Visionen	Ausblick 2030

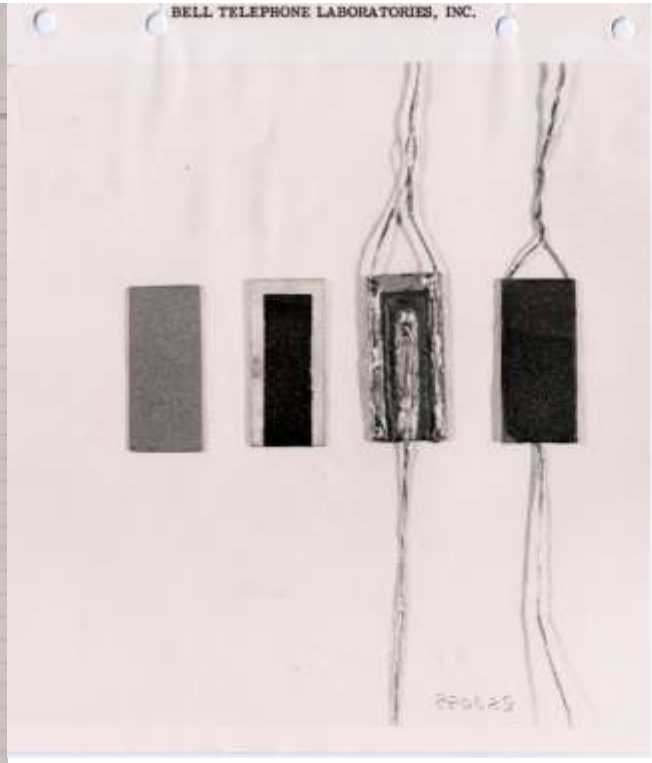
Die Geburt der Photovoltaik: 6 Maerz 1953

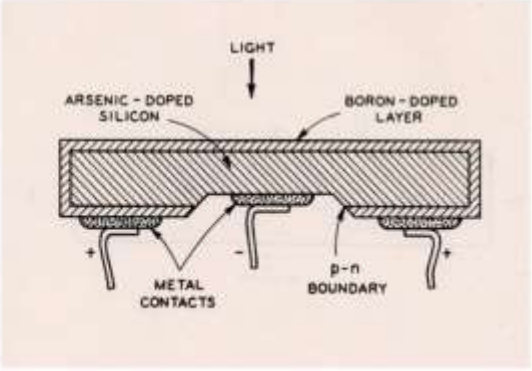
Bell Laboratories, United States

- G.L.Pearson
- D.M.Chapin
- C.S.Fuller

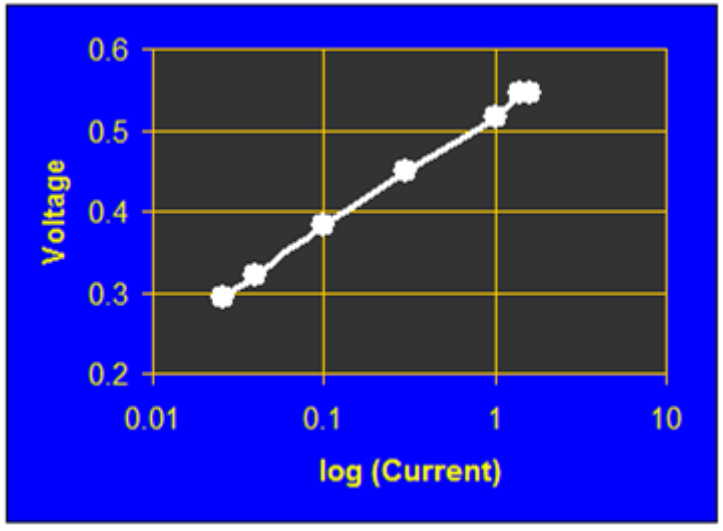
Das Laborbuch von Pearson



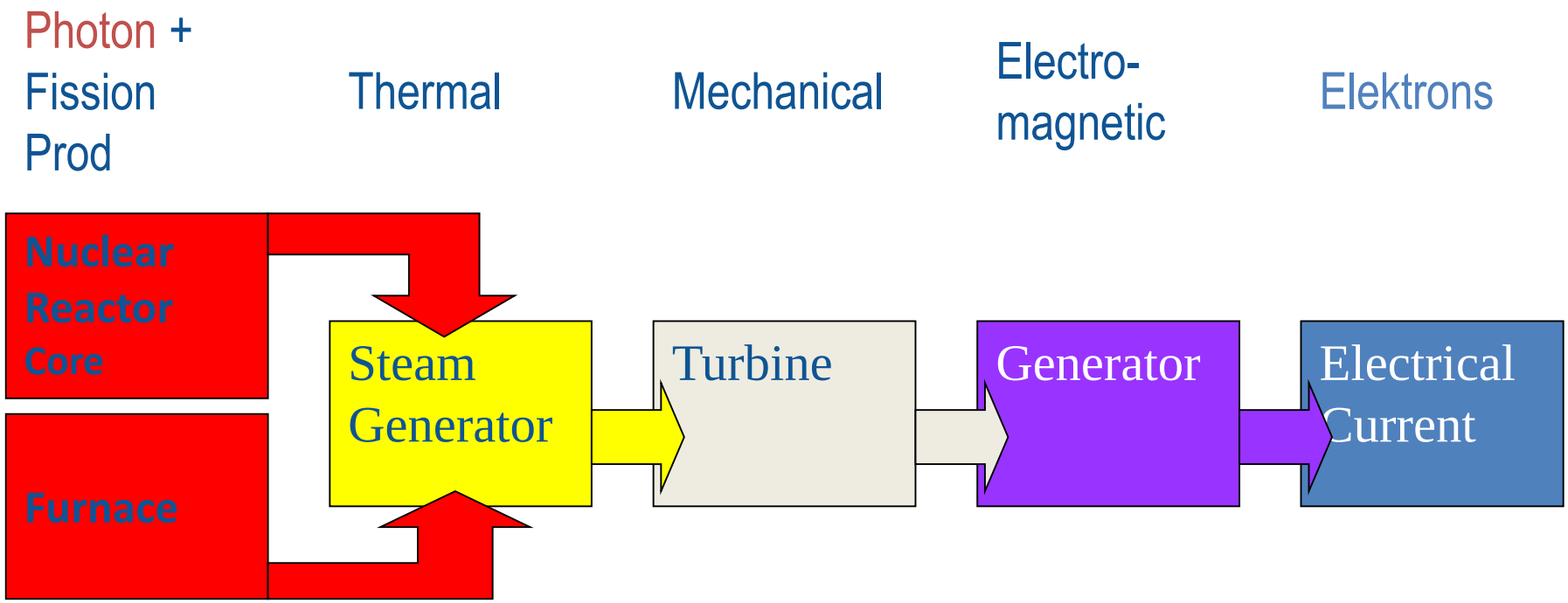




Cross Section



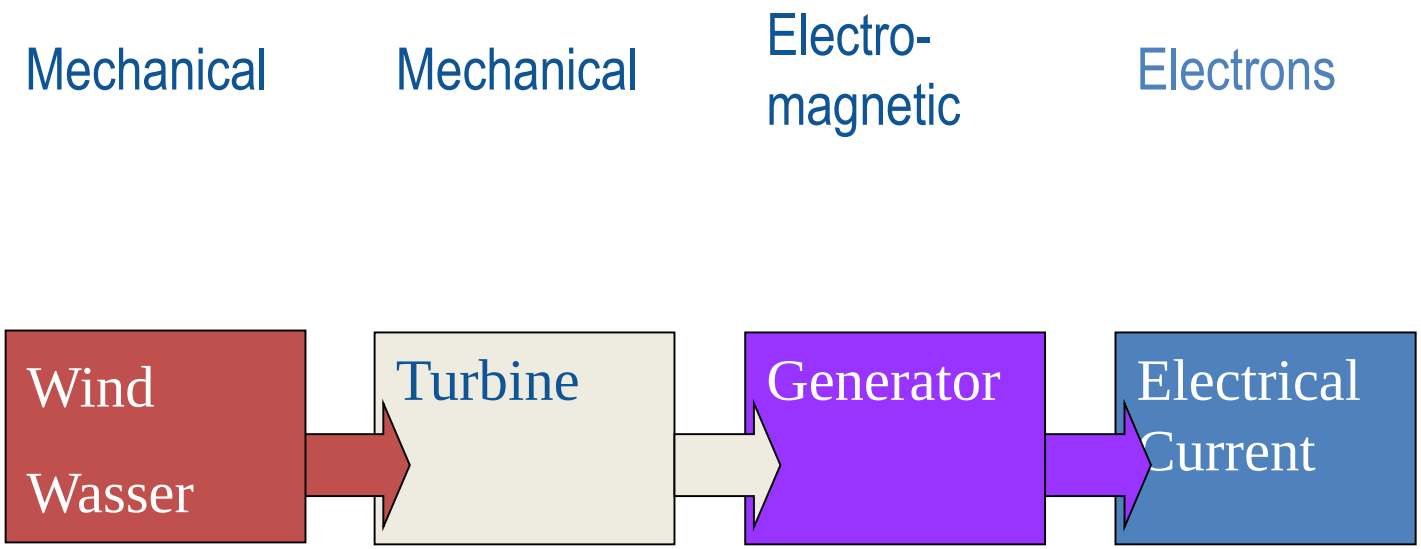
Thermische Energieumwandlung



Chemical

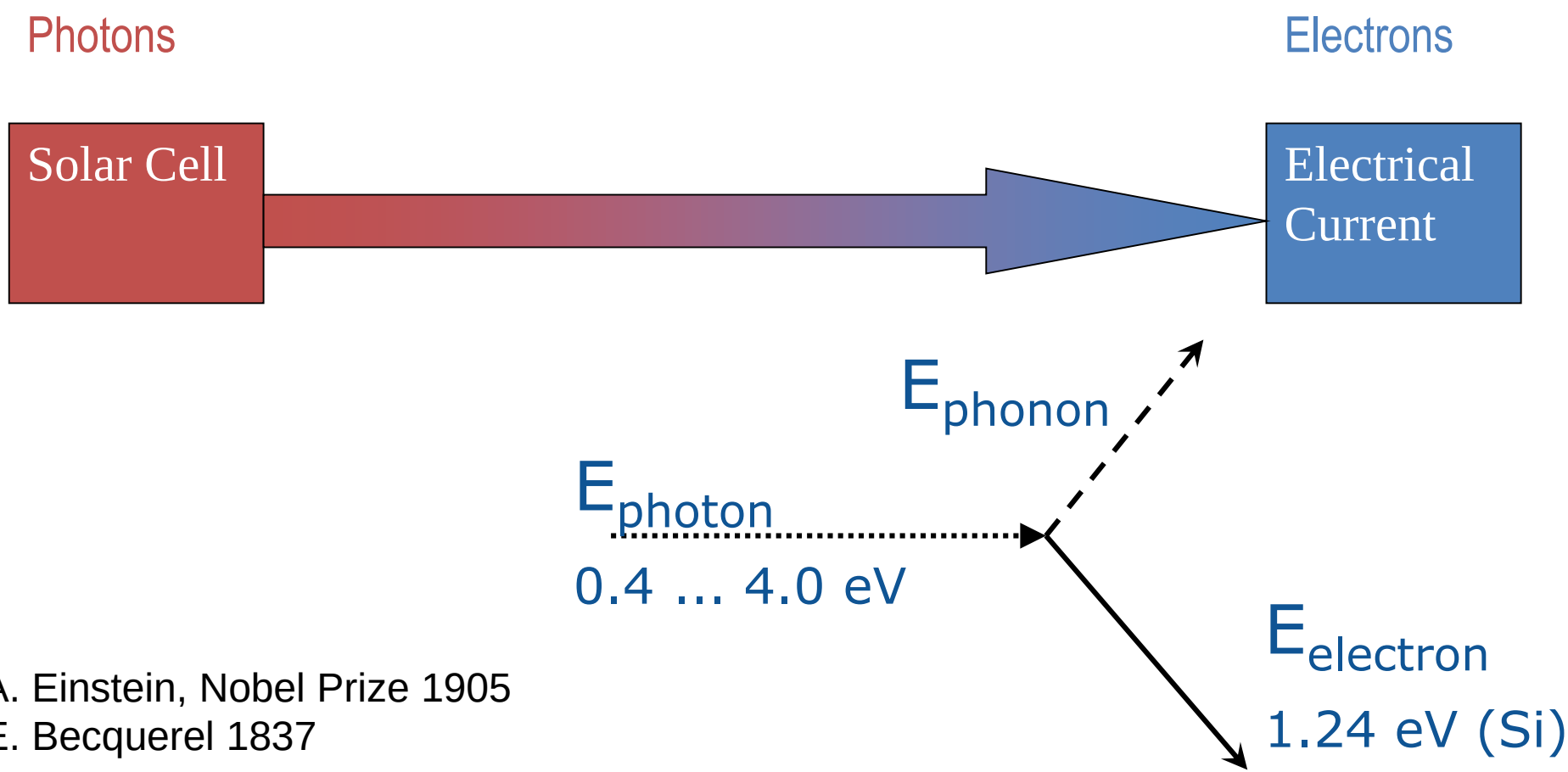
Oel, Gas, Kohle
Biomasse

Mechanische Energie Umwandlung



Photovoltaische Energieumwandlung

[Einfach und Sauber]



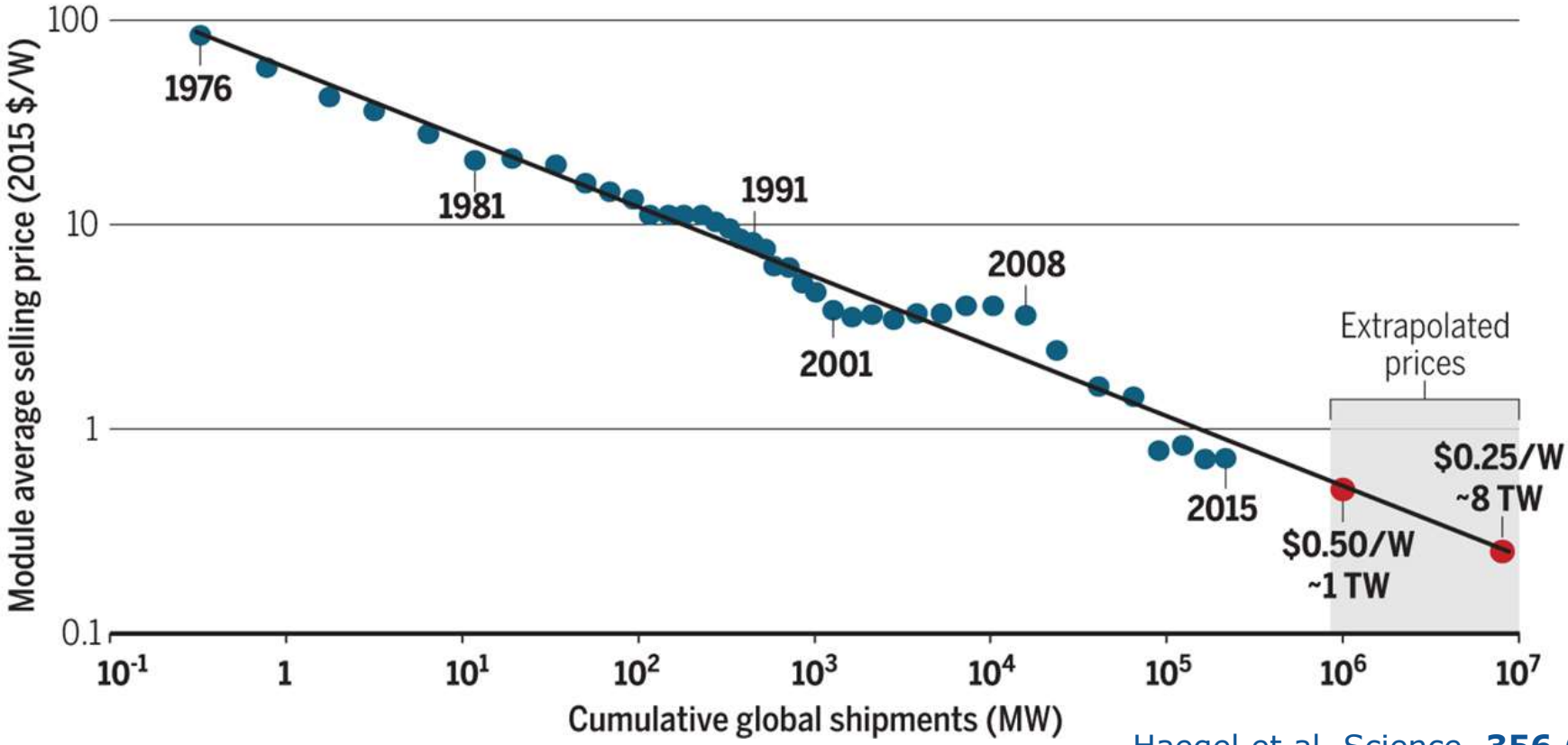
A. Einstein, Nobel Prize 1905
E. Becquerel 1837

Physik	Nachreichung 1986
Wachstum	Entwicklung der letzten 30 Jahre
Normalität	Status Heute
Visionen	Ausblick 2030

Der Preis sinkt staendig ….

PV module experience curve

Historically, module prices have decreased as a function of cumulative global shipments (blue dots reflect historical data, red dots reflect extrapolated prices for 1 TW and 8 TW based on the historical trend line). See supplementary materials for data sources.



Haegel et.al. Science, **356** (2017) 141 ff

Herstellungszeit fuer 7.5 kWp

1982: 38 h

1992: 2h

2016: 5 s

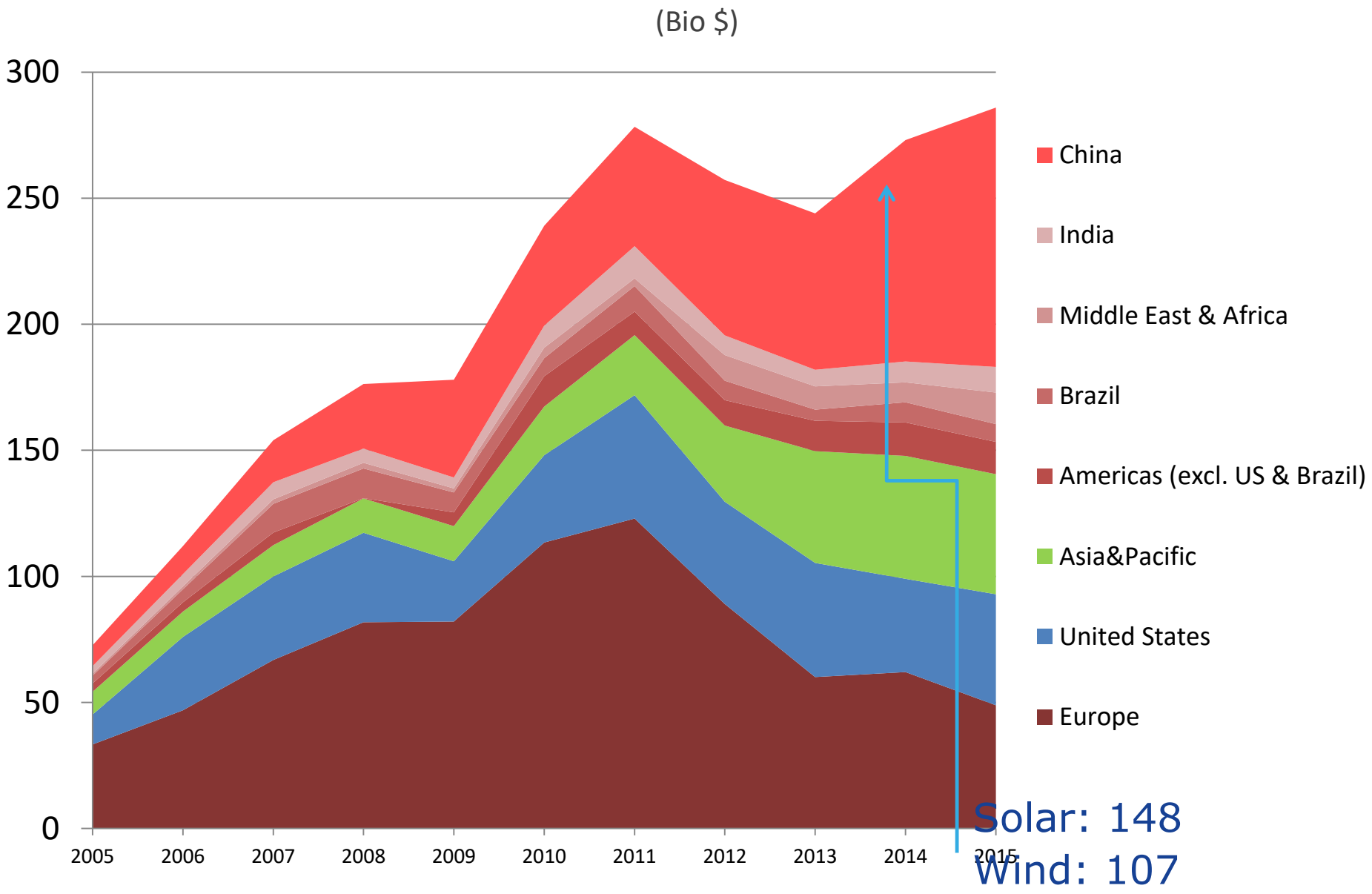
Modulkosten fuer 7.5 kWp

1982: 100'000 €

1992: 60'000 €

2016: 4'500 € oder 100 kWp fuer 60'000 €

Renewable Energy Global Investments



Source: BNEF

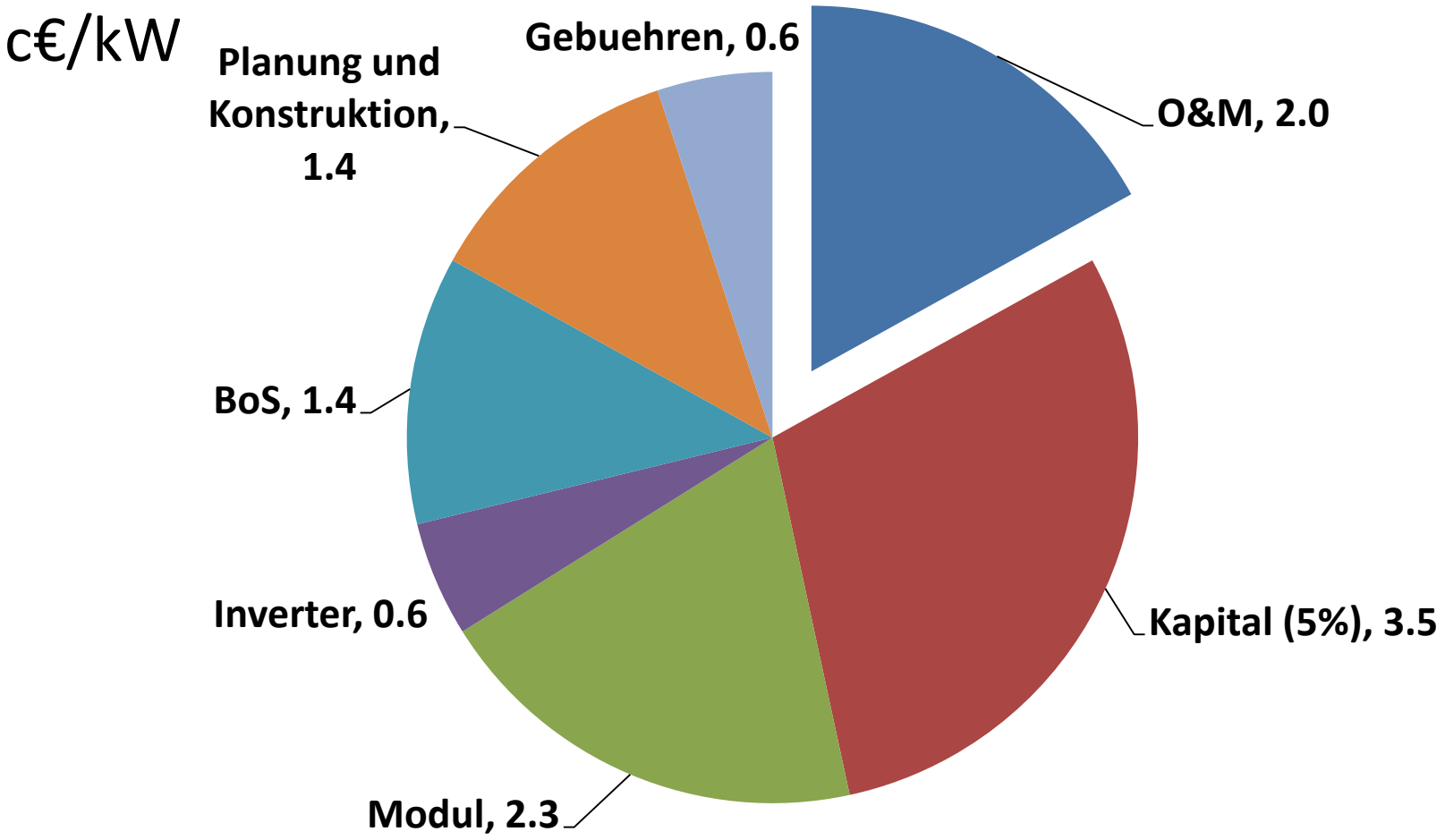
Physik	Nachreichung 1986
Wachstum	Entwicklung der letzten 30 Jahre
Normalität	Status Heute
Visionen	Ausblick 2030

Warum haben jährliche PV-Installationen abgenommen?

- Sehr geringe Einspeise verguetungen
- Steigende "Soft Costs": Gebühren, Abgaben, Zertifizierungen
- Ueberkapazitaeten, niedrige Strom-Boersenpreise,
- Netzauslastung, nicht genuegend Leitungskapazitaeten
- "ownership"+ mehr als 90% nicht im Besitz der grossen Energieversorger
- Merit Order

Kostenstruktur PV Dachanlagen

Insgesamt 12c€/kWh



LCOE of PV generated electricity for residential systems with a system price of 1,700 €/kWp kWh (excluding VAT, because the differences in various countries are too large), 1.5% Operation, Maintenance and Repairs (O&M) cost, an annual generation of 1,300 kWh/kWp/y and financial lifetimes of 20 years.

Was heisst das eigentlich?

- Nach der Kapitalrückzahlung nur Wartungs- und Betriebskosten von 2 c€/kWh
- Enthält auch den Austausch defekter oder degradierter Module
- Leistung der Anlage bleibt wie neuwertig

Was heisst das eigentlich?

- Nach der Kapitalrückzahlung nur Wartungs- und Betriebskosten von 2 c€/kWh
- Enthält auch den Austausch defekter oder degradierter Module
- Leistung der Anlage bleibt wie neuwertig

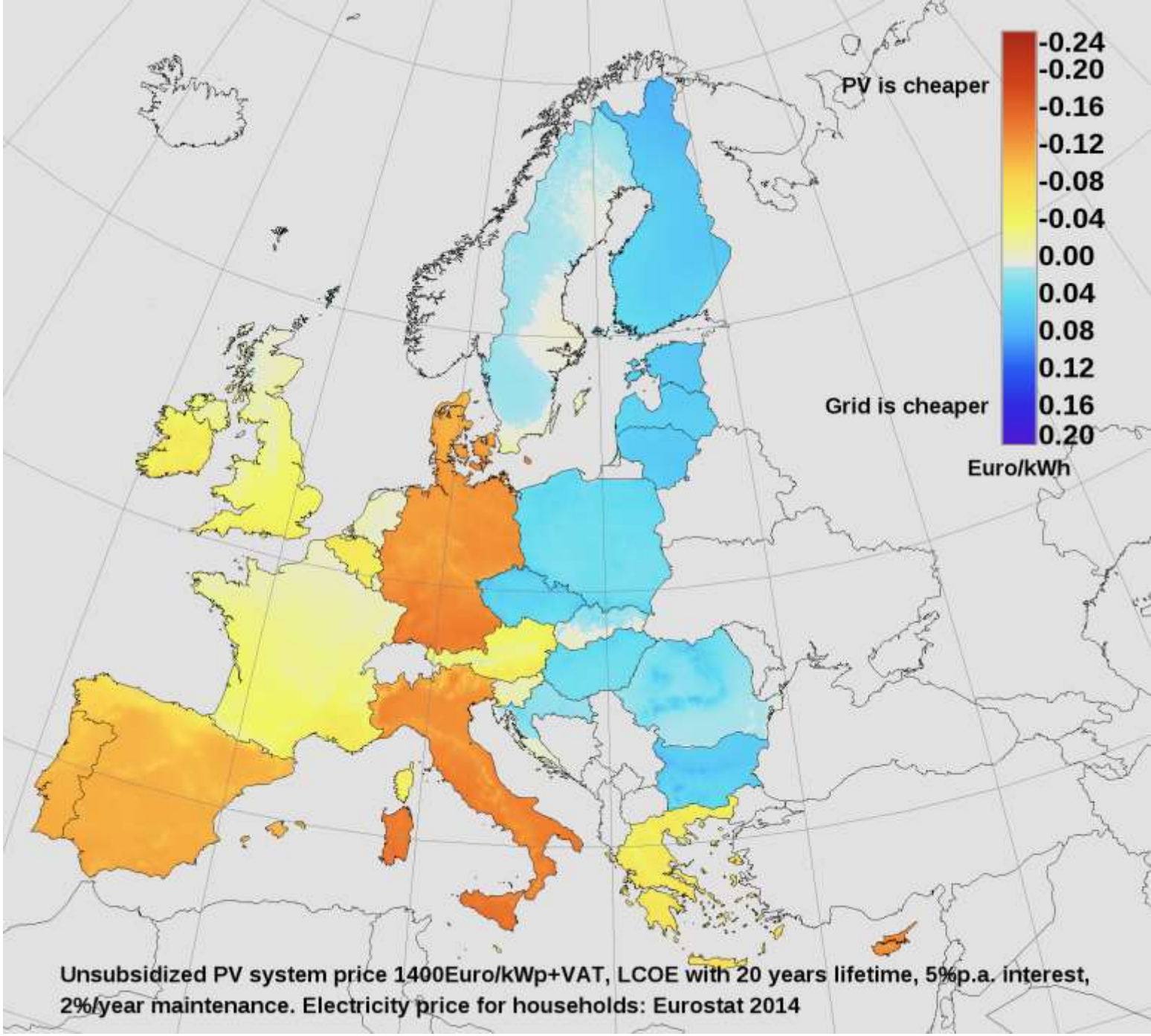
FÜR IMMER!

Motto:

Zahle heute schon mal die Stromrechnung deiner Kinder, Enkel, Ur-enkel

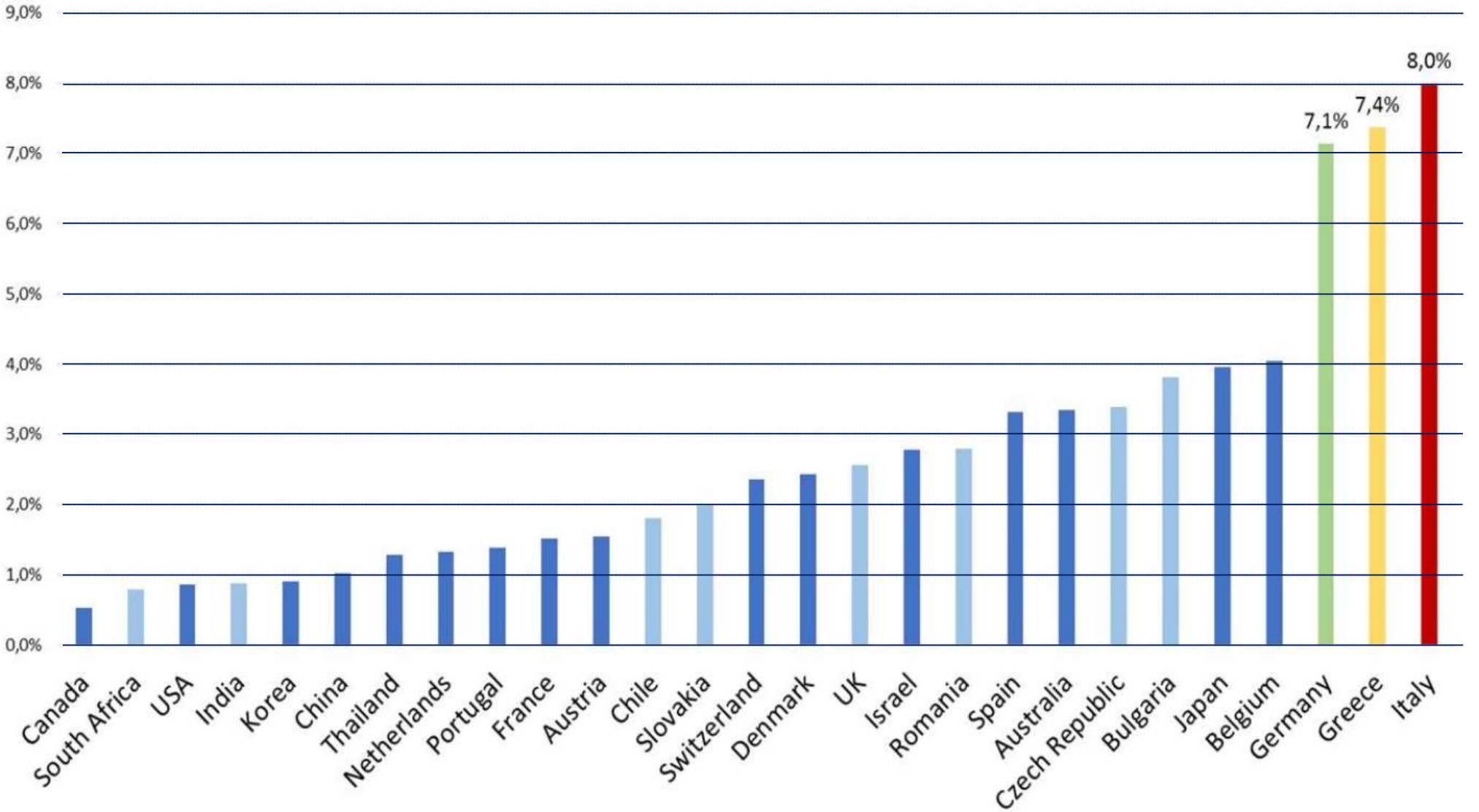
Retail Parity

- **Difference between PV LCoE and current Household Electricity Prices**



Depends more on Longitude than Latitude?

FIGURE 4: NATIONAL PV PENETRATION IN % OF THE ELECTRICITY DEMAND BASED ON 2015 CAPACITIES



©Snapshot of Global PV Markets – IEA PVPS

%=(Y2 [cm]+(-/+)Y2)[cm]/1.269

Neue Strom-Märkte

Beteiligung an der Strombörse ?

- Speicherung
- Aggregatoren, ESCO's, Kommunale Energieversorger

Zeit nach der Einspeisevergütung?

- Retail
- Self-Consumption
- De-regulierung von EInspeisetarifen
- Vor-Ort Speicherung (Strom, Waerme, Kaelte)
- "virtuelle" Speicher

Speicherung und Direktverbrauch

Kelag Sonnenplus-Speicher

TESLA Powerwall ®

e·on

Aura: Profitieren Sie von Solarenergie – produzieren Sie Ihren eigenen Ökostrom
E.ON Aura ist die Komplettlösung für Ihre persönliche Energiewende: **Erzeugen**, **speichern** und **managen** Sie **effizient** Ihren eigenen Solarstrom für Ihren Haushalt.

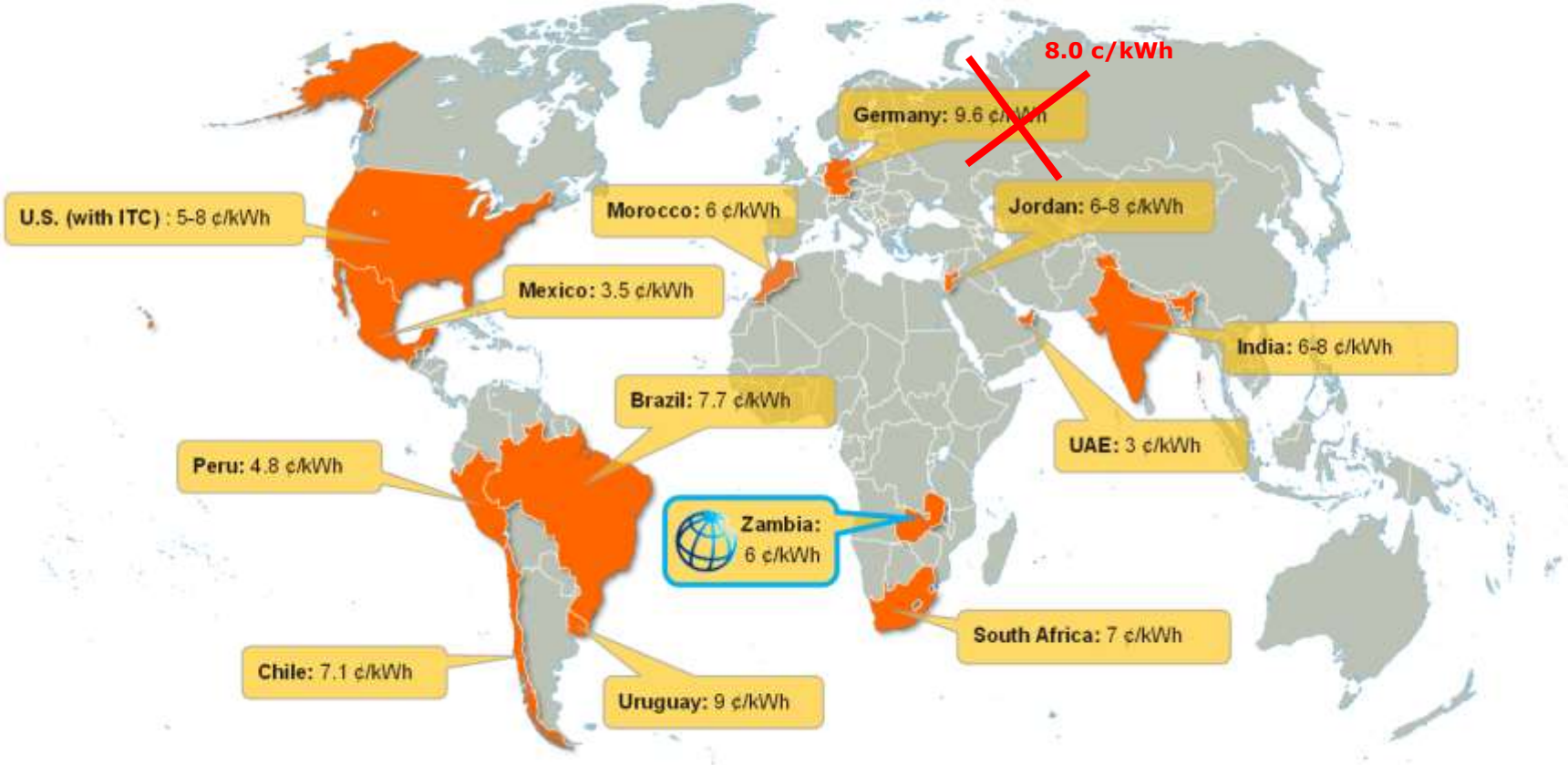
Trend: Smart, positive-energy Gebäude

Kosten: Strom aus neuen Kraftwerken

	€/MWh
Landfill gas	50
Wind onshore	72
Municipal Solid Waste	90
Solar PV	**90**
Biomass	110
Biogas	130
Wind Offshore	150
Solar Thermal Power	180
Tidal/Wave	400
CCGT:	50…100
Coal:	40...90
Nuclear:	120

BNEF H1 2016 Global LCOE Outlook
Central Scenario, Global
New Investments Only

Selected Auction Results (2015-2016)



IFC International Finance Corporation WORLD BANK GROUP

Nachreichung 1992

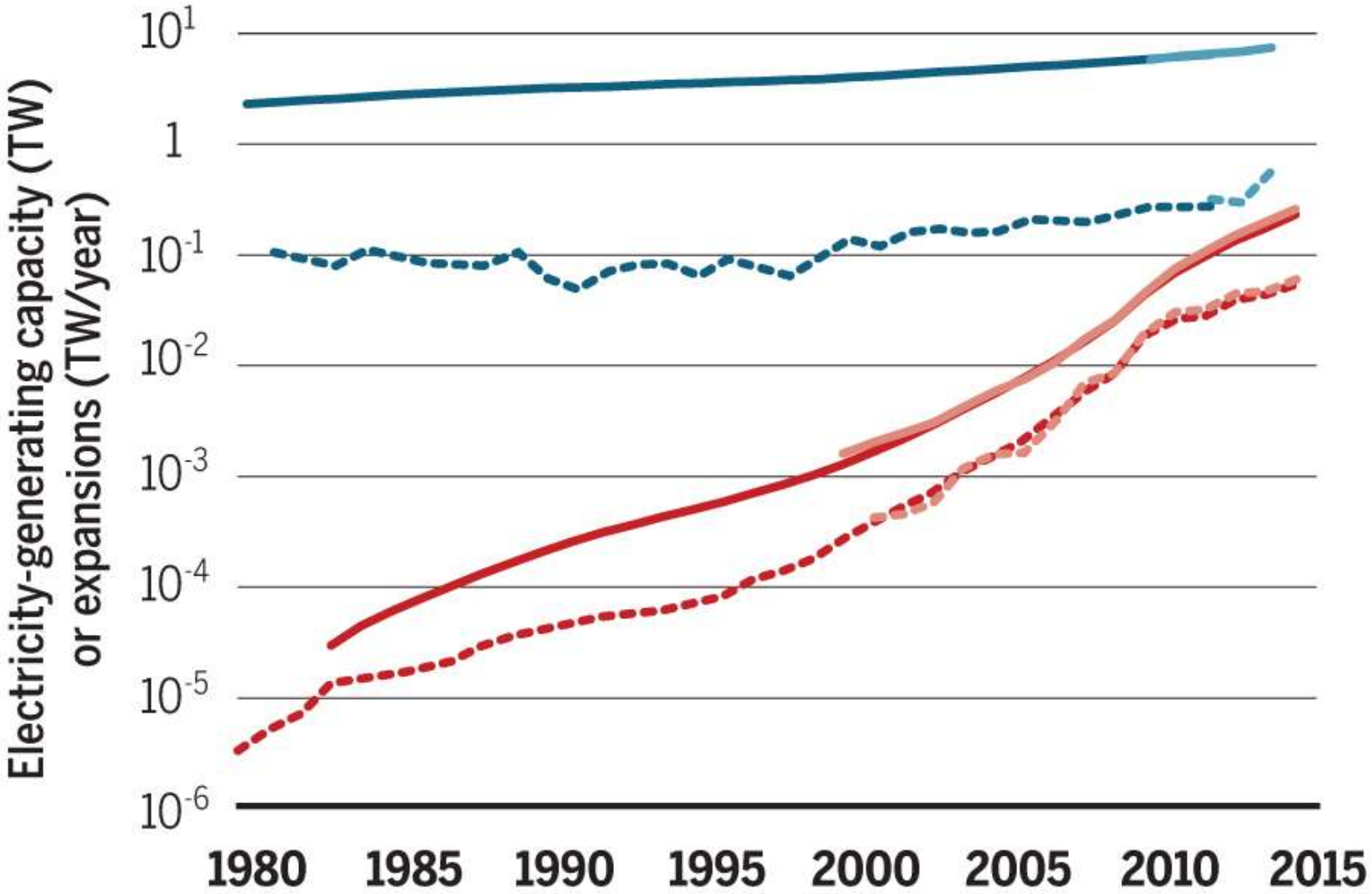
Enwicklung der letzten 25 Jahre

Status Heute

Ausblick 2030

Global electricity-generating capacity

See supplementary materials for data sources.



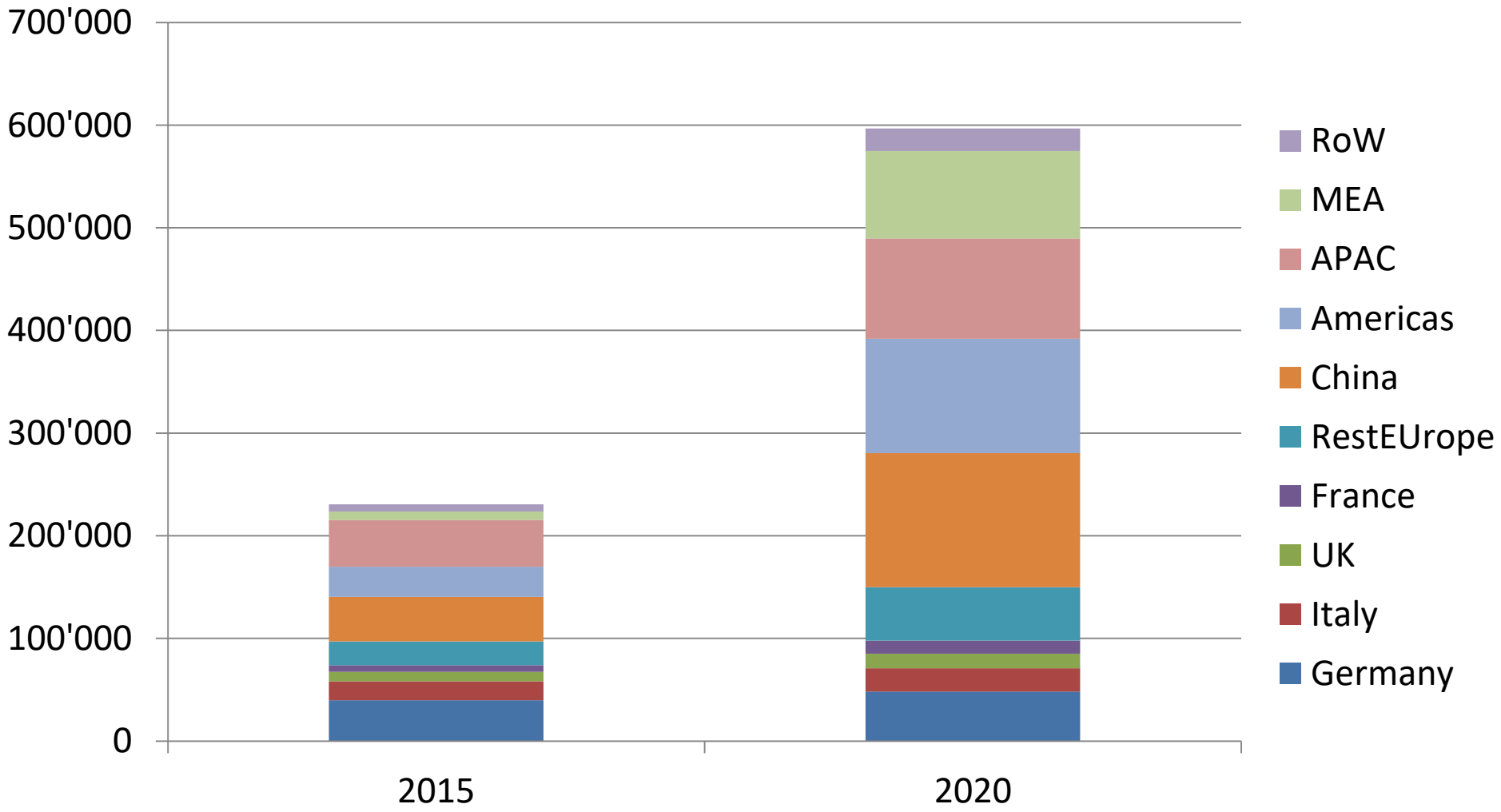
World total

World total expansions

Solar total

Solar expansions

Schaetzung 2015-2020 [MW]



Global Market Outlook 2016-2020, Medium Scenario, Solar Power Europe

TWatts in 2030

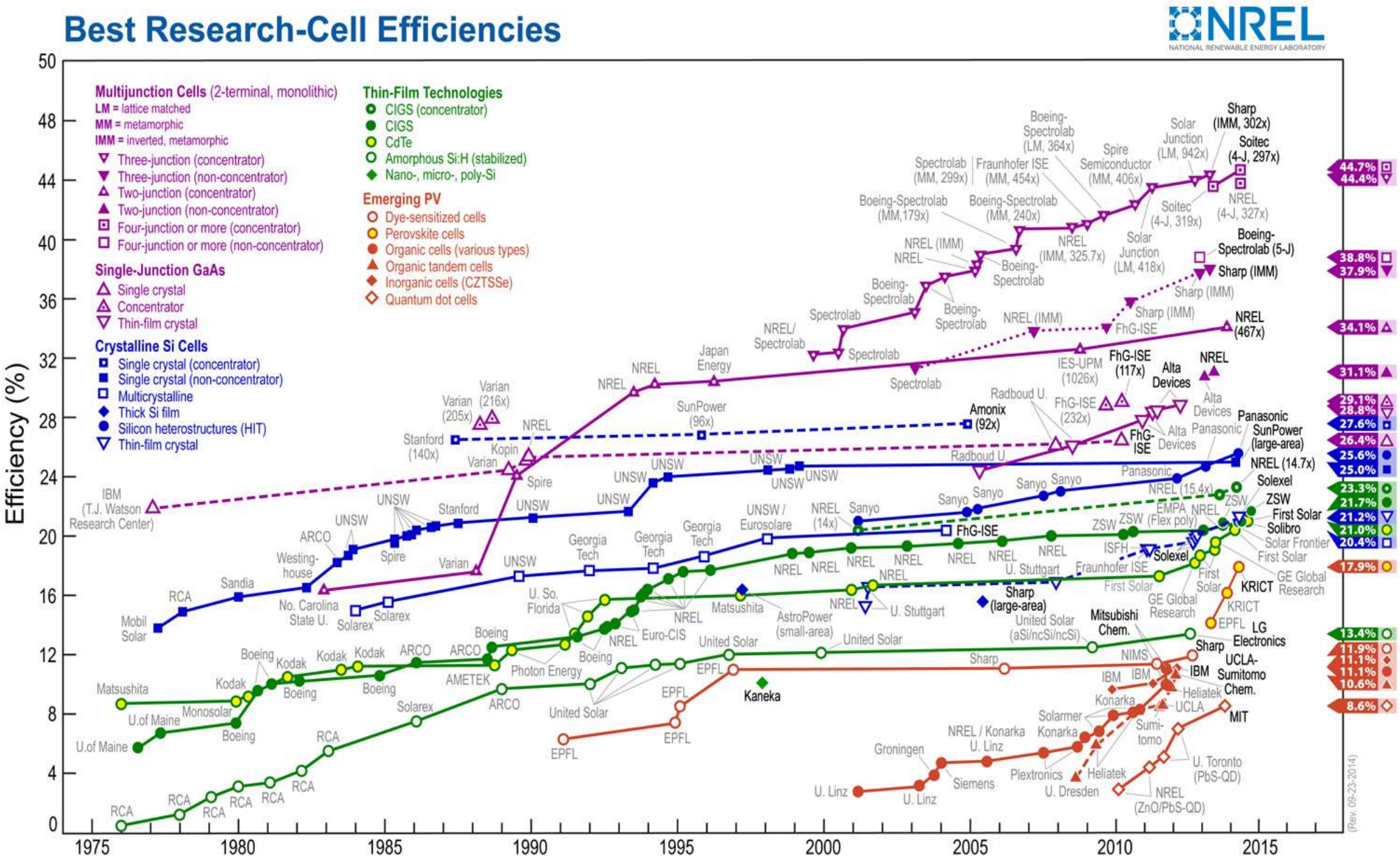
2015: 0.227 TWp global installiert

Produktions-kapazitaet gegenwaertig etwa 0.1 TWp/a

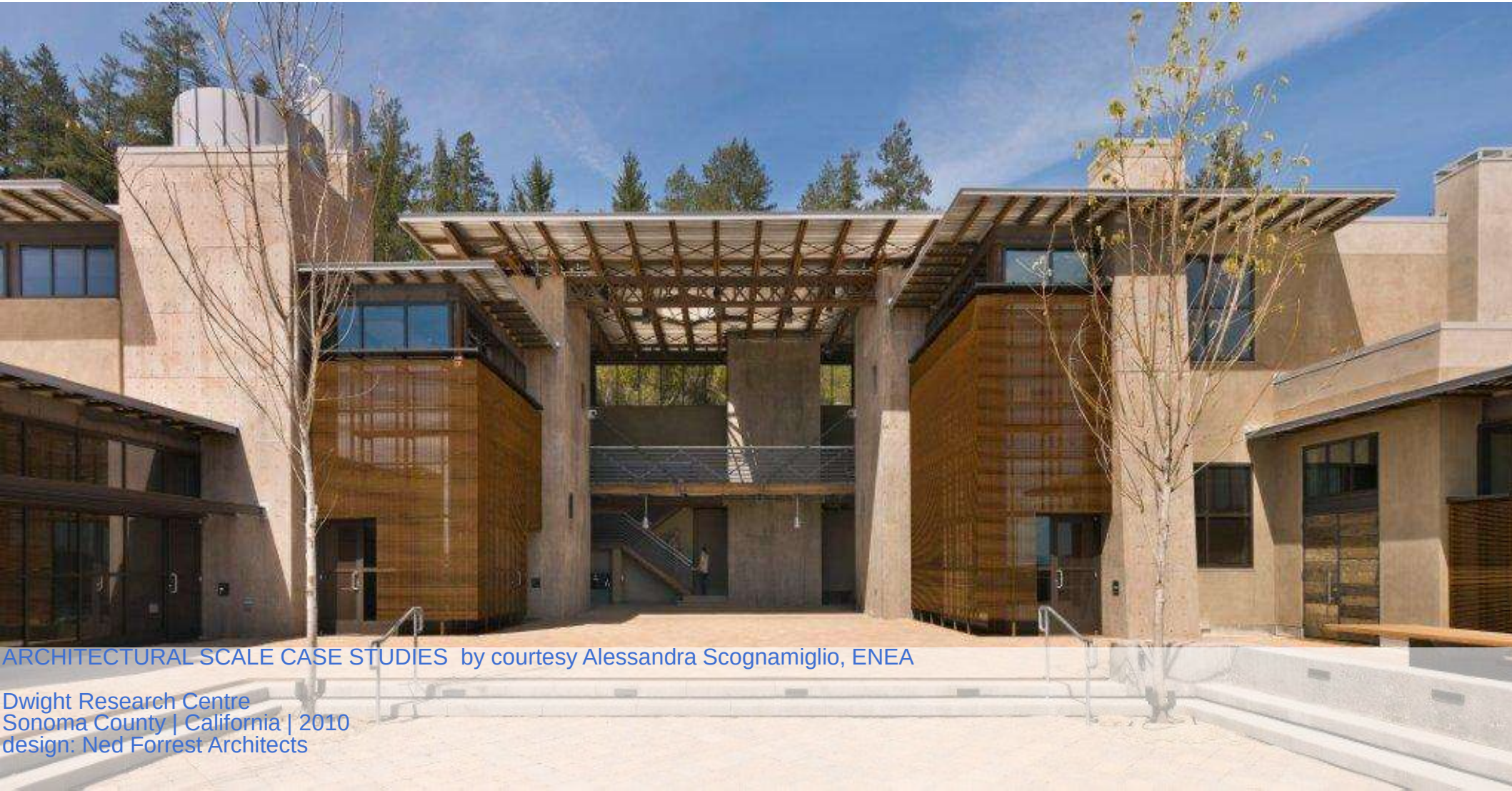
- Konstant 0.1 TWp/a: 1. 8 TW
- Steigerung 15%/a: 3.0 TW
- Steigerung 25%/a: 6.5 TW

N. Hagel et. Al. *Terawatt-scale photovoltaics: Trajectories and challenges*; SCIENCE 356 (2017) 6334

Der Traum geht weiter…



PV und Design



ARCHITECTURAL SCALE CASE STUDIES by courtesy Alessandra Scognamiglio, ENEA

Dwight Research Centre
Sonoma County | California | 2010
design: Ned Forrest Architects

SCIENCE IS NOT ENOUGH
MAKING SUSTAINABILITY SUPER SWEET

LAWRENCE SCARPA

PV | FORMS | LANDSCAPES

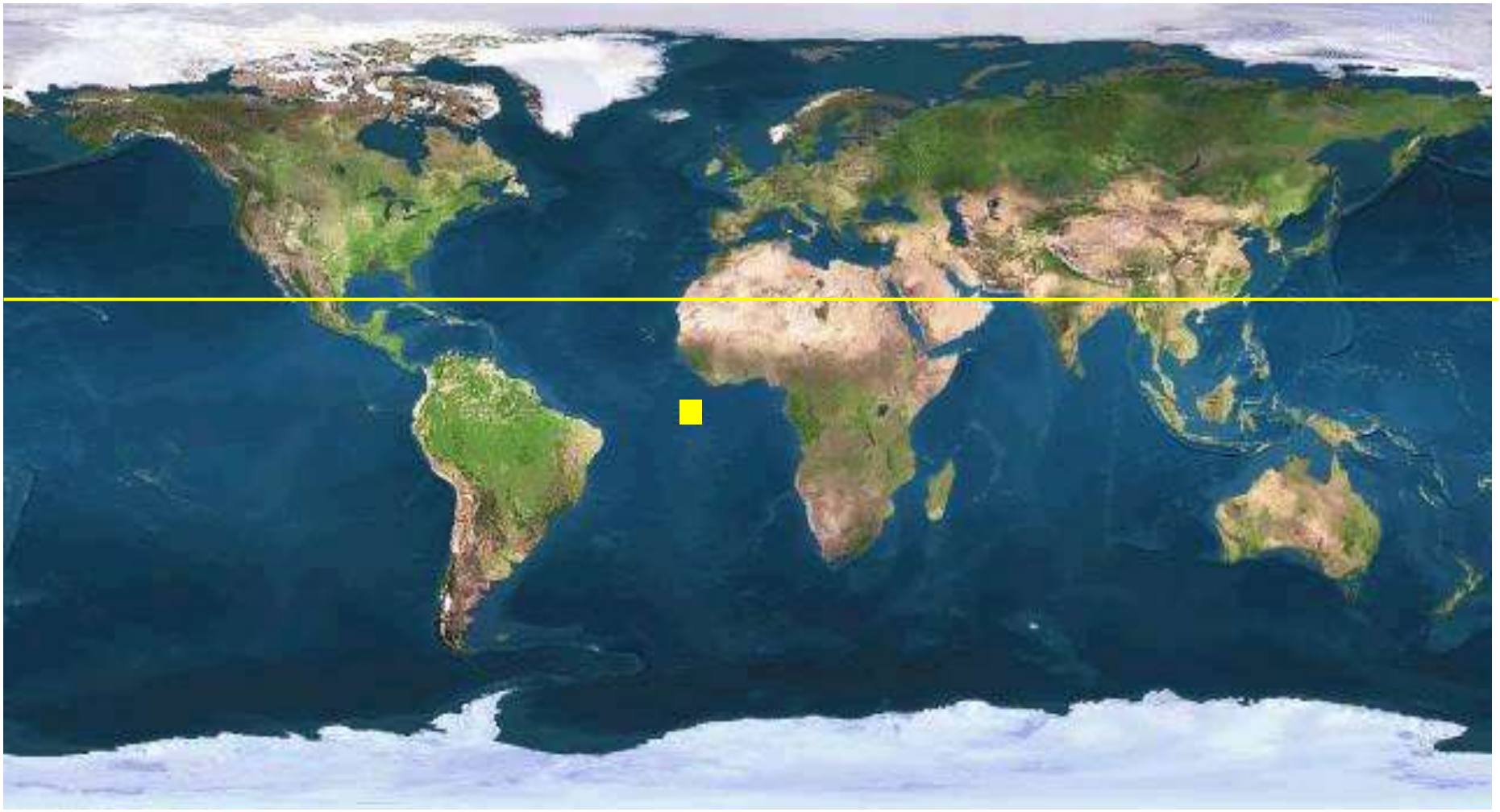
… in der Hand von guten Architekten

Die PV DNA

PV richtig groß….

PV auch nachts…

Eine Globale Utopie ?



Ring: 9 km wide 600x600 km2 squ. Costs @ 0.5$/Wp: 12% of Value of yearly Oil Production every yr @ 135$/bbl over 42 yrs

… Strom für Alle

Vielen Dank!

ossenbrink11@gmail.com