Applied Solar Expertise

Kurzfristige Vorteile und langfristige Notwendigkeit für Batteriespeicherung des PV-Stroms

VDMA

Frankfurt, 12th April, 2016

Dr. Winfried Hoffmann – ASE

Independant Consultant
Chairman of Supervisory Board Solarfabrik AG
Member of Supervisory Board SMA Solar Technology AG and ISFH
Member of Board of Trustees at FhG-ISE, ZSW and NEXT

Gliederung

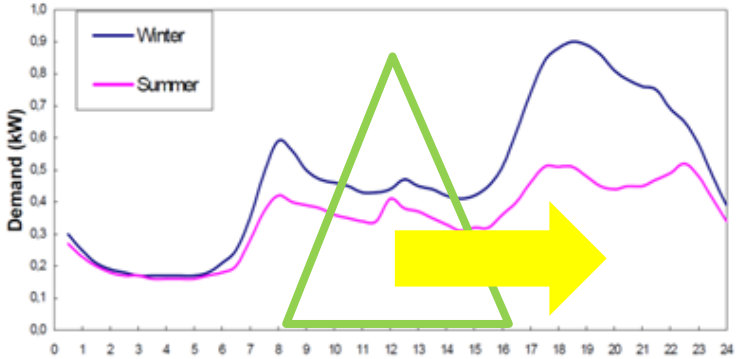
Kurzfristige Vorteile bei hohem Eigenverbrauch von PV-Strom: im Haus – in der Kommune – in der Energieregion

Langfristige Notwendigkeit für 100% Erneuerbare Energie aus variablen Quellen wie PV und Wind

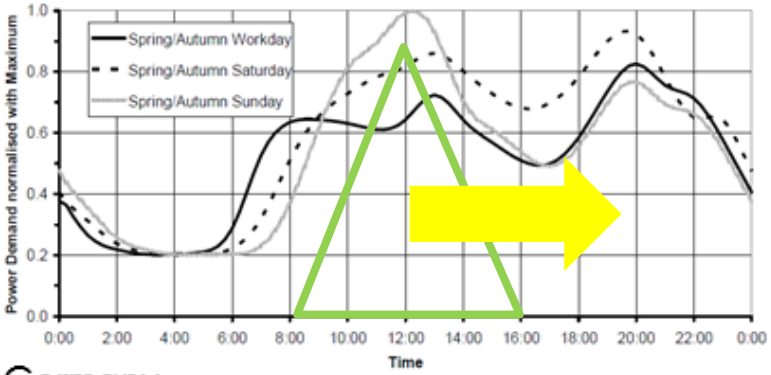
Preisentwicklung für Li-Ionen-Batterien abgeleitet von entsprechender Preiserfahrungskurve (PEK)

Preisentwicklung von gespeichertem PV-Strom

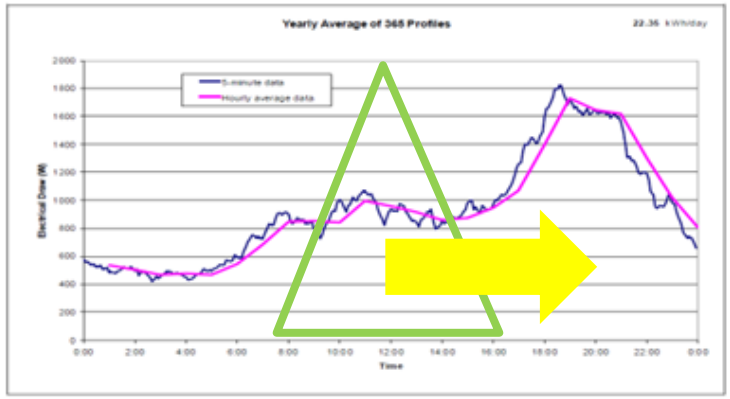
Typische Lastkurven für Haushalte in verschiedenen Ländern (mit schematischem PV Profil und sinnvoller Speicherung für Abendspitze)



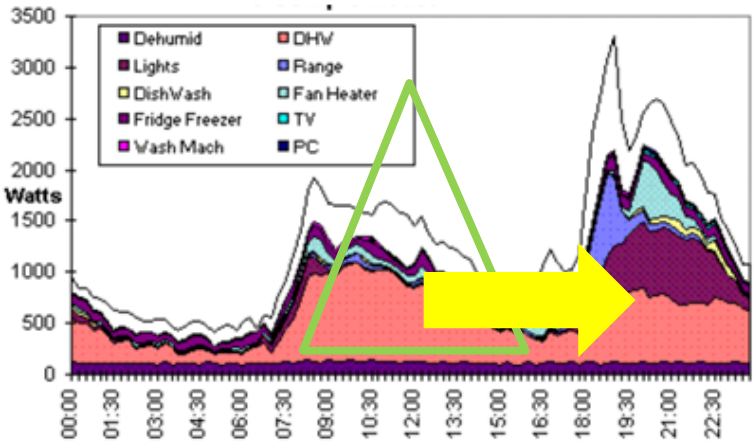
United Kingdom



Germany



Canada

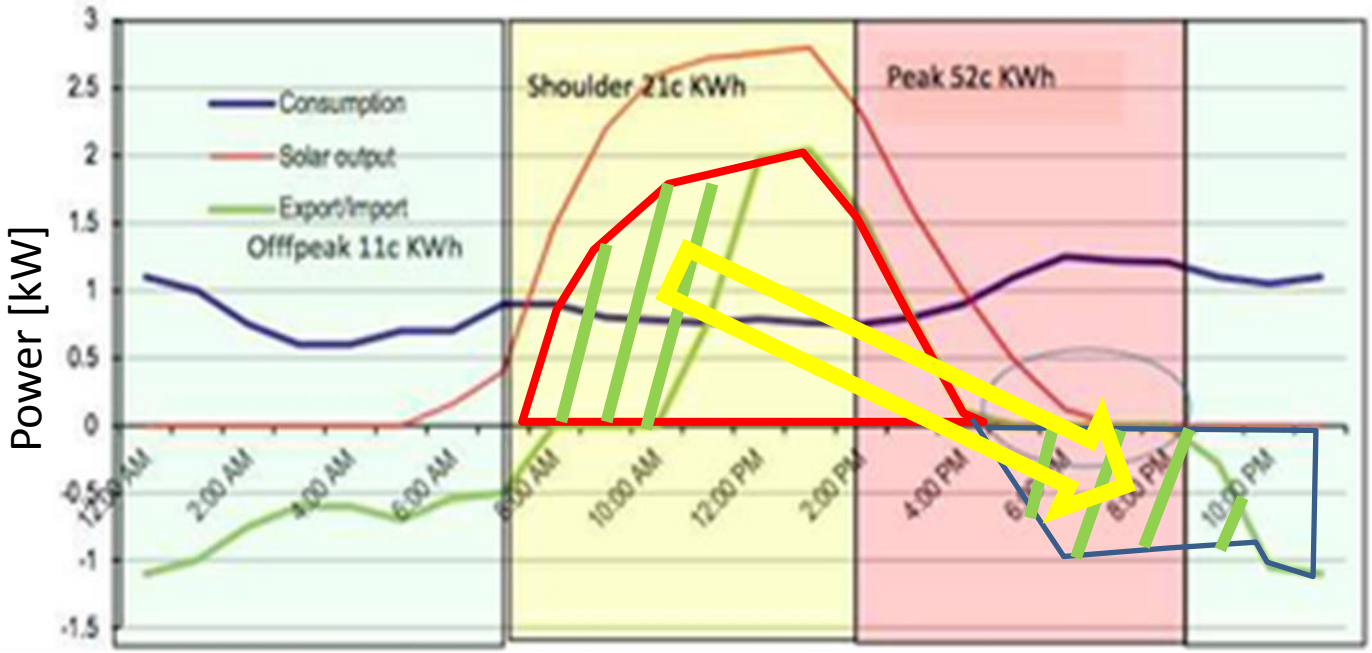


New Zeeland

Source: SMA Solar Technology AG (2011), Isaacs et al. (2005), Household Energy End-use Project in New Zealand

Haushaltsverbrauch, Solarerzeugung, Eigenverbrauch, weniger Einspeisung und Speicherung mit Batterien

8,000 kWh customer in Australia,
4 kW PV, 5 kWh battery, price ~18,000$ (with PV subsidy SREC)
PV electricity export to grid 6$ct/kWh



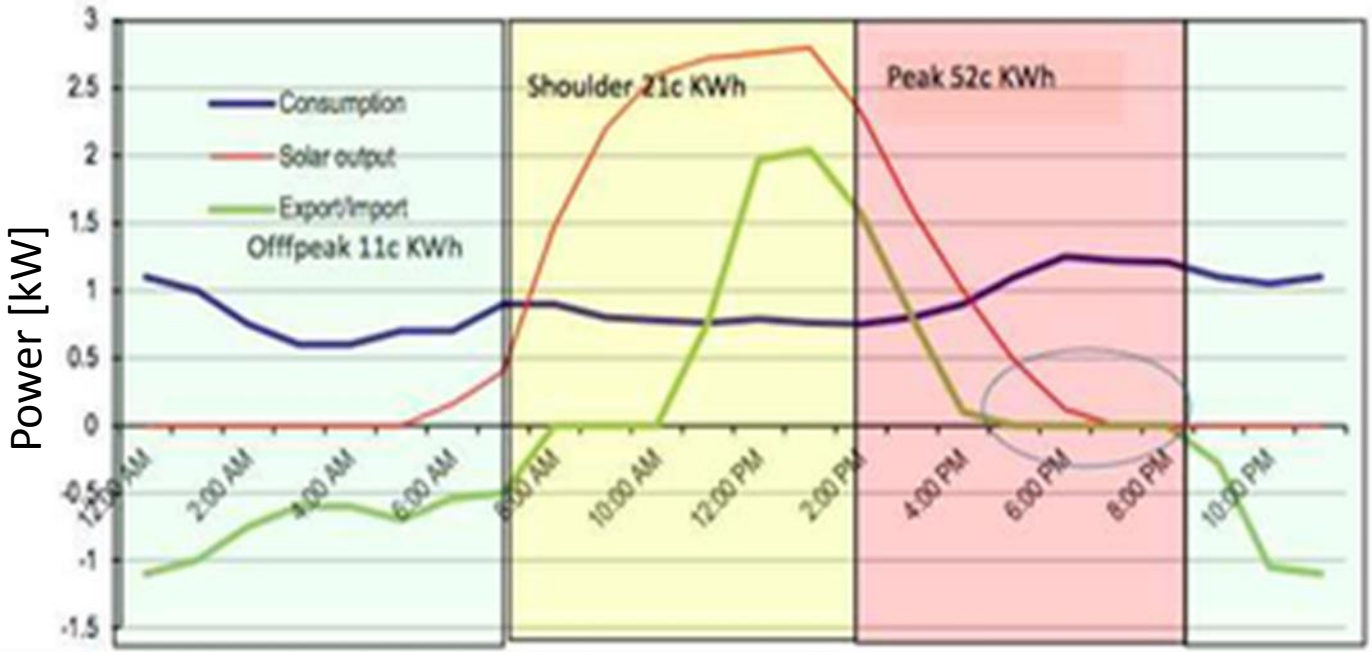
@ no fix cost for connection:

w/o PV&battery: ~$2,000 p.a.

Source: UBSe (Nov 2014)

Haushaltsverbrauch, Solarerzeugung und Nettostrombezug mit Batteriespeicherung

8,000 kWh customer in Australia,
4 kW PV, 5 kWh battery, price ~18,000$ (with PV subsidy SREC)
PV electricity export to grid 6$ct/kWh



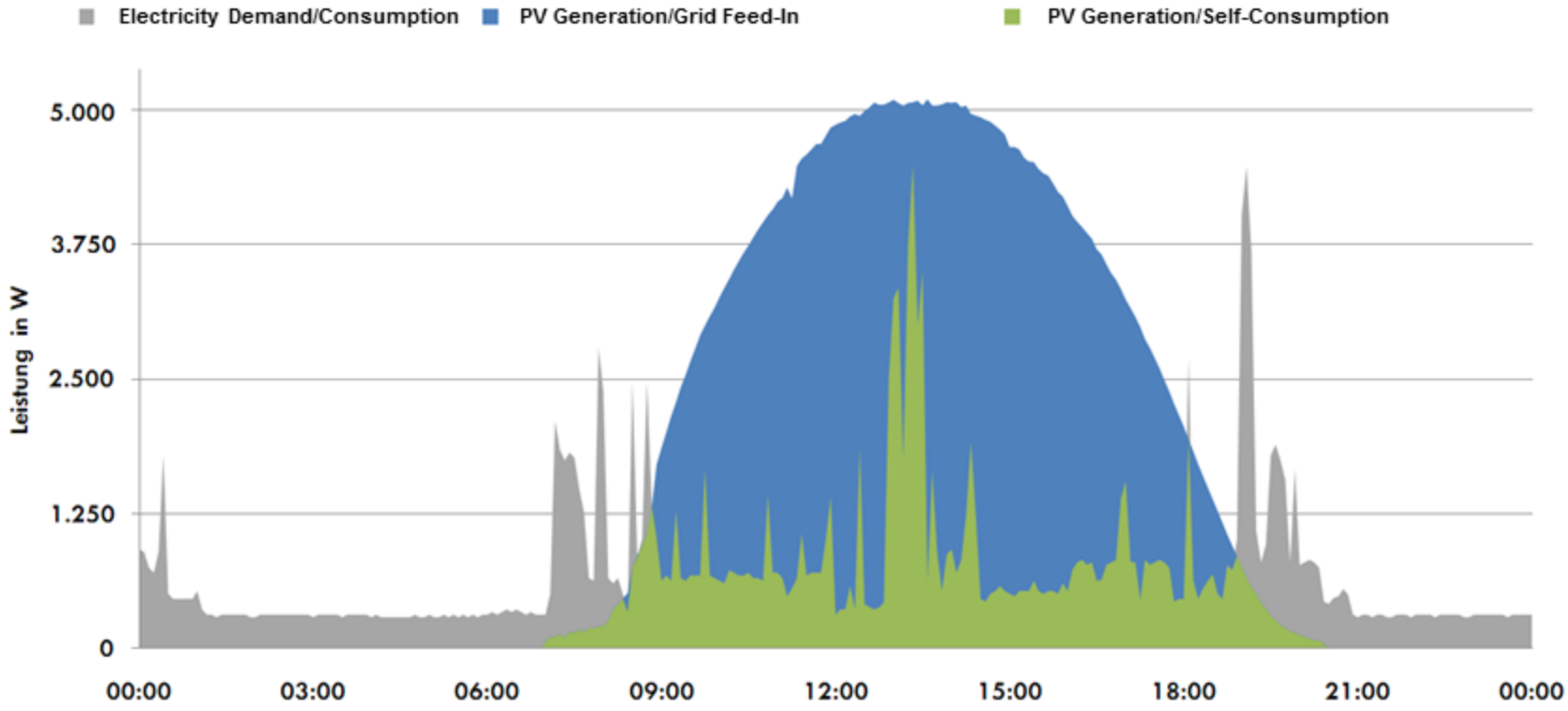
@ no fix cost for connection:

w/o PV&battery:
~$2,000 p.a.

With PV&battery:
Net revenue ~$150
Net gain ~$1,550
~= 1,300 + 400 - 300 + 150
→ Payback ~ 12+a

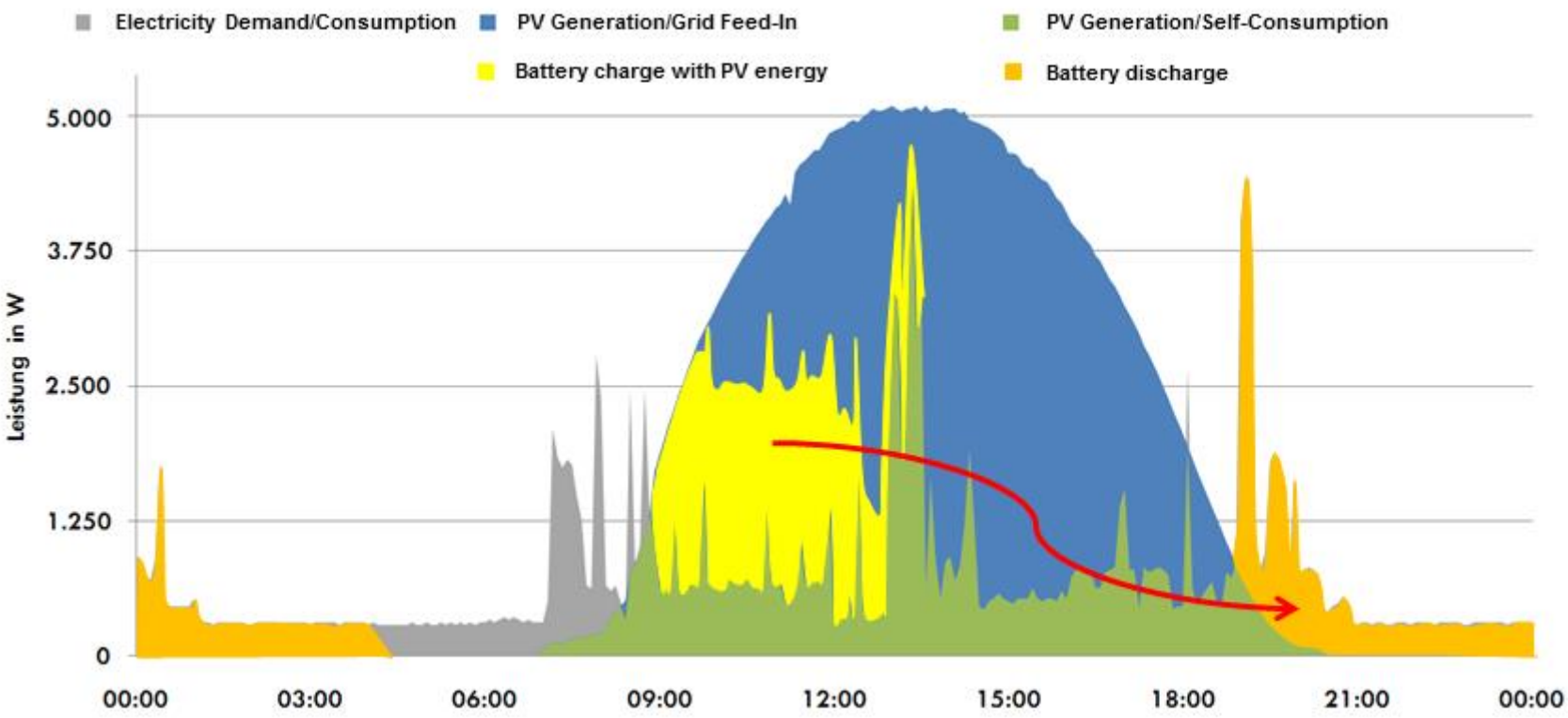
Source: UBSe (Nov 2014)

Lastkurve (in DE) und PV – Einspeiseprofil



Source: SMA Solar Technology AG (2011)

Lastkurve (in DE) und PV – Einspeise-profil mit Batteriespeicherung



Source: SMA Solar Technology AG (2011)

Kurzfristige Vorteile von Batterie-speichern im „smart home“ mit PV

Erhöhung des Eigenverbrauchs

- Speicherung des nicht benötigten mittäglichen Solarstroms für die abendliche (teure) Lastspitze und die Nachtstunden
- Absicherung gegen mittel- und langfristige Strompreiserhöhungen

Entlastung der Verteilnetze

- Einspeicherung der mittäglichen Solarstromspitze
- Verminderung der abendlichen Lastspitze
- Verbesserte Netzverträglichkeit von PV-Anlagen

Kurzfristige Vorteile von Batteriespeichern im „smart business“ mit PV

Verminderung des Budgets während Zeiten mit hohen Strompreisen

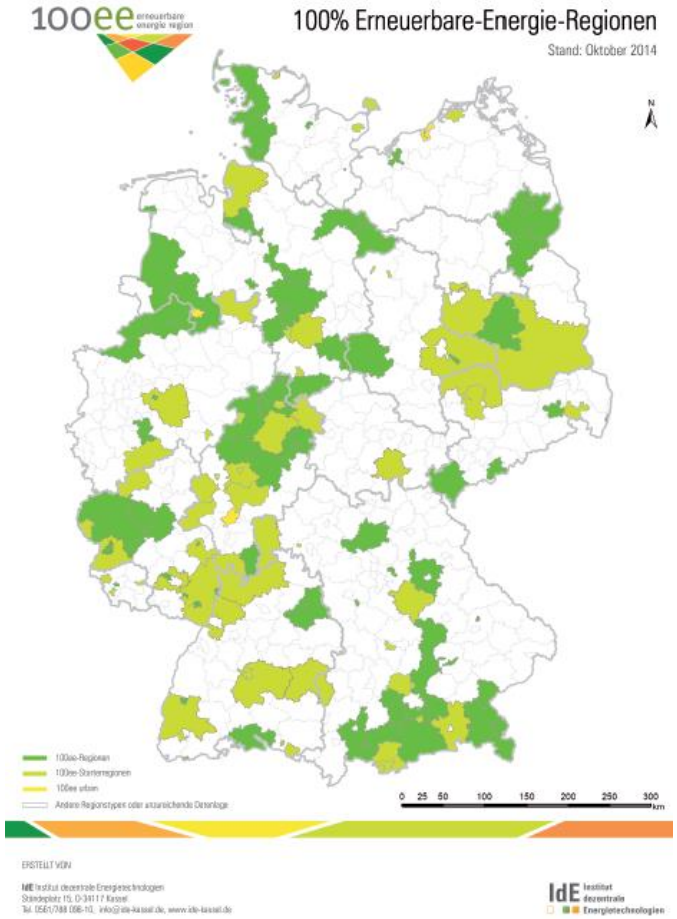
- Verschieben von Strommengen nicht nur aus PV-Überschuss, sondern auch von Zeiten mit niedrigem Tarif in Hochpreiszeiten (z.B. Nachtstrom in teure Morgenstunden)
- Absicherung gegen mittel- und langfristige Strompreiserhöhungen

Glättung der Lastkurve

- Begrenzung auf wählbare maximale Leistung

Entlastung der Verteilnetze

Mittelfristiger Vorteil von Batterie-speichern in „smarten Energieregionen“



Source: IdE Kassel

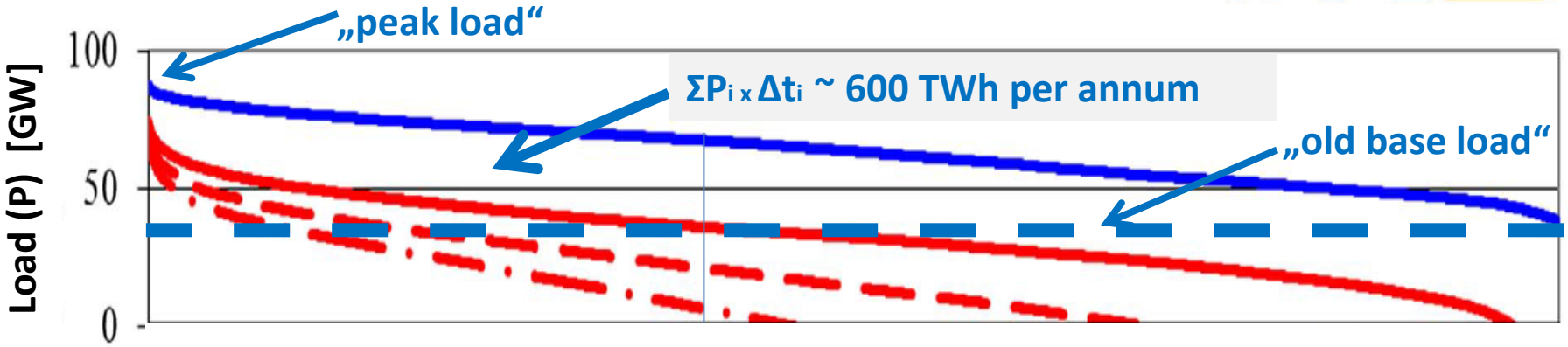
146 Regionen
~25 Millionen Einwohner

Um in den Energieregionen in den vorgenommenen Zeiträumen eine **Versorgung mit bis zu 100% EE** zu ermöglichen, ist neben einem örtlich optimierten Portfolio von Wind, Sonne, Thermie, Bioenergie etc eine **Speicherung von Strom aus variablen EE (Wind und Sonne)** unerlässlich

Neue Geschäftsmodelle für regionale Stromversorger/Stadtwerke

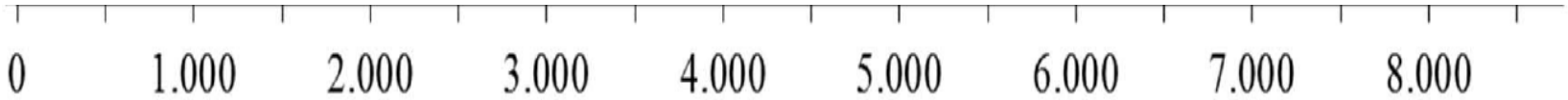
- Übernahme/Rückkauf des Ortsnetzes
- Maßgeschneiderte Lösungen für die Kunden vor Ort, inklusive Mieterstrommodelle
- „Einsammeln und adäquate Vergütung “ der nicht direkt verbrauchten variablen erneuerbaren Strommengen von PV- und nahe im Verantwortungsbereich stehenden Wind-Anlagen und Speicherung in „Quartierspeichern“ (MWh bis GWh mit LIB aber auch NaS, Redox-Flow u.a.) – damit lässt sich neben dem Rückverkauf von Strom an die Kunden auch Regelenergie bereit stellen
- Aktive Beteiligung an „100% smarten Erneuerbaren Energieregionen“ - interessant ist die Verbindung von urbanen Regionen (wenig Freifläche, hohe Kapitalkraft) mit ländlichen Regionen (viel Fläche, weniger Kapitalkraft)
- Die individuellen Pläne vieler Stadtwerke und die strategische Neuaufstellung der großen Energieversorger E-ON und RWE sind erste Anzeichen gelebter „Energiewende“

Deutschland‘s Lastkurve für Strom



Stark vereinfachte Bereitstellung des heutigen Strombedarfs von 600 TWh/a in Deutschland:

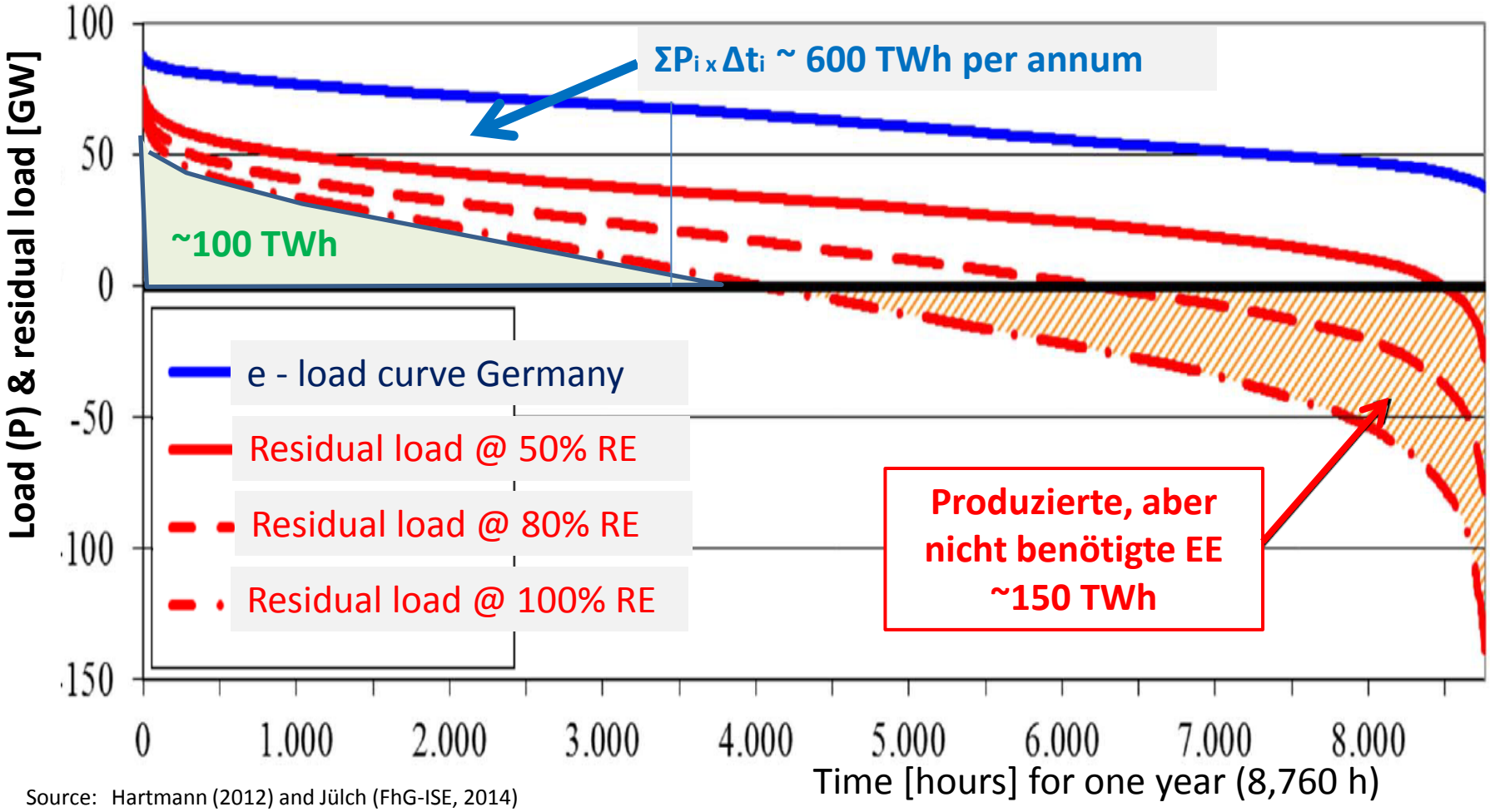
~200 GW Wind =~ 400 TWh/a
~200 GW PV =~200 TWh/a



Time [hours] for one year (8,760 h)

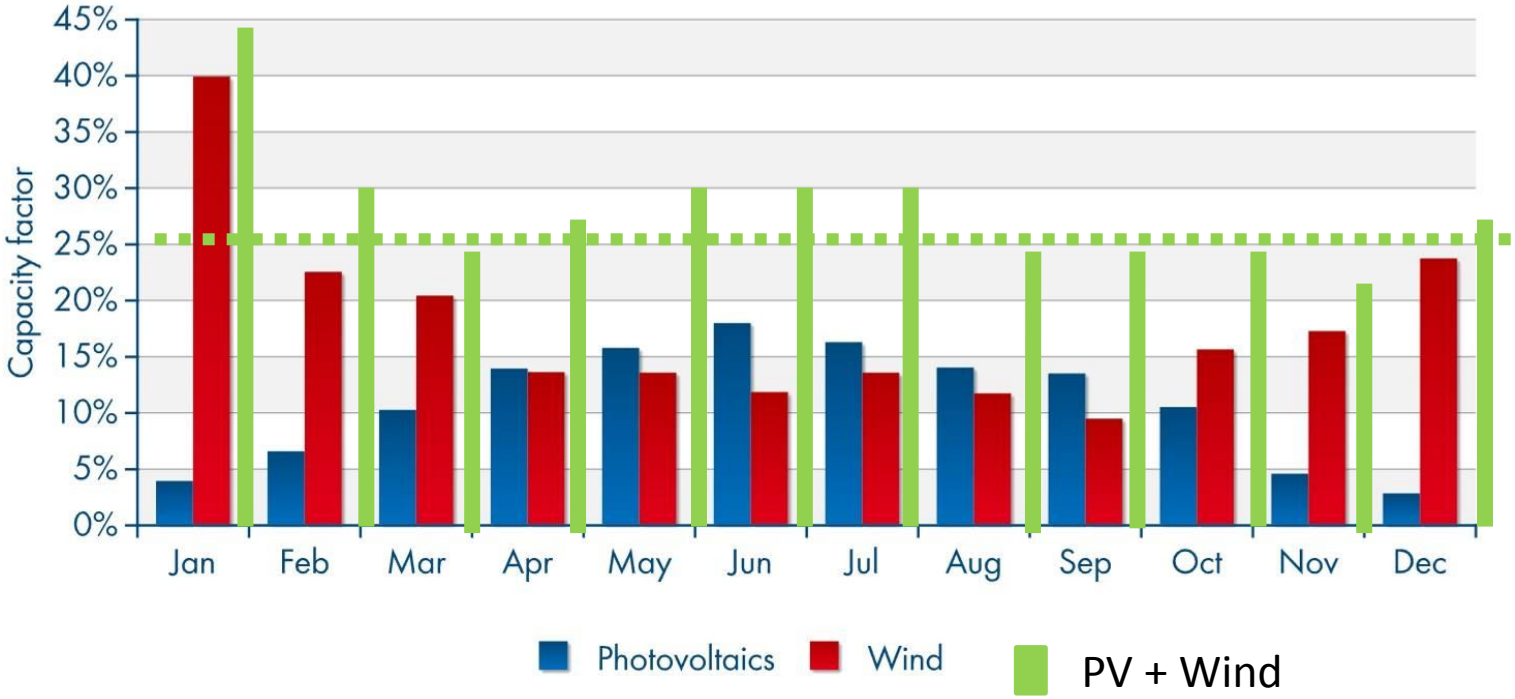
Source: Hartmann (2012) and Jülch (FhG-ISE, 2014)

Deutschland's Lastkurve und Residuallast mit Erneuerbaren Energien: langfristige Notwendigkeit von Batteriespeichern



Source: Hartmann (2012) and Jülch (FhG-ISE, 2014)

Durchschnittliche Netzeinspeisung von PV- und Windleistung in Deutschland (2005)



- Wind and solar energy optimally leverage across the four seasons in Northern Europe

Source: SMA Solar Technology AG (Engek)

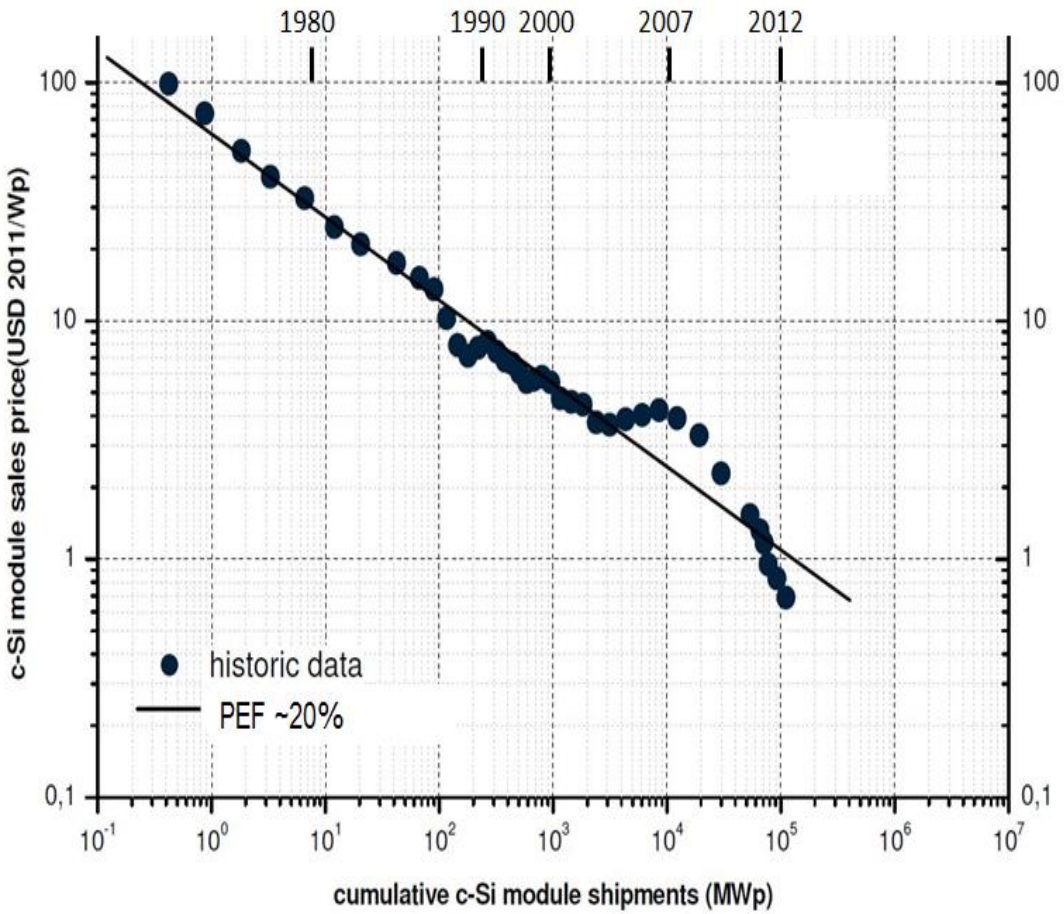
- Ein Großteil der jahreszeitlichen Schwankung von PV und Wind kann durch ein regional optimiertes Portfolio von Wind und PV abgedeckt werden

- Deutlich über den Durchschnitt hinausgehende Wochenlasten (z.B. die „Dunkelflaute“ bei einem 2-wöchigen Hochdruckgebiet im Winter) können durch
  # P2G (power to gas)
  # eingekaufte Leistung bei vielen „range-extender“ von e-Mobilen
  (50% von 10 Mio e-Fahrzeugen mit 20 kW range extender → bis zu 100 GW!)
  # Bioenergie
  # Wasserkraft (national und europäisch)
  abgedeckt werden

- Der Großteil der vorgenannten 150 TWh muss über Stunden und Tage mit kostengünstigen Stromspeichern verschoben werden

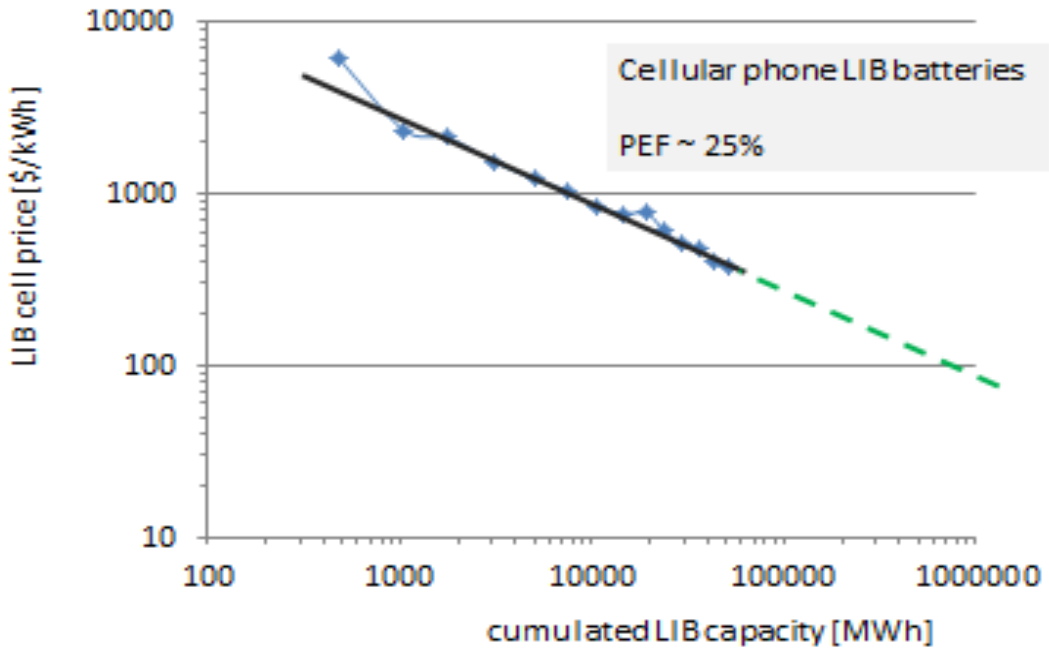
- Ein geeignetes Werkzeug zur Vorhersage künftiger Preise bei weltweit gehandelten Masseprodukten ist die **Preis-Erfahrungs-Kurve (PEK)**

PEK für PV - Module



Source: ITRPV 2013

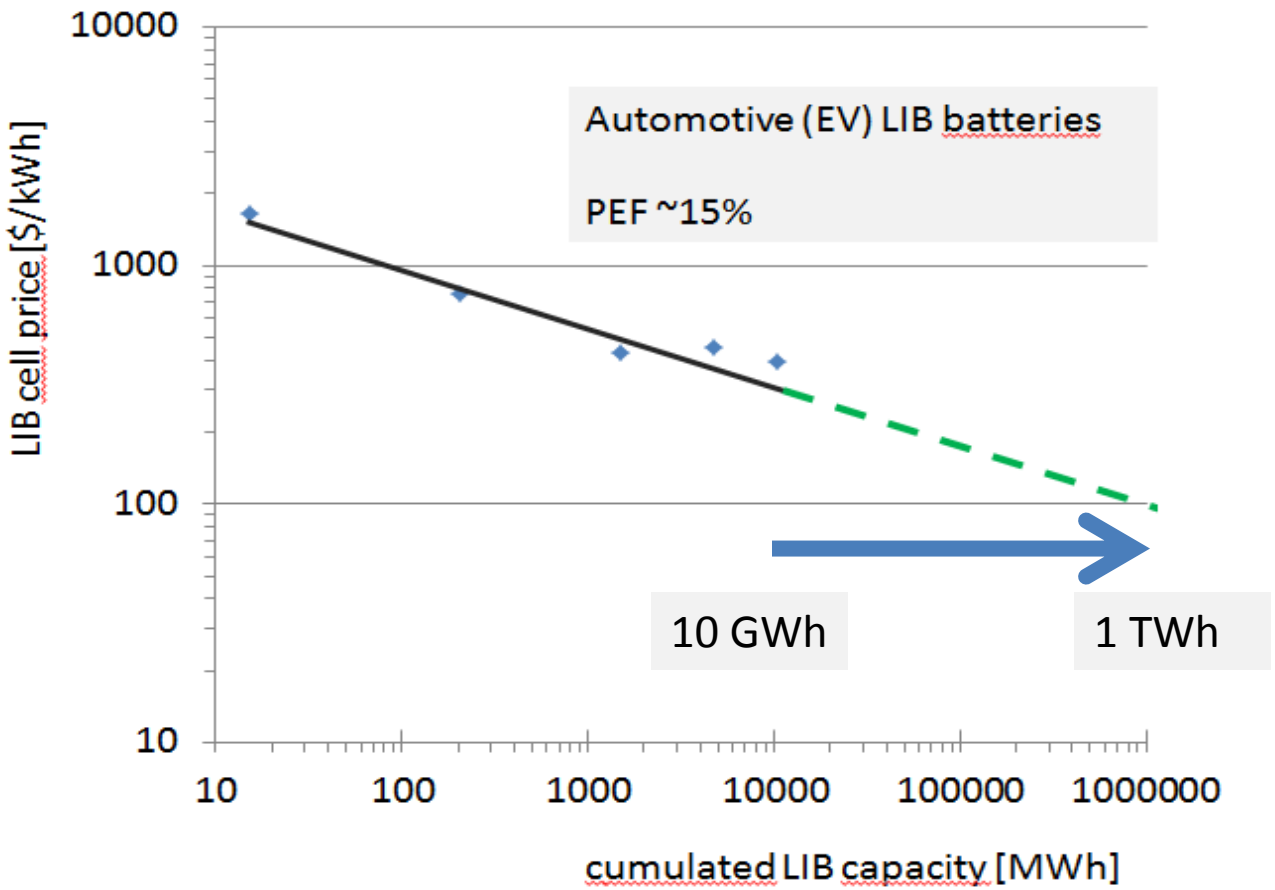
PEK für Li-Ionen-Batterien für Mobiltelefone



green dotted line is extrapolation of past PEC

Source: raw data from personal communication C. Pillot, Avicenne

PEK für Li-Ionenbatterien für EV's

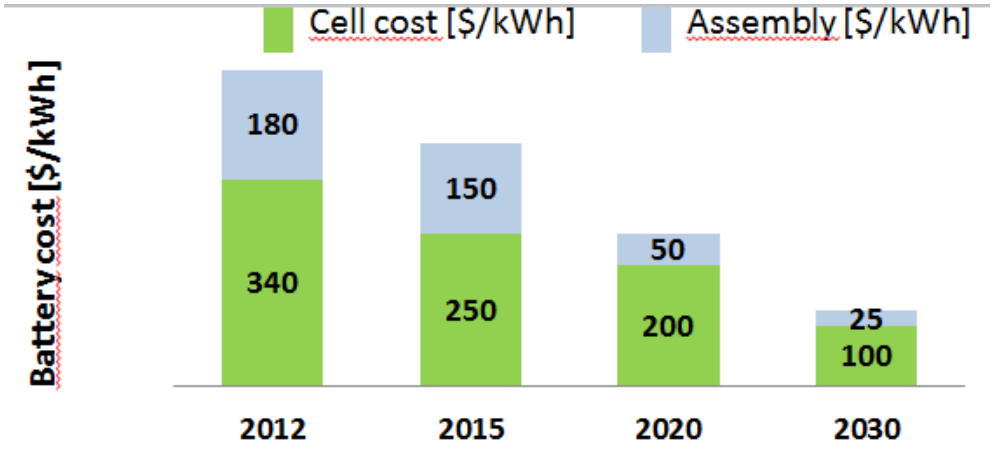


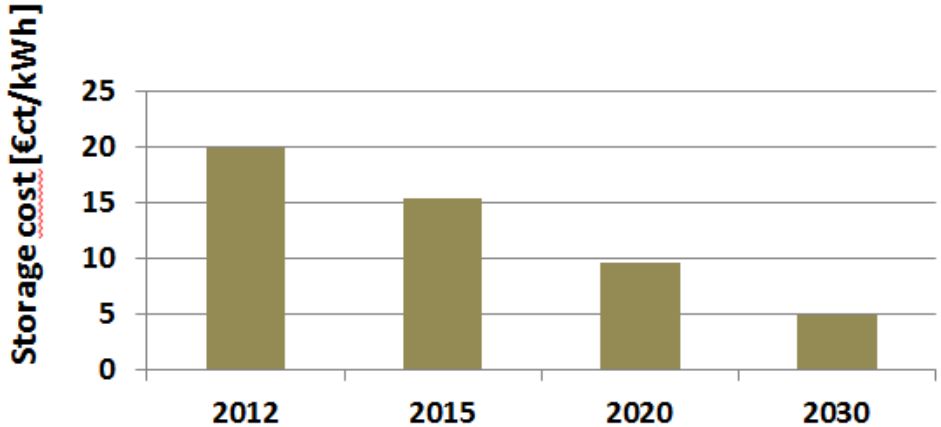
For comparison: PV between 2000 and 2010 had CAGR (cum) of 41%

CAGR (cum. Vol.) = 31 p.a. for 2030

Source: Raw data from personal communication C. Pillot (2014), avicenne; PEC curve constructed by author

LIB cell- and battery cost and resulting storage cost





LCOS (Levelized Cost of Storage) can be up to a factor of two higher depending on application (installation, BOS, power electronics)

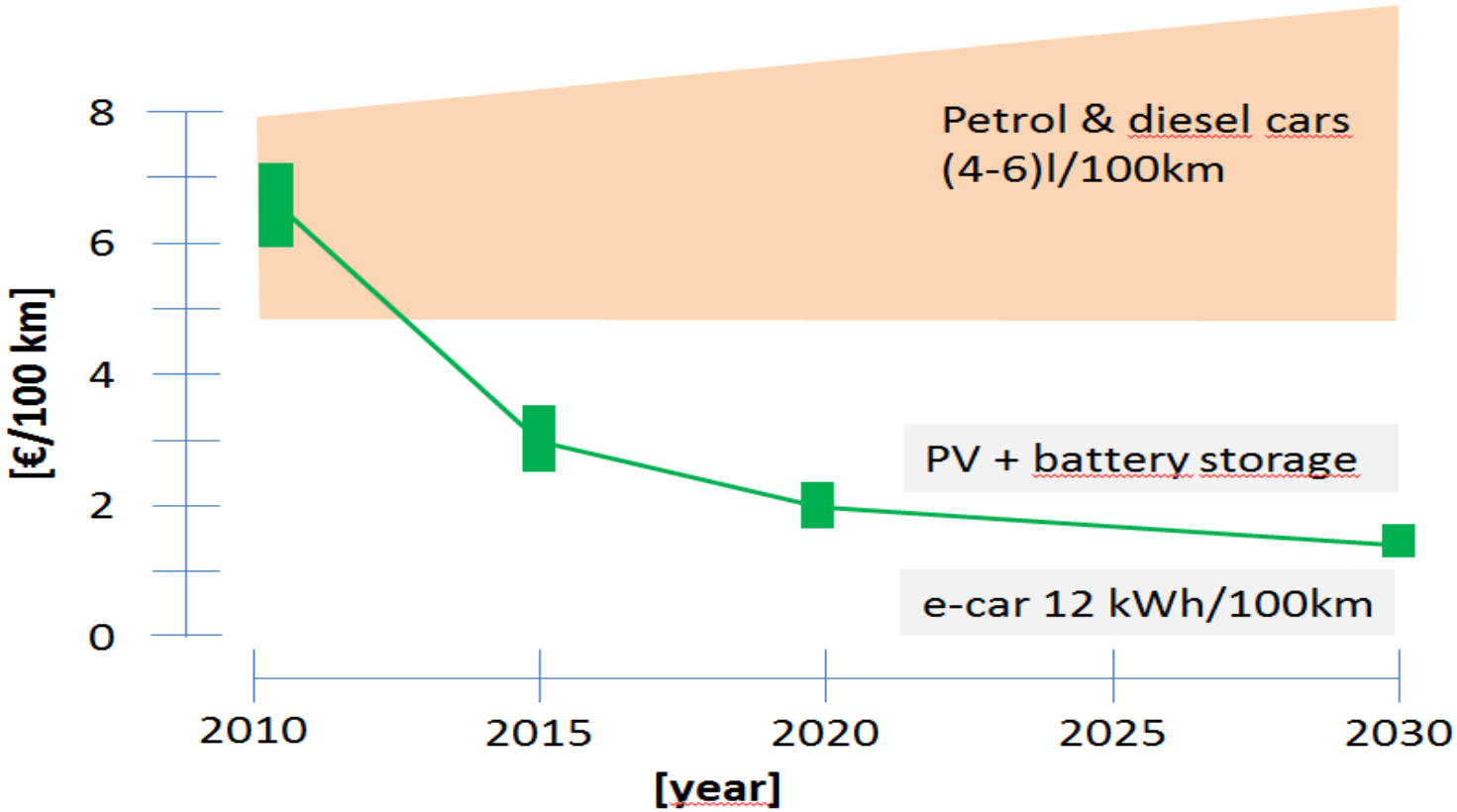
Simplified calculation for the cost of a stored kWh by a LIB battery:

- Lifetime 5,000 cycles
- Financing cost ~ same as investment
- Usable capacity per cycle ~80%

Cost per kWh = (I x 2)/(5,000 x 0.8)

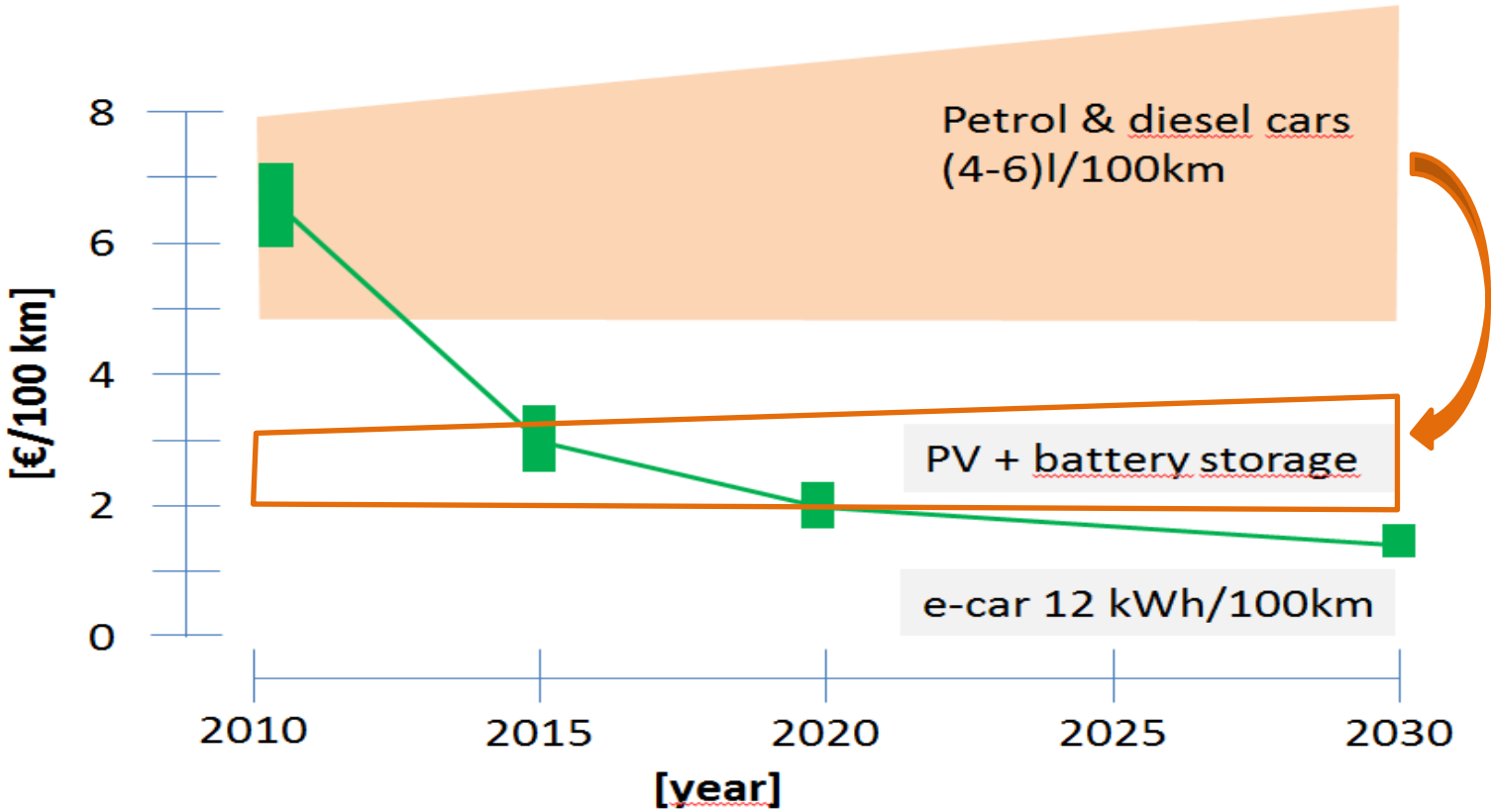
Source: LIB cost 2012, 2015 and 2020 from C. Pillot (2014), avicenne; 2030/35 LIB cost, storage cost and conclusions are own estimates

Fuel cost per 100 km for conventional cars and PV electricity & storage cost for e-cars



BSC [€ct/kWh]	40	15	10	5
PV [€ct/kWh]	10-20	7 -14	5 -10	4 -7

Fuel cost per 100 km for conventional cars and electricity & storage cost for e-cars



If only product price is considered

BSC [€ct/kWh]	40	15	10	5
PV [€ct/kWh]	10-20	7 -14	5 -10	4 -7

Krawinkel (MVV): „Ab 2017/18 wird Kombination PV & Speicher (in DE) konkurrenzfähig zum Haushaltsstrompreis“

Source: Holger Krawinkel, MVV Energie, OTTI Symposium 2016

Longer term electricity price development

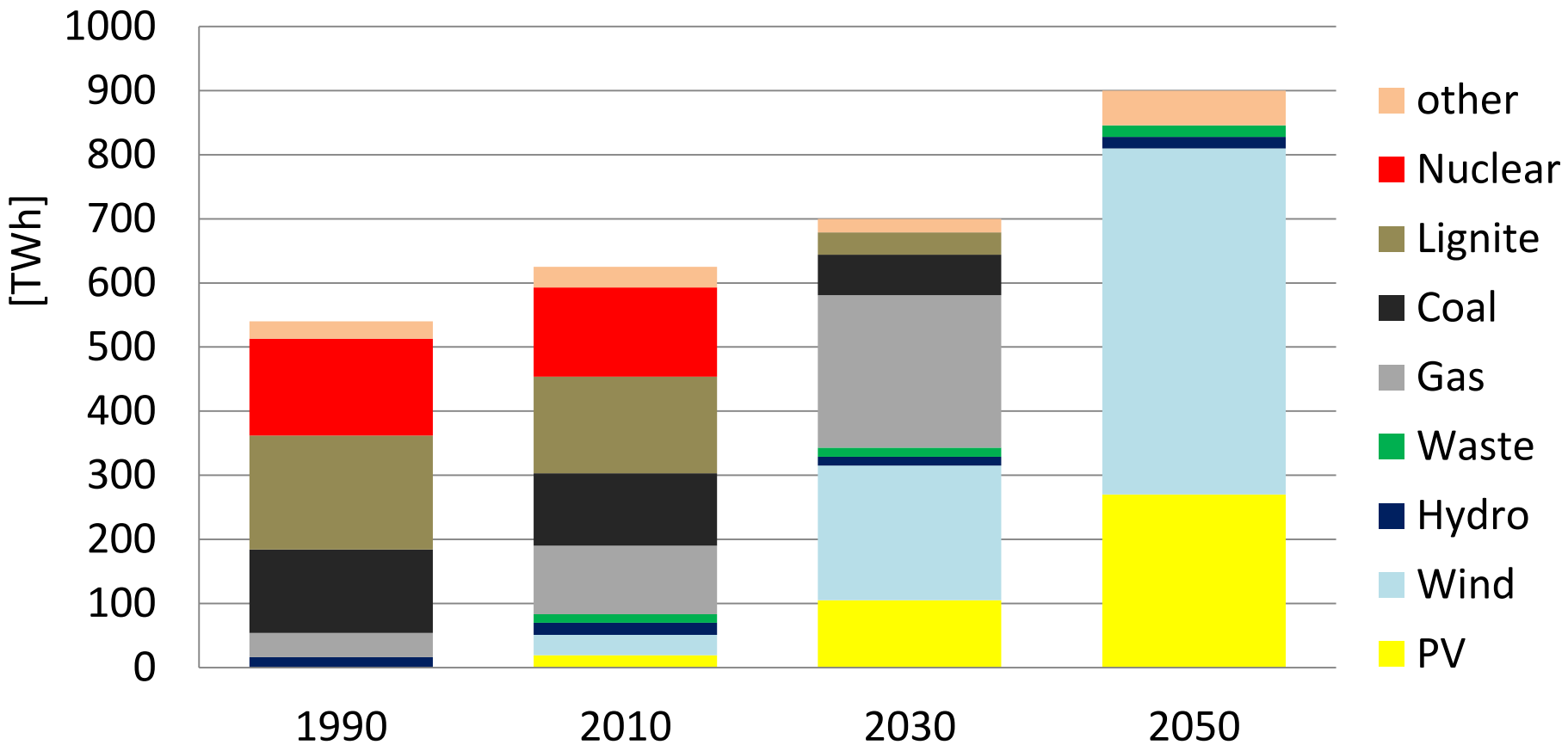
Own	Technology	LCOE in today's currency [$ct/kWh]
Traditional	Clean coal with CSS	> 10
	Nuclear fission	> 10
Photovoltaics	Southern areas (~2 kWh/W_{PV})	2 – 4
	Northern areas (~1 kWh/W_{PV})	4– 8
Wind	On-shore (~2 kWh/W_{wind})	3 – 4
	Off-shore (~4 kWh/W_{wind})	5 – 8
Storage	Small (~kWh+)	5-10
	Large (~MWh)	<~ 5

Source: Own data

Zusammenfassung

Kurzfristige Vorteile		
[€ct/kWh]	Südeuropa	Nordeuropa
Heute	PV (4-10) + 50% Batterie (15 - 24) **„effektive PV-Kosten“ = (11 - 22)**	PV (8-14) + 50% Batterie (15 - 20) **„effektive PV-Kosten“ = (15 - 24)**
…in 10 Jahren	PV (2-5) + 50% Batterie (7 - 12) **„effektive PV-Kosten“ = (6 - 11)**	PV (4-7) + 50% Batterie (7-10) **„effektive PV-Kosten“ = (8 - 12)**
Langfristige Notwendigkeit auf dem Weg zu 50% … 80% … 90% … 100% EE		
> 10 Jahre	Stromerzeugung mit PV ist die kostengünstigste aller Technologien und bietet regional mit Batterien konkurrenzfähige Lösungen	
> 20 Jahre	Der kostengünstige PV-Überschussstrom kann mit kostengünstigen Kleinspeichern und Quartierspeichern den wesentlichen Strombedarf in Zeiten ohne variable erneuerbare Stromerzeugung abdecken	

Potential further development for gross electricity production in Germany [TWh]



Source: Data 1990 and 2010 from BMWi, other by Winfried Hoffmann (2016)

Applied Solar Expertise

… und für alle, die mehr zum Thema PV, PEC und 100% Erneuerbare Energien lesen wollen:

- Physik Journal, February 2014, W. Hoffmann „Perspektiven der Photovoltaik“

- Book by Wiley -Scrivener, W. Hoffmann
- „The Economic Competitiveness of Renewable Energy – Pathways to 100% Global Coverage“ (ISBN: 978-1-118-23790-8)

Applied Solar Expertise

Thank You & vielen Dank!

ACKNOWLEDGEMENT:

Thanks to SMA Solar Technology AG for using some of their figures

Thanks to Christophe Pillot from AVICENNE ENERGY (Paris) for providing the raw market data for the LIB-battery products

C. Pillot, AVICENNE ENERGY, *Li-ion battery material market review and forecasts 2012-2025,* (2013), http://www.sdle.co.il/AllSites/810/Assets/c%20pillot-avicenne.pdf

contact: winfried@hoffmann-ase.de http://www.AppliedSolarExpertise.de