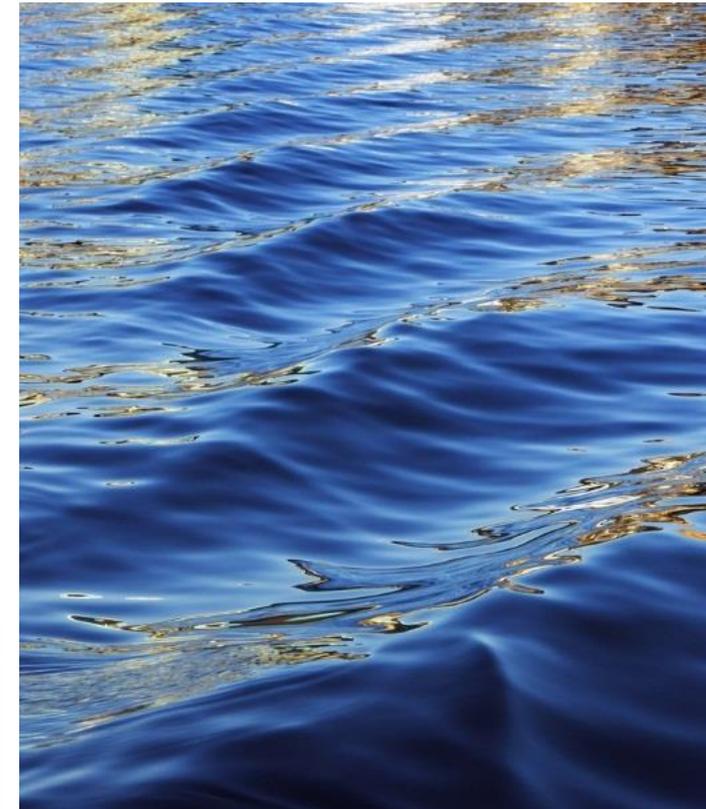
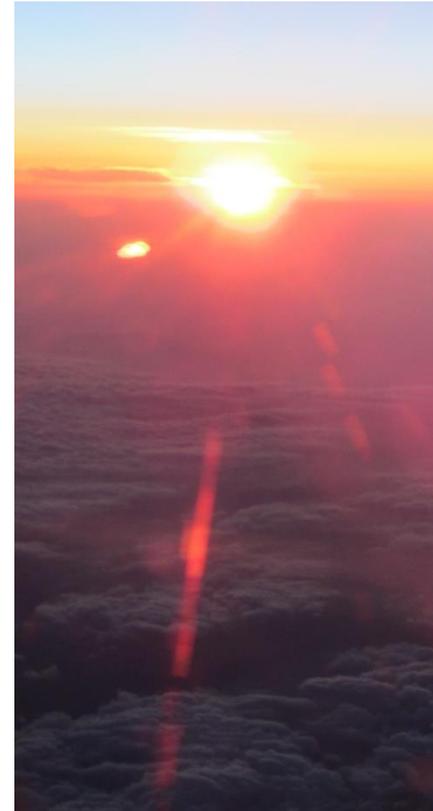


Killerapplikation Automated Demand Response

Warum?
Wie?
Chancen?

Beitrag zu Energie + Informatik
Karlsruhe, 23.09.2015
Dr.-Ing. Thomas Walter, Easy Smart Grid GmbH



„Leapfrogging“ Oft kommt es anders als man denkt



“Entwicklungsländer können konventionelle Optionen zugunsten sauberer Energielösungen überspringen, genauso wie sie das Festnetz zugunsten der Mobilkommunikation übersprungen haben.”

Ban Ki-moon 2012

Disruptive Innovationen führen zu „Leapfrogging“. Beispiele bei der Digitalisierung:

- Cisco überholte Weltmarktführer Siemens/Alcatel (Übergang zu Digitalkommunikation)
- Apple überholte Nokia und ersetzte das Handy durch das Smartphone

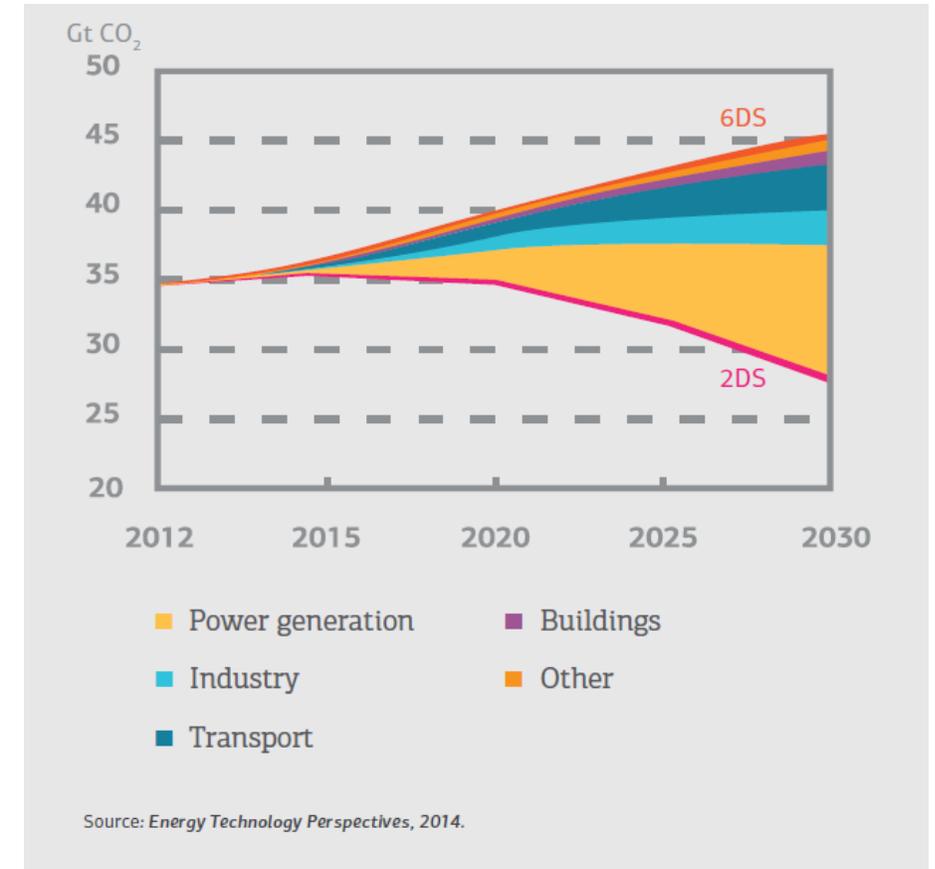
Quelle: Blog Prof. Wettengl: wettengl.info/Blog/?p=5072, Download 21.08.2015, New York Times 2012 zugeschrieben, Bullet points von Thomas Walter

Inhalt

- Herausforderung Flexibilität
- Kundenbedürfnisse
- Märkte im Wandel
- Demand Side Management
- Smarte Zellen, zelluläre Netze und Easy Smart Grid

Herausforderung Flexibilität Wozu ein „Smartes“ Netz?

- Es geht um die Dekarbonisierung der Sektoren Strom, Verkehr und Gebäude
- Smart Grid ist ein Mittel zur Erreichung des Zwei Grad Ziels
- Die Internationale Energieagentur (IEA) schreibt:
„Verbesserungen auf der Verbrauchsseite und flexibler, reaktiver Verbrauch können schwankende Erzeugung ausgleichen“

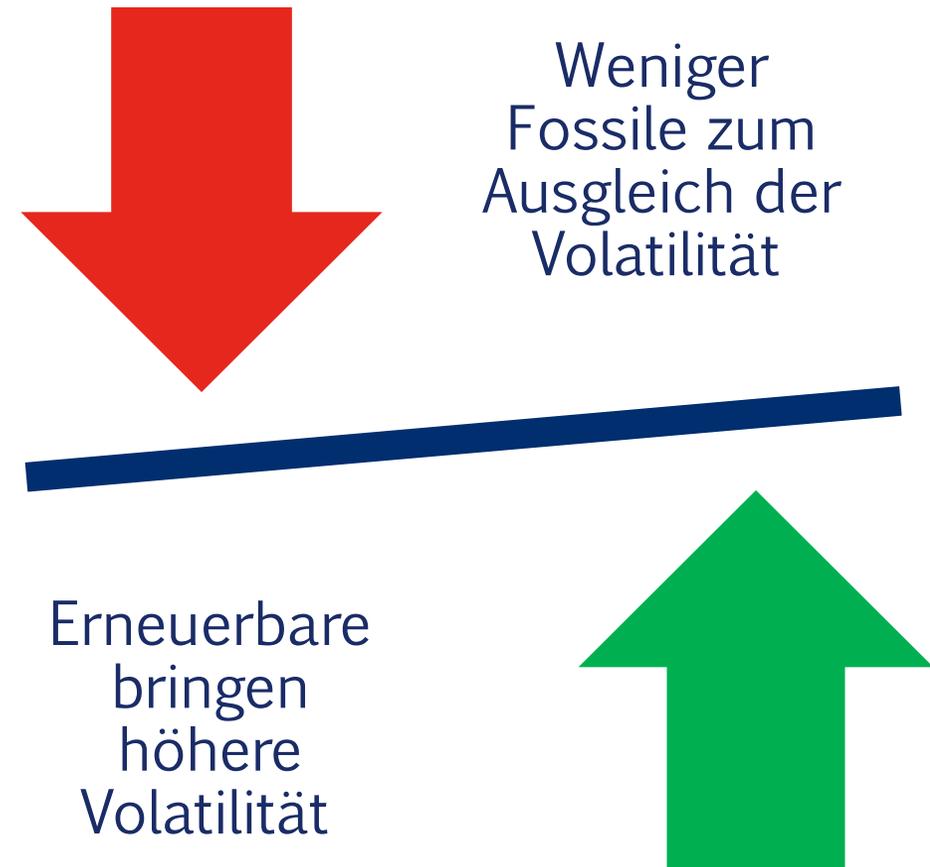


Quelle: „The way forward“: www.iea.org/publications/freepublications/publication/The_Way_forward.pdf, download 20.08.2015

Herausforderung Flexibilität

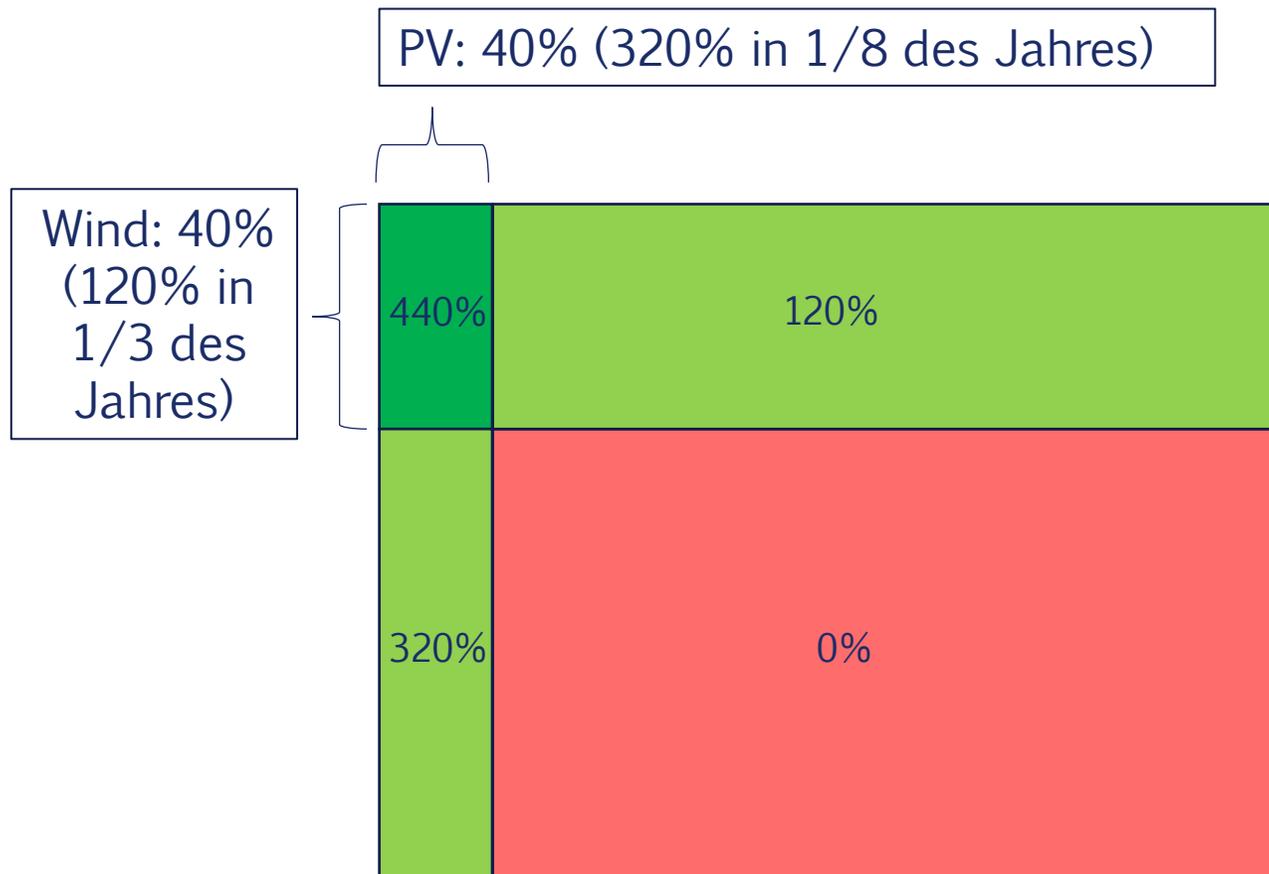
Ursachen des Paradigmenwechsels

- **Energie und Flexibilität** werden heute zentral bereitgestellt.
- Erneuerbare (Photovoltaik, Wind) ersetzen fossile **Erzeugung**, aber nicht deren **Flexibilität**.
- Umbau des Systems erfordert **neue Flexibilitätsquellen** .
- Nötig ist ein **Paradigmenwandel**: Verbrauch folgt der Erzeugung.



Herausforderung Flexibilität Energiewende Digital

KV-Diagramm, Wind und PV, je 40% Anteil, binär quantisiert



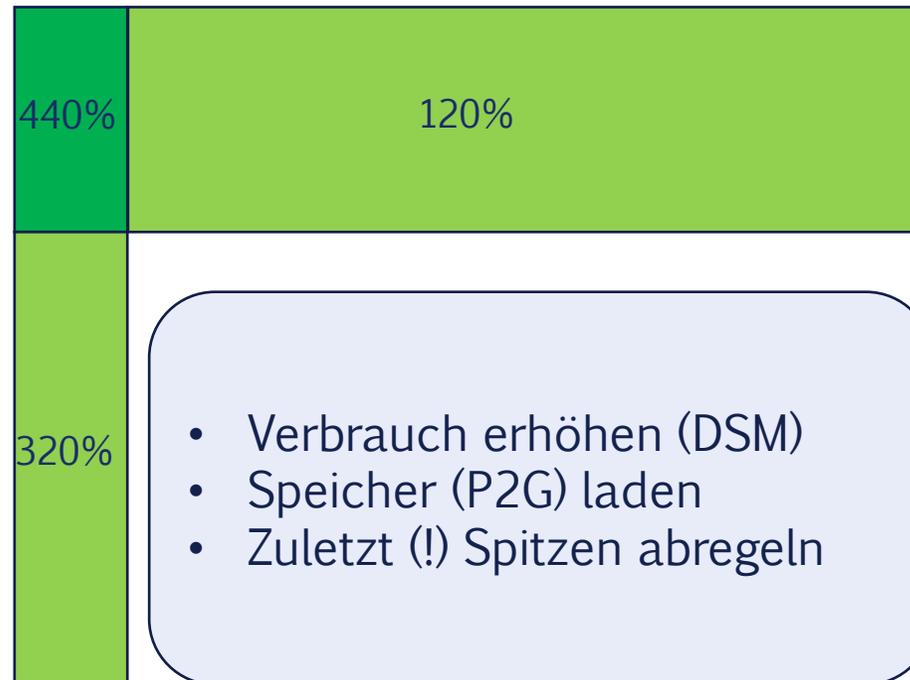
KV-Diagramm entwickelt von Edward W. Veitch 1952 und Maurice Karnaugh 1953

- PV und Wind schwankt.
Typische Jahresproduktion (8.760h):
PV ~1.100 h
Wind ~3.000 h
- Herausforderung 1:
Motivierung der Flexibilität
(Marktdesign)
- Herausforderung 2:
Aktivierung der Flexibilität
(IKT Implementierung)

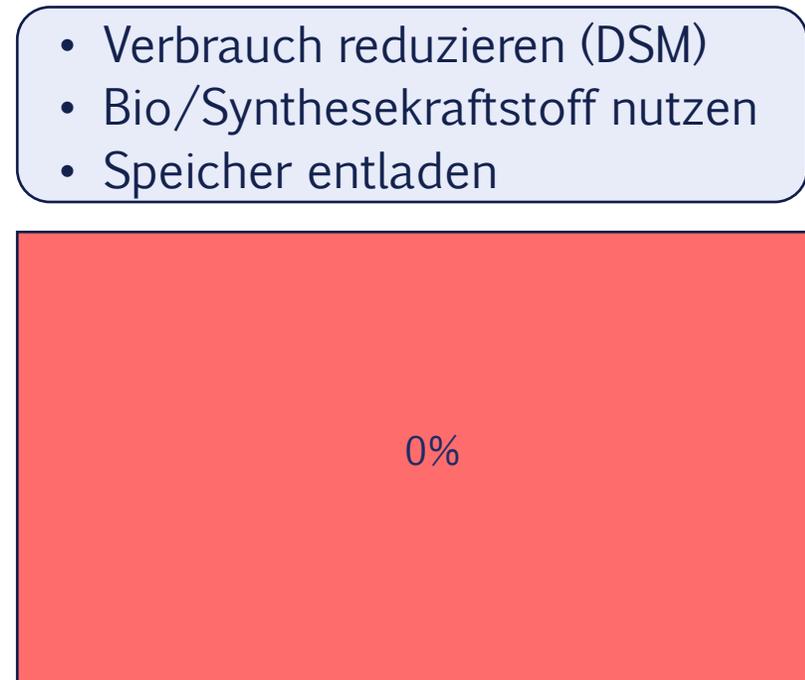
Herausforderung Flexibilität

Zwei Zustände und zwei Reaktionen

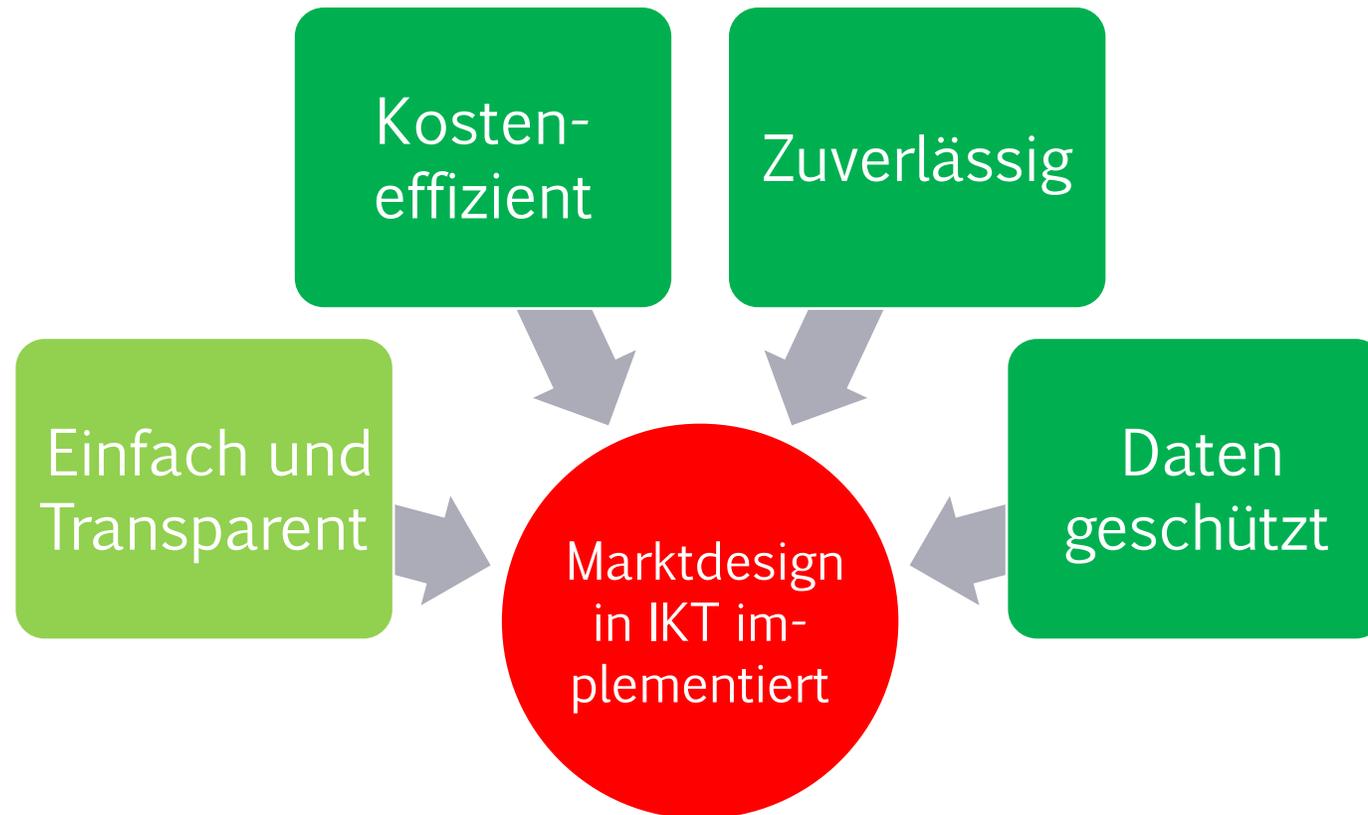
Zu viel Wind/Sonne -> **Preis niedrig**
80% der Energie, 42% der Zeit



Zu wenig Wind/Sonne -> **Preis hoch**
20% der Energie, 58% der Zeit



Kundenbedürfnisse Anforderungen an das Stromsystem



Kundenbedürfnisse Transparenz und Einfachheit – einfach machen!



Märkte im Wandel

Aus der Homepage Energieversorger Hawaii...

Clean Energy, Lower Bills

Lowering our customers' bills is a top priority for the Hawaiian Electric Companies. By far the biggest impact on electric bills is fuel and fuel-related costs that make up more than 70 percent of the typical bill. Our companies take no markup on fuel or power purchased from independent providers of renewable and conventional power.

Net Energy Metering (or NEM) is one way to lessen Hawaii's dependence on imported oil by encouraging the greater use of eligible renewable energy sources like solar (photovoltaic), wind, biomass, or hydroelectric power for electrical generation by residential and commercial customers. Hawaiian Electric Company, Maui Electric Company, and Hawaii Electric Light Company support Net Energy Metering and recognize their roles to help Hawaii transition from fossil fuels to more renewable energy resources. NEM guidelines for Maui and Hawaii Island differ. For information on NEM for Maui, [click here](#). For information on NEM for Hawaii Island, [click here](#).

What is Fast DR?

Fast DR is designed to reduce electricity demand in near real time in response to grid changes, such as unexpected spikes in energy use, when electricity generation may not be sufficient to meet peak load, or sudden drops in wind or solar generation. For commercial and industrial customers who qualify, Hawaiian Electric places automatic or semi-automatic controllers on non-essential equipment.

While Fast DR requires some automation, customers always maintain complete control and can opt out of having their demand impacted at any time. Participating customers may not rely on backup generation during demand reductions.

Typical loads to be reduced:

- Any non-essential process or equipment
- HVAC use
- Non-essential indoor and outdoor lighting, signage or window displays
- Fountains, saunas, pool or hot tub heating and pumps
- Excess elevator banks or escalators (as permitted)



Märkte im Wandel

Beispiel Frankreich/Bretagne: Ile de Sein

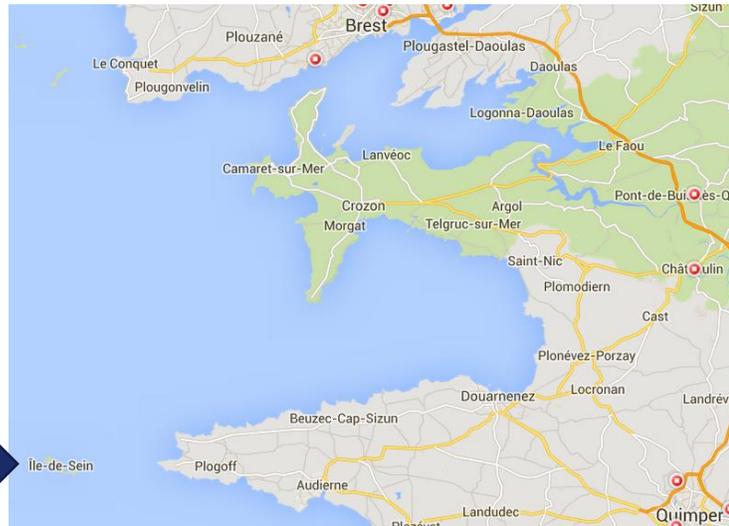


Transitioning from a 100% fossil energy to a 100% renewable and local energy with a genuine territorial project.

In order to accomplish this, **Île de Sein Énergies** is conducting research.... In order to reduce the means of production, **an intelligent system to manage the demand** will then be implemented. Electrical boilers, for example, will turn on when there is energy (tidal, wind, solar energy), rather than arbitrarily turn on in the middle of the night. Moreover, **renewable production** means will be implemented.

Stromsubvention
40 -> 5 ct/kWh:
3333 €/a je EW

„Solidaritätsfonds“
für Diesel auf
französischen
Inseln
~2 Mrd. €/a



What about finances?

To this day, **EDF** spends each year more than **€400,000** provided by the **electricity solidarity fund (CSPE)** in order to **burn fossil energies**. **IDSE** wishes to use this amount to **insulate homes, implement an intelligent system and purchase clean and lasting production means**.

Quelle: www.idsenergies.fr/idse_home, download 20.08.2015, Kürzungen und Hervorhebungen durch Thomas Walter



Märkte im Wandel Netzinseln/Inselnetze vor schneller Transformation

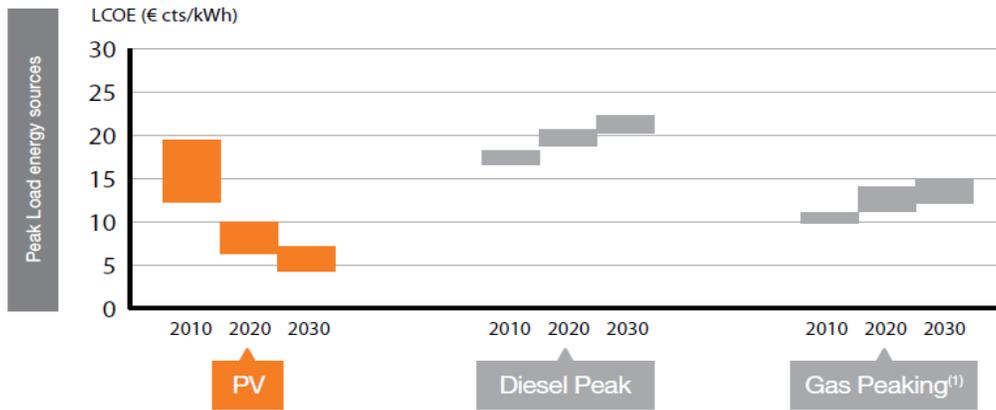
- Potential Dieselstrom:
>50 GW (≈ 100.000 M €/a)
- Attraktive Ersparnis **0,2 €/kWh**
(Stromerzeugung PV 0,2 statt
Diesel 0,4 €/kWh)
- **Hohes DSM Potential**
Wärme/Kälte, Pumpen,
Entsalzung, Elektromobilität



Märkte im Wandel

Profitable Transformation erst Öl, dann Gas

COMPARISON OF LCOE 2010, 2020, 2030, LOW CASE FUEL PROJECTION (€cts/kWh)

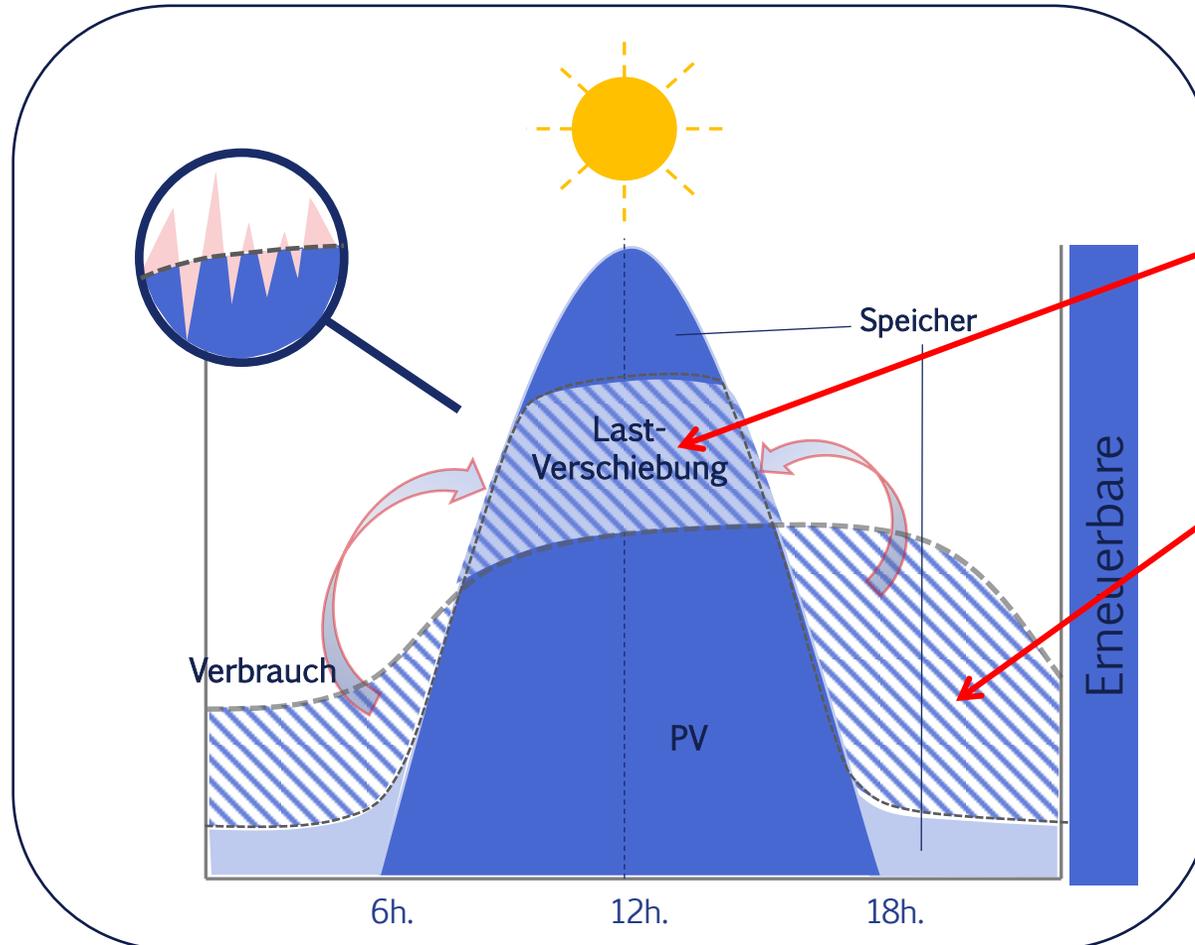


Grafische Darstellung: Unlocking the Sunbelt – Potential of Photovoltaics – März 2011 National Renewable Energy Laboratory, National Energy Technology Laboratory, EPIA Set for 2020, World Bank, A.T. Kearney Analysis.

LCOE: Levelized Cost Of Energy
O+M: Operation and Maintenance

Demand Side Management (DSM)

Kundenflexibilität spart sehr viel Geld

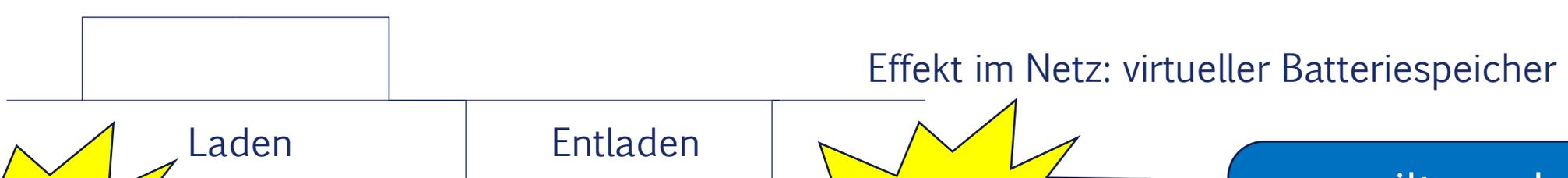
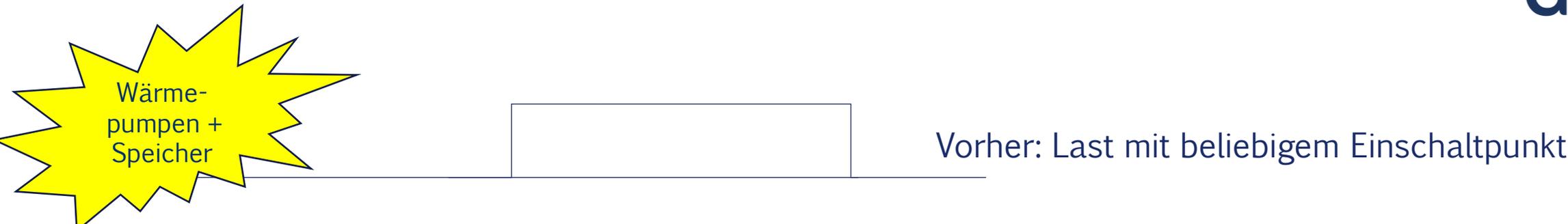


Vorteile:

- **Mehr Erneuerbare:** Erzeugungsspitzen nutzen statt abregeln
- **Weniger Kosten:** Fossile Energie und Speicherkosten sparen
- **Smart Grid einführen:** DSM, flexible Erzeugung und Speicher koordinieren

Demand Side Management

Lastverschiebung ist eine billige Batterie



..gilt auch für Erzeugungsver-schiebung - KWK

Demand Side Management

Günstigste Optionen zuerst nutzen

Kostenangaben Malediven 2013

Erzeugungskosten Dieselstrom		0,50 €/kWh
← Mögliche Ersparnis 0,25 €/kWh →		
PV Erzeugungskosten		0,25 €/kWh
Batteriespeicher		0,40 €/kWh aufwärts
Kälte/Wärme	0,00... €/kWh	<ul style="list-style-type: none"> • PV erspart 0,25 €/kWh • Aber: Speicher und Smart Grid nötig • DSM (Kälte/Wärme, Entsalzung/Pumpen, Elektromobilität) günstigste Option • Easy Smart Grid effizienter als konventionelle Technologien (SG 1.0)
Entsalzung/Pumpen	0,00... €/kWh	
Elektromobilität	0,00... €/kWh	
Smart Grid Kosten		



Demand Side Management

Dezentral und automatisch: ADR

DSM automatisieren

- Komfort: DSM nicht wahrnehmbar, insb. bei neuen Anwendungen
Dekarbonisierung Verkehr/Gebäude
- Aufwand: Wer will alle 15 Minuten Kühlschrank ein- und ausschalten?
- Gewöhnung: Navi statt Karte, Abstandspiepser statt Vorsicht, Telefonbuch statt Tastatur
- Verhaltensänderungen dauern Zeit. Aber gerne zusätzlich nutzen!

DSM dezentral steuern

- Lokale Situation nur lokal bekannt:
Falsch ausgeschaltet: Nahrung oder Wäsche verdorben
Speicher leer: Komfortverlust
- Haftung, Konflikt mit Autonomiebedürfnis der Kunden
- Komplexität: Automatisierung grosser Liegenschaften bereits nahezu unlösbare IT-Herausforderung (Facility-Manager)

Smarte Zellen und zelluläre Netze

Lokales Gleichgewicht in einer Netzzelle

Erzeugung < Verbrauch
Verbrauch < Erzeugung

Preis bis zum Gleichgewicht *erhöhen*
Preis bis zum Gleichgewicht



Flexible Erzeuger
Flexible Verbraucher
Speicher

Erzeugung zu *hohen Preisen* verschieben
Verbrauch zu *niedrigen Preisen* verschieben
Günstig laden, *teuer* entladen

„ECOGRID“ implementierte auf der Insel Bornholm (DK) einen Echtzeitmarkt

- IKT Kosten über 10 M€ (Sammlung, Verarbeitung, Übertragung von Daten)
- Preisaktualisierung alle 5 Minuten (beeinflusst BHKWs-Blockheizkraftwerke)

Easy Smart Grid

Worum geht es?

Annahmen: Smart Grid braucht

Dezentrales Management
Variablen Preis

Kostengünstige Realisierung
Liquidität, kleine Flexibilitäten



Preis durch Netzfrequenz übertragen (Inselnetze/Netzinseln)

Überall günstig lesbar
Preisübertragung ausfallsicher

Echtzeit, sicher, robust
Selbststabilisierend: $\Delta f \rightarrow \Delta P$



Mehrwert-Erweiterungen mit gleichen Vorteilen

Echtzeitmarkt
Netz balanciert sich selbst

Basis zellulärer Netze
Zellen mit Leistungselektronik gekoppelt

A vertical photograph on the left side of the slide showing a bright sun setting over a layer of white clouds, with a lens flare effect.

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Thomas Walter
Easy Smart Grid GmbH
www.easysg.de
thomas.walter@easysg.de

