En Bacher gie



Verteilnetz – quo vadis?

Erkenntnisse aus der ENARD-Arbeitsgruppe

April 2011

Weltweite Arbeitsgruppe ENARD

ENARD – **E**lectricity **N**etworks **A**nalysis, **R**esearch and **D**evelopment

IFA Wissenstransfer Zukünftiges Netz Regulatorische **Aspekte**

ENARD ist ein Ausführungsorgan der IEA (International Energy Agency)

Analyse, Austausch und Publikation von relevanten aktuellen und zukünftigen Netzaspekten

Tiefgreifende Auswertung der Stromnetz-Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Untersuchung der regulatorischen Rahmenbedingungen und deren ökonomischer Einfluss

ENARD-Mitgliedsländer

Am ENARD-Programm nehmen weltweit 14 Länder teil



Mitgliedsländer

- Belgien
- Dänemark
- Finnland
- Frankreich
- Grossbritannien
- Italien
- Niederlande
- Norwegen
- Österreich
- Schweden
- Schweiz
- Südafrika
- Spanien
- USA

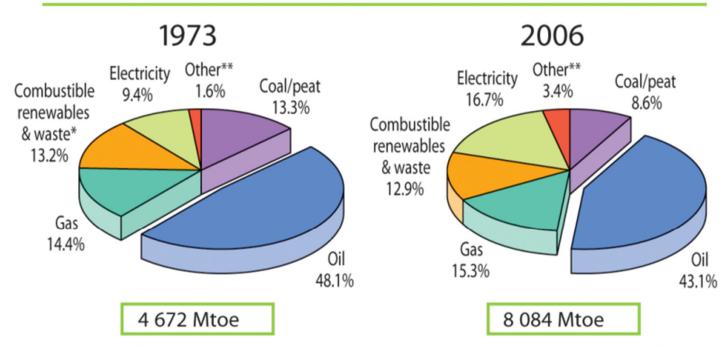
http://www.iea-enard.org/



Ausgangslage: Stromverbrauch

Der Stromverbrauch ist seit dem Erdölschock zu Beginn der 70-iger Jahre markant angestiegen

1973 and 2006 fuel shares of total final consumption



*Prior to 1994 combustible renewables & waste final consumption has been estimated.

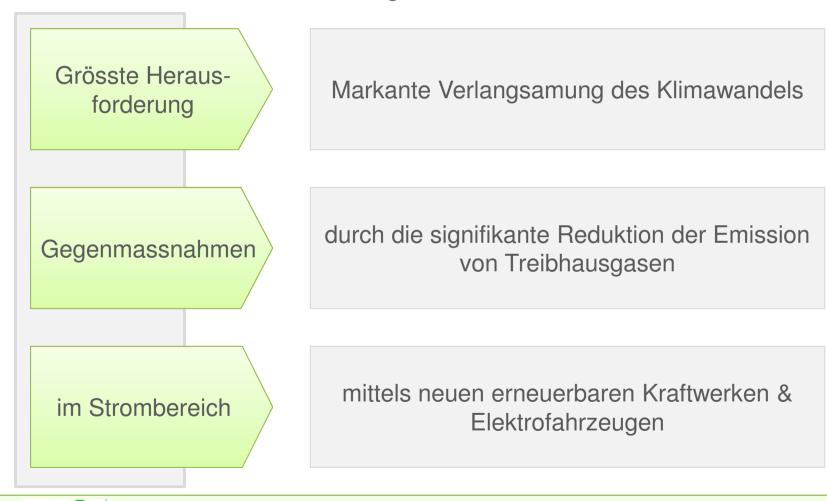
**Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Quelle: IEA Key Statistics



Ausgangslage: Klimawandel

Die grösste Herausforderung ist heutzutage die markante Reduktion des Ausstosses von Treibhausgasen



Ausgangslage: Anforderungen an die zukünftigen Stromnetze

gie



Ausgangslage: Globale Entwicklung

Die nächsten Jahre sind geprägt von einer markanten Zunahme von neuen erneuerbaren Kraftwerken und Plug-in Hybridfahrzeugen

Um den Klimawandel abbremsen zu können, wurde bereits damit begonnen



und auch Elektrofahrzeuge und vor allem Plug-in Hybridfahrzeuge zu fördern

Anforderungen an die zukünftigen Stromnetze

Die grösste Herausforderung ist der optimale Betrieb eines Stromnetzes, insbesondere des Verteilnetzes, und die Einbindung der "Prosumer"

Energiesysteme

Effiziente Energienutzung

Verteilte Energieressourcen

> Verbrauchssteuerung

Neue Geräte und Lösungen

Optimale Netzbenutzung

- Anreize für die Optimierung des Gesamtsystems
- Netzwerk als Plattform für effiziente Energienutzung, Service und Märkte
- Massenintegration von verteilten Erzeugungsanlagen ins vorhandene Stromnetz
- Aktive Teilnahme von Konsumenten an der Verbrauchssteuerung durch Smart Meter
- Smart Meters, Elektromobile, Wärmepumpen, Leistungselektronik, Hausautomation, etc.
- Kosteneffiziente Integration von verteilten Erzeugungsanlagen inklusive optimaler Nutzung

Neue Herausforderungen

Revolutionäre Erneuerungen kommen in den nächsten Jahren insbesondere auf das Verteilnetz zu

Leistungsfluss

 Zeitweise Umkehr des Leistungsflusses im Verteilnetz durch die Einspeisung im Verteilnetz

Belastungsschwankung

 Durch die Mobilität der Elektromobile "wandert" die Last (z.B. Ferienzeit für Gemeinden an der Autobahn)

Spannungshaltung

 Durch die Einspeisung im Verteilnetz muss die Spannung nicht mehr entlang eines Stranges nur abnehmen

Erneuerbare Prod.

 Ein immer grösserer Anteil an neuer erneuerbarer Kraftwerke muss ins Verteilnetz integriert werden

Unsymmetrie

 Viele Elektromobile haben heute eine einphasige Ladevorrichtung

Integration

 Immer mehr Leistungselektronik und Speicher müssen optimal integriert werden

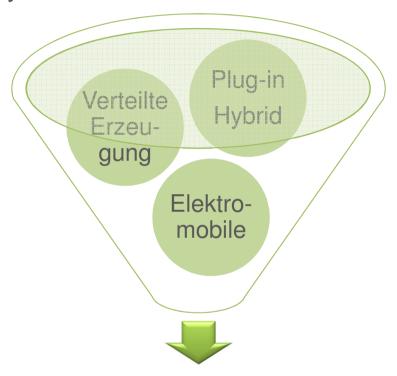
Aktives Netz (oder Smart Grid)

Das aktive Netz ist das Energieübertragungs- und –verteilsystem der Zukunft

- Das Netz der Zukunft ist das "aktive Netz"
- Das aktive Netze umfasst die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugung, Speichern, elektrischen Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und –verteilnetzen
- Die kommunikative Vernetzung ermöglicht eine Optimierung und Überwachung der miteinander verbundenen Bestandteile und schlussendlich die Erreichung der 20/20/20-Ziele der EU unter zumindest gleich bleibender oder besserer Versorgungssicherheit

Auswirkungen

Verteilte Erzeugungsanlagen und vor allem Plug-in Hybridfahrzeuge werden das Stromsystem revolutionieren



Wie gut sind die Verteilnetze in Europa auf die bevorstehenden Veränderungen vorbereitet?

Aktueller Stand der Verteilnetze

In den Verteilnetzen gibt es in ganz Europa wenig Automation

Struktur der Häufig als offener Ring betrieben (der Ringschalter ist im Normalbetrieb geöffnet) Verteilnetze Verschiedene System werden gebraucht (isoliert, Erdung direkt geerdet oder kompensiert (Peterson-Spule) Automation im Geringer Anteil an Automatisierung und Fernzugriff im Verteilnetz Verteilnetz **Trend** Ein markant steigender Anteil an Verkabelung

Technische Engpässe des heutigen Verteilnetzes für die zukünftigen Herausforderungen

Die grössten Herausforderungen im Verteilnetz sind die Massenintegration von neuen erneuerbaren Kraftwerken sowie die Batterien der Autos

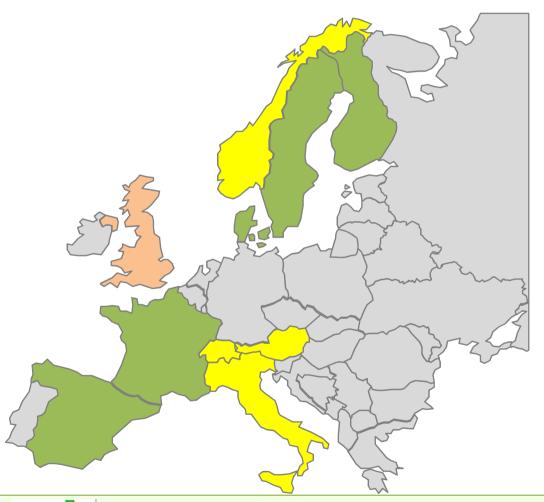


Kontrolle von Frequenz und Spannung mittels verteilter Erzeugung

- Handhabung von bidirektionalen Leistungsflüssen und Engpässen im Verteilnetz
- Integration der Batterie von Elektromobilen und Plug-in Hybridfahrzeugen als dezentrale Energiespeicher
- Effiziente Nutzung von Smart Metern
- 5 Schutzsysteme

Aktueller Stand: Automatisierung im Verteilnetz

Alle Länder die an diesem ENARD-Projekt teilgenommen haben, wollen ihr Verteilnetz sehr stark automatisieren ...

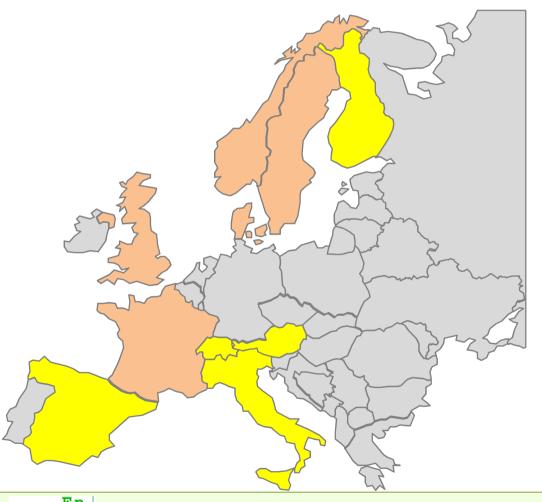


Automatisierung im Verteilnetz:

- verfügbar
- o teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Aktueller Stand: Lastkontrolle im Mittel- & Niederspannungsnetz

... wollen im Mittel- und Niederspannungsnetz Lasten kontrollieren können ...

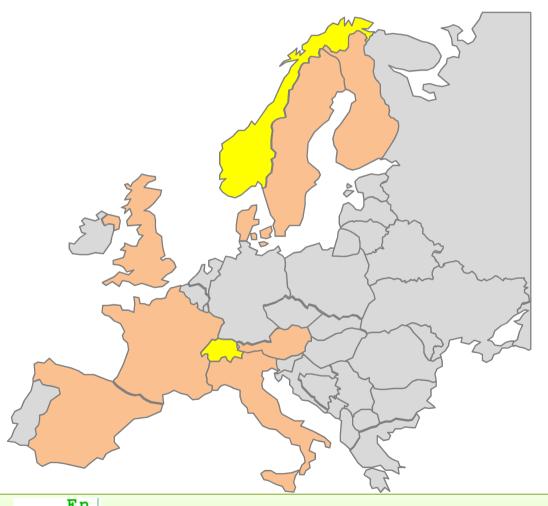


Lastkontrolle im Mittel- und Niederspannungsnetz:

- verfügbar
- teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Aktueller Stand: Speicher im Verteilnetz

... wollen in ihren Verteilnetzen Energiespeicher integrieren ...

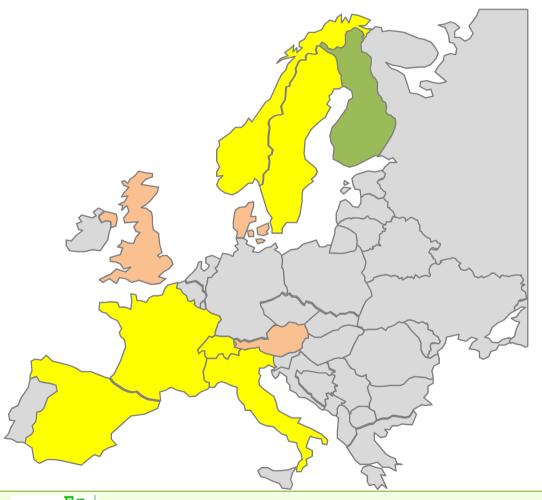


Speicher im Verteilnetz:

- verfügbar
- teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Aktueller Stand: Informations- und Kommunikationssysteme im Verteilnetz

... wollen im Verteilnetz eine Massenintegration von Informations- und Kommunikationstechnik ...



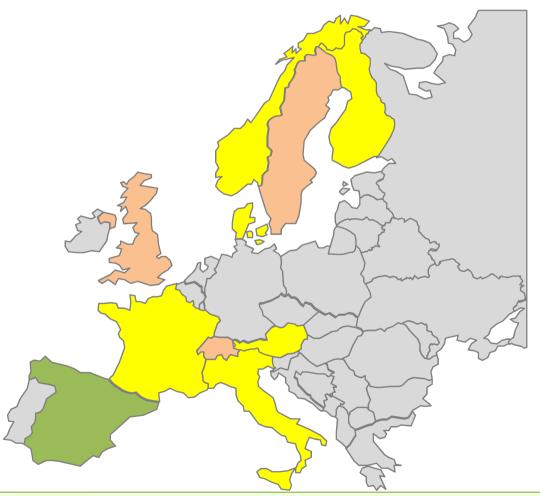
Informations- und Kommunikationssysteme im Verteilnetz:

- verfügbar
- teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Aktueller Stand: Verteilte Erzeugung für die Systemdienstleistung (Spannungskontrolle, Wirk- & Blindleistung)

... wollen die verteilte Erzeugung für die Systemdienstleistung verwenden



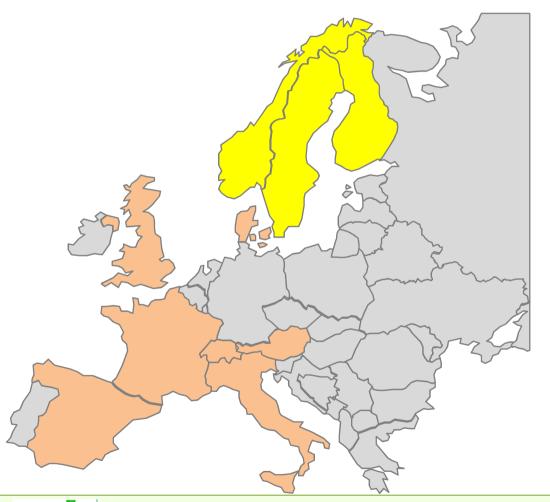


Verteilte Erzeugung für die Systemdienstleistung:

- verfügbar
- teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Aktueller Stand: Steuerung der Nachfrage

... und wollen die Nachfrage aktiv steuern



Steuerung der Nachfrage:

- verfügbar
- teilweise verfügbar
- onicht verfügbar; geplant
- nicht geplant

Herausforderungen (1/2)

Die grösste Herausforderung ist die Transition vom heutigen zum zukünftigen Netz unter weiterhin sehr hoher Versorgungssicherheit ...

Transition

 Ausarbeitung von technischen Lösungen um vom heutigen zum zukünftigen Energieübertragungsnetz bei min. gleich grosser Versorgungssicherheit zu kommen

Zunahme der Komplexität

 Steigende Anforderungen an die Zusammenarbeit der einzelnen Systemkomponenten und an die Wartung

Kommunikationsschnittstellen Integrierte und standardisierte Kommunikationsschnittstellen werden benötigt (Finanzierung und Implementierung)

Mehr Leitungskapazität

 Mehr Leitungskapazität für die Energieübertragungsnetzwerke werden benötigt

Herausforderungen (2/2)

... wozu es regulatorische Rahmenbedingungen benötigt

Steuerung der Nachfrage In vielen Ländern sind Fragen bzgl. der Nachfragesteuerung nicht geklärt (Bereitschaft der Konsumenten zur Teilnahme / wer bezahlt die Infrastrukturkosten?)

Standarte & Marktregeln

 Neue Standards und Regeln braucht es für die Interaktion und Integration von Produktionsanlagen, Konsumenten, Speichergeräten und Netzgeräten

Gesetzliche & regulatorische Rahmenbed.

 Gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen müssen angepasst werden

Neue Vertragsmodelle

 Neue Vertragsmodelle braucht es entlang der ganzen Wertschöpfungskette (Produktion bis Endkunden)

Herausforderungen des aktiven Verteilnetzes (AVN)



AVN Herausforderung: Produktion

Das aktive Verteilnetz erlaubt eine Massenausrollung von neuen erneuerbaren Stromproduktionsanlagen

Aktuelle Situation

 Der grösste Teil der Stromproduktion stammt heutzutage aus Grosskraftwerken AVN

- Signifikant h\u00f6herer Anteil an neuen erneuerbaren Kraftwerken in Zukunft
- Aktive Integration von kleinen Kraftwerken in die Systemdienstleistungen

Herausforderungen

 Ökonomische Koexistenz zwischen Gross- und Minikraftwerken

AVN Herausforderung: Übertragungsnetz

Aufgrund der Zunahme der Grosskraftwerke mit stark fluktuierender Produktion (z.B. Windfarmen) wie der Leistungsfluss stark schwanken

Aktuelle Situation

 Das heutige Übertragungsnetz ist geprägt durch sehr viele Engpässe, die jeweils an die jeweilige Landesgrenze "gespiegelt" werden **AVN**

 Transport von Strom aus neuen erneuerbaren Produktionsanlagen, die in klimatisch optimalen Gebieten stehen (Windräder in der Nordsee, Solarkraftwerke in der Sahara (Desertec),

etc.)

Herausforderungen

Durch den massiven
 Ausbau der neuen
 erneuerbaren Kraft werke kann sich in
 Zukunft der Lastfluss
 durch den Tag mehr fach massiv verändern

AVN Herausforderung: Verteilnetz

Um aus dem aktuellen Verteilnetz ein aktives Verteilnetz zu machen, muss viel Informations- und Kommunikationstechnologie eingebaut werden

Aktuelle Situation

 Das Verteilnetz verfügt heutzutage über einen sehr geringen Automatisierungsgrad AVN

 Um die steigende Anzahl fluktuierender Erzeugungsanlagen (z.B. Wind- und Solarkraftwerke) und auch die Speicher effektiv zu managen, braucht es massgeschneiderte

Schnittstellen

- Massenintegration von ICT-Technologie
- Ausarbeitung von neuer Planungssoftware
- Integration von neuen Komponenten (z.B. FACTS) ins Verteilnetz
- Entwicklung von smarten Interfaces

AVN Herausforderung: TSO

Der TSO muss sicher und effizient ein Energieübertragungsnetz mit einem grossen Anteil an neuer erneuerbarer Erzeugung managen

Aktuelle Situation

- Der TSO ist für die Frequenz-/Leistungsregelung verantwortlich
- Der TSO ist für die Systemdienstleistungen zuständig
- Vielfach gibt es nur einen unidirektionalen Leistungsfluss in Richtung Verteilnetz

AVN

- Die Menge der fluktuierenden Produktion auf Verteilnetzebene wird mit der Zunahme der verteilten Erzeugung massiv zunehmen
- Ausregelung von grossen Windfarms

- Neue Engpässe werden auftreten
- Netzstabilität gewinnt an Brisanz
- Neue Kooperationen zwischen DSO und TSO sind notwendig
- Wer wird Regelenergie in der Zukunft anbieten – DSO oder Speicherbesitzer

AVN Herausforderung: DSO

Die Transition vom passiven zum aktiven Verteilnetz verändert die täglichen Arbeiten des Verteilnetzwerkbetreibers signifikant

Aktuelle Situation

- Verteilnetze besitzen heute sehr wenig Automatisierungs- und Fernauslösetechnik
- Vielfach ist heute der "fit und vergessen"-Ansatz in Anwendung

AVN

 Der DSO wird in Zukunft eine viel aktivere Rolle erhalten: Koordination der verteilten Erzeugung, Demand Side Management, Steuerung von Batterien der Autos, etc.

- Wer wird in Zukunft die verteilte Erzeugung managen – DSO oder Besitzer?
- Etablierung eines Regelenergiemarktes für kleine Kraftwerke
- "Beobachten und kontrollieren"-Ansatz ist benötigt

AVN Herausforderung: Konsumenten

Im aktiven Netzwerk erhält der Kunde auch eine aktive Rolle

Aktuelle Situation

 Geringe Integration des Kunden in den Netzbetrieb (z.B. Rundsteuersignal)



- Aktive Integration des Kunden in den Netzbetrieb
- Bedarf folgt der verfügbaren Produktion

- Effiziente Preis- und Vertragsmodelle für die aktiven Konsumenten
- Smart Meter als Schnittstelle zu den Kunden
- Home-Automatisierung ist notwendig
- Wandel vom "consumer" zum "prosumer"

AVN Herausforderung: Systemdienstleistungen

Das aktive Netzwerk wird neue Geräte wie beispielsweise FACTS, flexible Lasten, flexible Generatoren, Speichereinheiten integrieren

Aktuelle Situation

Frequenz- und Leistungsregelung,
 Spannungskontrolle,
 Schwarzstartfähigkeit erfolgt heute vielfach mittels Grosskraftwerken, die ins Übertragungsnetz einspeisen

AVN

 Regelenergie und Systemdienstleistungen werden wegen der fluktuierenden Produktion auch im Verteilnetz notwendig

- Bereitstellung von Systemdienstleistungen im Verteilnetz
- Geschäftsmodelle für Systemdienstleistungen im Verteilnetz
- Neue Kooperation zwischen DSO und TSO

AVN Herausforderung: Grosshandelsmarkt

Mit der Masseneinführung von verteilten Erzeugungsanlagen im Verteilnetz entsteht dort auch ein neuer Marktplatz

Aktuelle Situation

 Der Grosshandelsmarkt ist heutzutage auf dem Übertragungsnetz (380 kV und 220 kV) etabliert AVN

 Eine markante Zunahme von verteilten Erzeugungsanlagen im Verteilentz wird den Grosshandelsmarkt auch auf das Verteilnetzniveau bringen

- Neue Marktstrukturen sind notwendig, die lokale Aspekte berücksichtigen
- Liquidität der Marktplätze
- Flexibilität ist notwendig, so dass die erneuerbare Produktion das Angebot bestimmt

AVN Herausforderung: Endkundenmarkt

In der Zukunft wird der Kunde dann vor allem Strom beziehen können, wenn er auch verfügbar ist

Aktuelle Situation

 Die Kraftwerke fahren dem Verbrauchsprofil der Konsumenten nach



 Die Kunden werden in Zukunft Strom konsumieren, wenn er verfügbar ist



- Änderung des Verhaltens der Kunden Strom zu gebrauchen, wenn er verfügbar ist
- Neue Verträge
- Wandel vom Kunden zum "Prosumer"

Empfohlene nächste Schritte (1/4)

Nationale Strategien

- Klare nationale und internationale Strategien für den zukünftigen Strommix
 - Welche Menge mit welcher Technologie?
 - Selbstversorgung pro Land?

Gesetzliche regulatoto. Rahmenbedingungen

 Langfristige regulatorische Regeln werden benötigt, damit für die anstehenden riesengrossen Investitionen eine Planungssicherheit herrscht

Kosten

- Eine klare finanzielle Situation für Pilotprojekte für die DSOs wird benötigt
- Haftungsfragen für Pilotprojekte eines DSOs sind oftmals unklar (z.B. Spannungseinbruch infolge eines Pilotprojekts und dadurch Beschädigung von Geräten)

Empfohlene nächste Schritte (2/4)

Effizienter
Gebrauch
von Stromnetzen

 Mit der Massenausrollung von verteilten Erzeugungsanlagen und Speichern (z.B. Batterien von Plug-in Hybridfahrzeugen) eröffnen sich neue Möglichkeiten, insbesondere das Verteilnetz effizienter zu nutzen

Verbrauch folgt der Angebotsdynamik

- Der Verbrauch muss dem fluktuierenden Angebot aus den neuen erneuerbaren Kraftwerken folgen.
- Es muss dann Strom konsumiert werden, wenn er verfügbar ist

Neue Geschäftsmodelle Es braucht neue Geschäfts-/Vertragsmodelle dafür, dass der Verbrauch der Angebotsdynamik folgt

Empfohlene nächste Schritte (3/4)

Smart Meter

- Der Smart Meter ist der Katalysator für aktive Netzwerke, weshalb die folgenden Fragen zu klären sind:
- Kosten für Smart Meter und wer trägt sie
- Geschäftsmodelle für das Messwesen
- Vorteile für DSOs, DGs und Konsumenten mit Smart Met.

Harmonisierung Harmonisierung von technischen Bedürfnissen und Standards (für neue erneuerbare Kraftwerke, Kommunikation und Smart Meter Equipment)

Optimierte Kooperation

- Bessere Kooperationen braucht es in Zukunft zwischen
 - Komponentenbesitzern (z.B. Speichern) und dem DSO
 - DSO und TSO
 - Stromkunden und DSO

Empfohlene nächste Schritte (4/4)

Flexible Geräte

Die Anwendung von flexiblen Netzkomponenten (Verbrauchern, Speichern, etc.) muss optimiert werden

Systemdienstleistungen Es braucht neue Gesetze und Regeln, um die verteilten Erzeugungsanlagen in die Systemdienstleistungen einzubinden

Neue Schutzsysteme Für den weiterhin sicheren Netzbetrieb insbesondere im Verteilnetz werden neue Schutzsysteme benötigt

Fazit



- Die optimale Integration von
 - neuen erneuerbaren Kraftwerken
 - Speichern (z.B. Autobatterie)
 - Leistungselektronik
 ins Verteilnetz bedingt einen Ausbau des Verteilnetzes zum "aktiven

Netz" mit sehr viel Informations- und

Kommunikationstechnologie

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Wandel verunsichert, beunruhigt zunächst.

Es gibt jedoch keine Alternative zum Wandel!

Facettenreicherer und immer schnellerer wird der Wandel von aussen und innen wird für die Unternehmungen immer mehr zur unausweichlichen Herausforderung.

Erfolgreich werden jene Unternehmungen sein, die den Wandel als Chance begreifen und ihn aktiv angehen und mitgestalten, die schneller lernen als die anderen.

Quelle: Dr. Jean-Marcel Kobi: Management des Wandels