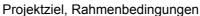




Projektauftrag ZHAW





Projektauftrag:

Messen und Analysieren der Netzverhältnisse eines real ländlichen Netzes mit sehr hohem Solaranteil.

- Die Erkenntnisse sollen für die Umsetzung möglicher Massnahmen eines möglichst kostengünstigen Netzbetriebes herangezogen werden.
- Die Resultate sollen wertvolle Hinweise zur Planung von zukünftigen Netzausbauten liefern.

Rahmenbedingungen:

- Deutsches Gebiet → Deutsche Gesetze
- Anreizregulierung seit 2008
- EEG Umlage 2014: 6.37ct/kWh (CH KEV 0.64Rp/kWh)
- PV Anlage <30kW Peak, muss in D auf Kosten VNB erschlossen werden

© EKS AG | 17. September 2015

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN



Agenda



- > Vorstellung EKS AG
- > Messgebiet / Messgrössen
- > Messanalysen
- > Simulation möglicher Massnahmen
- > Auswirkung auf Netzverluste
- > Kostenvergleich Massnahmen
- > Erkenntnisse und Fazit

© EKS AG 17. September 2015

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN

School of Engineering

EFE Institut für Energiesysteme und Flüd-Engineering

Vorstellung EKS AG





Firma Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen AG

Gründungsjahr 1908

Firmensitz Schaffhausen

Eigentümer 75 % Kanton Schaffhausen, 25 % Axpo Holding AG

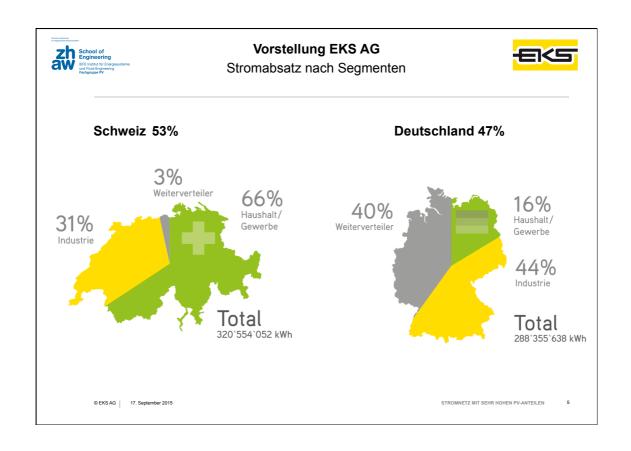
Besonderheit Netze in der Schweiz und in Deutschland

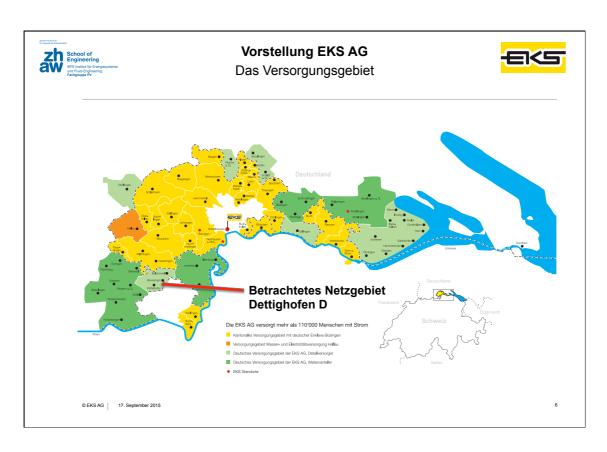
Stromverkauf (GWH) 609 Höchstlast (MW) 101 Anzahl Kunden 43'000

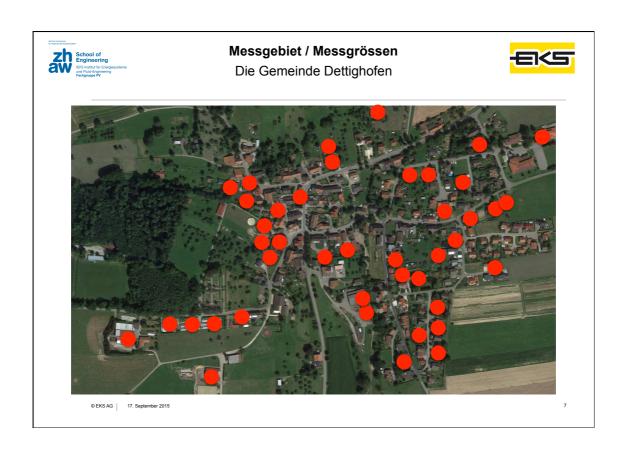
Rückspeiseanlagen 1292 Stk. (96% PV), 22.6MVA (81% PV)

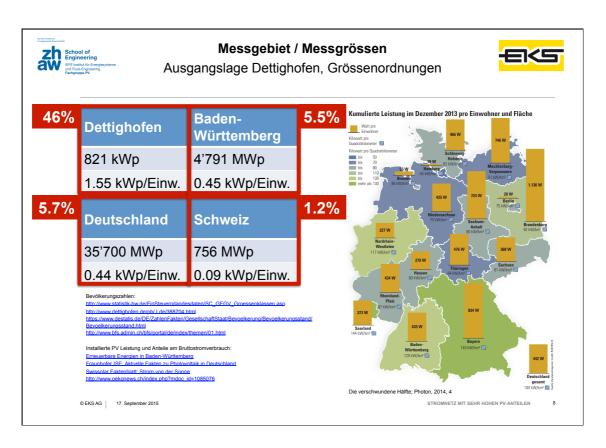
© EKS AG | 17. September 2015

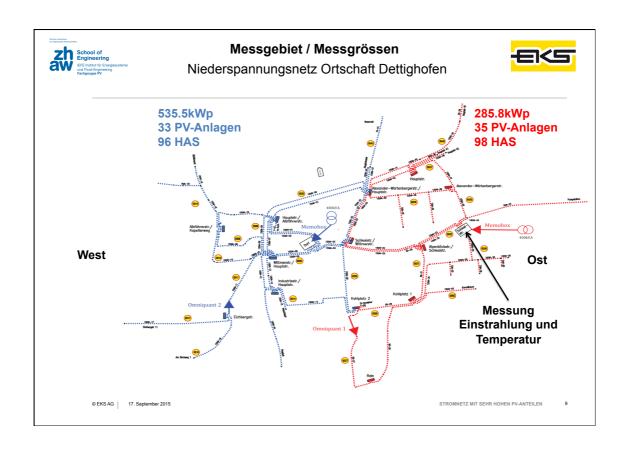
STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN

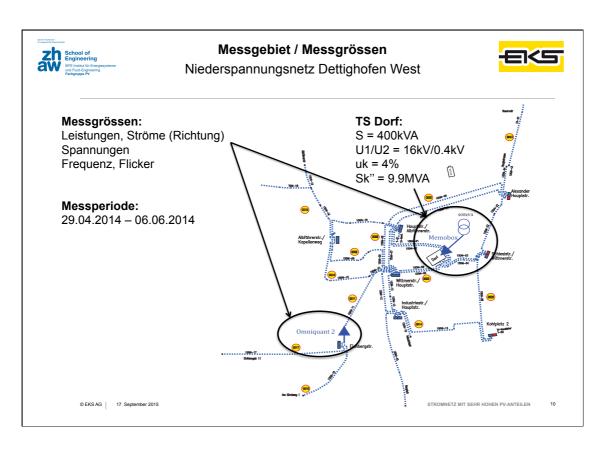


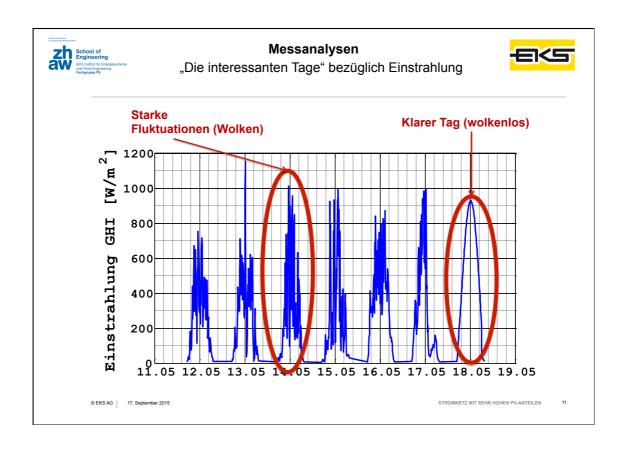


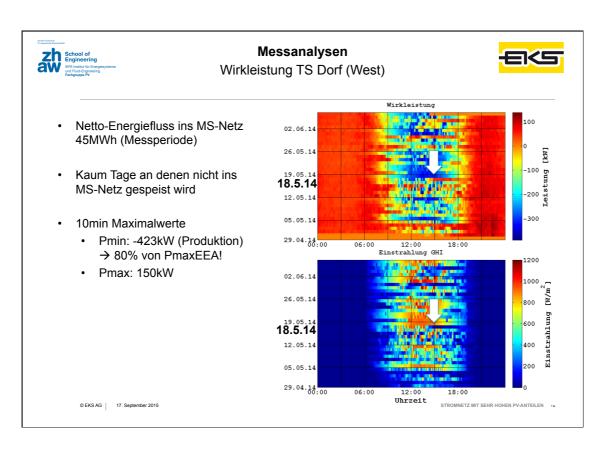


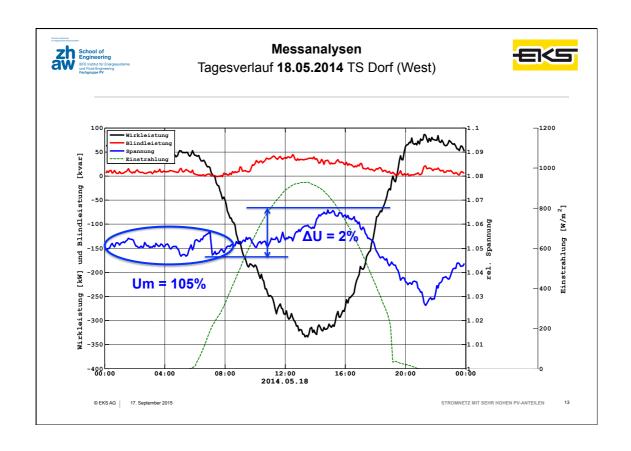


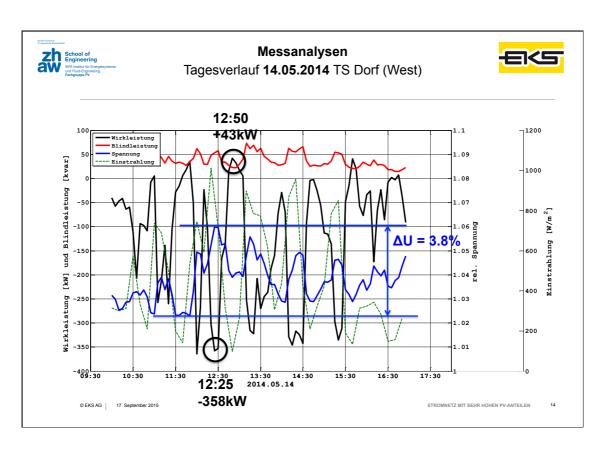


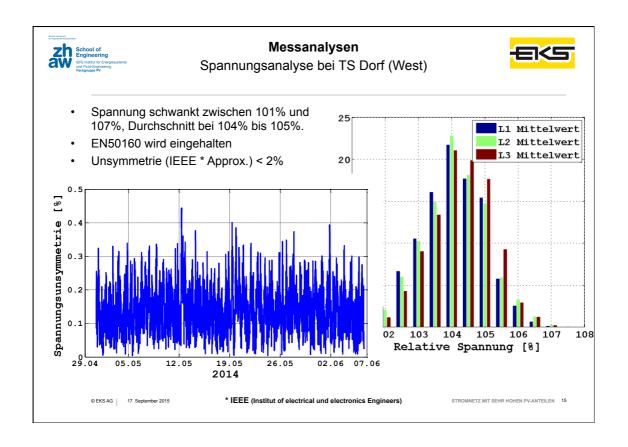


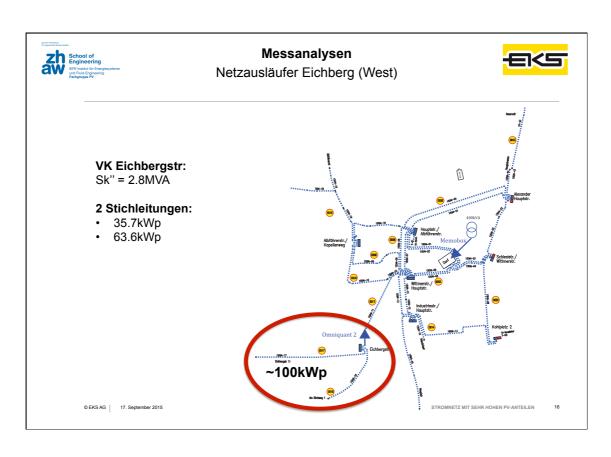


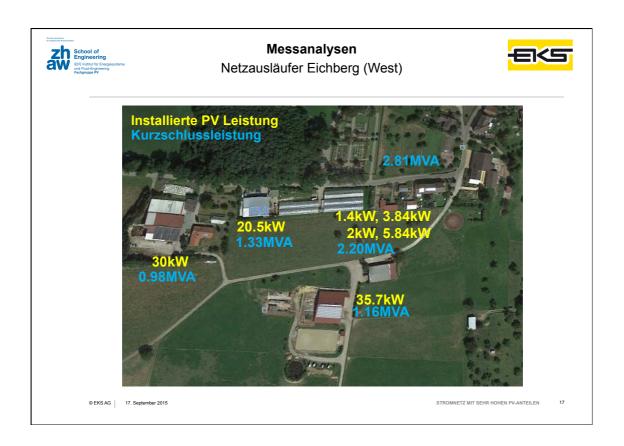


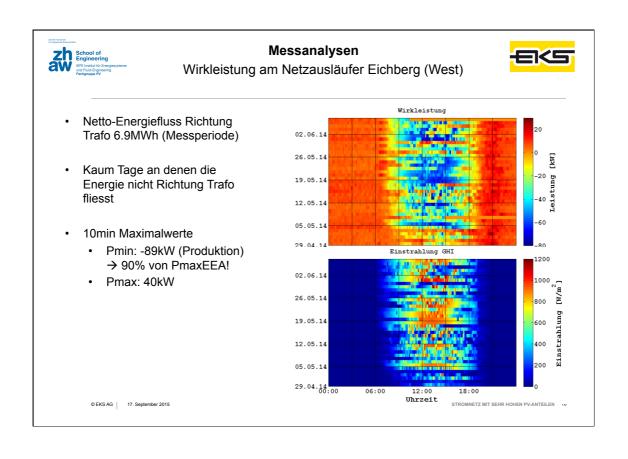


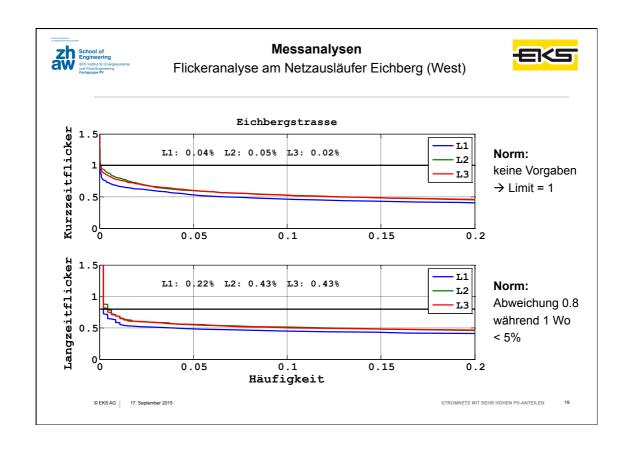


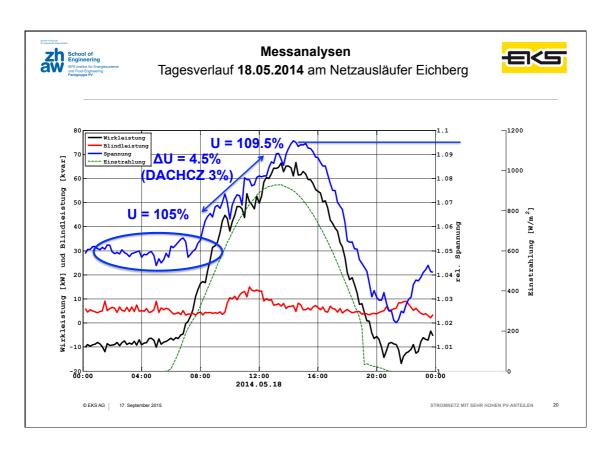


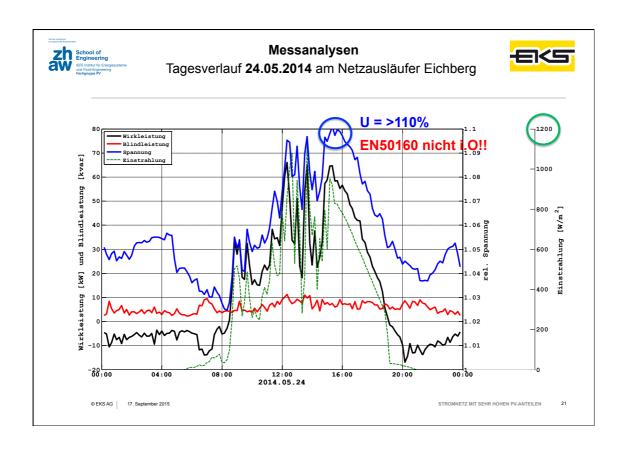


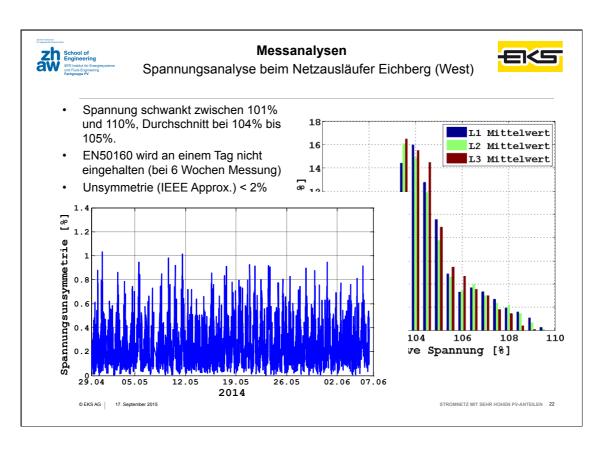














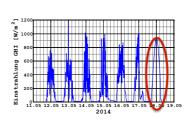
Simulation möglicher Massnahmen





Rahmenbedingungen:

- Standardlastprofil H0 E.ON Westfalen Weser
- 4500kWh/a
- $\cos(\phi) = 0.93$
- PV: 30°Süd



Untersuchte mögliche Massnahmen zur Spannungsreduktion:

- Wirkleistungsbegrenzung der WR auf 70% P_N
- Blindleistungsmanagement mit cos(φ)=0.9 (ab 13.8kVA)
- Blindleistungsmanagement mit cos(φ)=0.95 (bis 13.8kVA)
- Peak Shifting Speicher HAS ab 30 bis 60% P_N
- Peak Shifting Speicher Trafo ab 50% P_N

© EKS AG | 17. September 2015

* Simulation mit Neplan 5.5.0

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN

Kombination

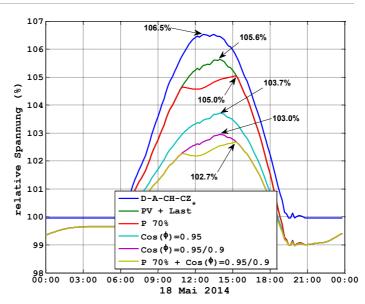


Simulation möglicher Massnahmen

Spannungsreduktion am entferntesten Hausanschluss

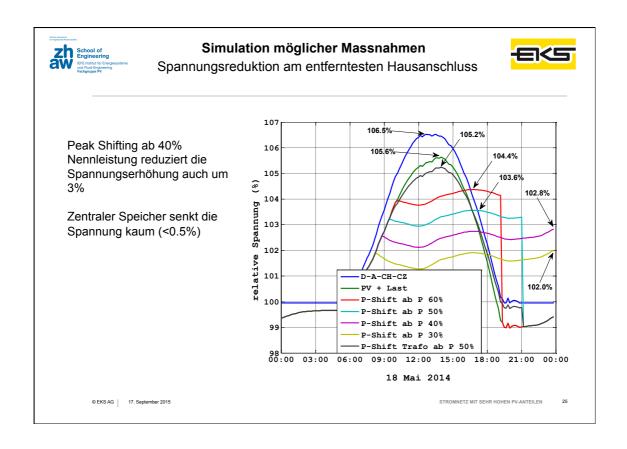


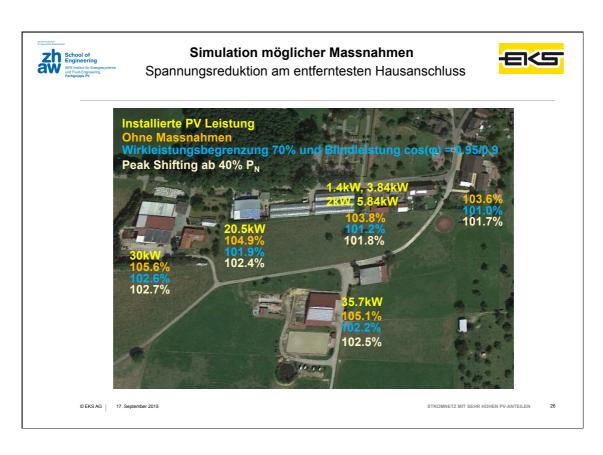
Reduktion der Spannungserhöhung um 3% möglich durch Wirkleistungsbegrenzung und Blindleistungsmanagement (Einspeisung)



© EKS AG | 17. September 2015 *Technische Regeln zur Beurteilung von Netzrückwirkungen (D-A-CH-CZ). Betrachtung ohne Last

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN







Auswirkung auf Netzverluste



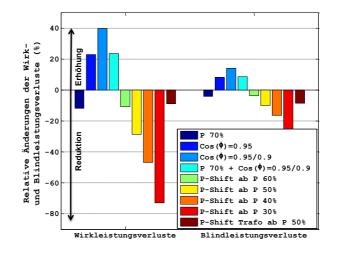


Erhöhung Netzverluste:

Blindleistungseinspeisung

Reduktion Netzverluste:

- Wirkleistungsbegrenzung
- · Lokales Peak Shifting
- · Zentrales Peak Shifting



© EKS AG 17. September 2015

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN



Kostenvergleich Massnahmen

Spannungsreduktion um 3% bei beiden Massnahmen



Wirkleistungsbegr. 70% (Ertragsverlust 4.4% $^{1)}$), Blindl.man. $cos(\phi)=0.95/0.9$

Durchschnittliche Kosten für 4.4% PV-Ertragsverlust EEG in Dettighofen (Anlagen-IBN 2001-2014)

• 32.86ct/kWh → **1.45ct/kWh**

Kosten 4.4% PV-Ertragsverluste für Neuanlagen <10kW 2014 (20 Jahre, Zins 4%, Betriebskosten 2%, Inv. 1600€/kWp)

• 14.96ct/kWh → **0.66ct/kWh**

Peak Shifting ab 40% P_N

Peak Energie: 2.3kWh/kWp

Jahresenergie >40% P_N : 280kWh/kWp $^{1)}$

Nettozyklen: 280kWh/2.3kWh = (123)

Kosten Blei-Gel Batterie (10 Jahre, Zins 4%, Betriebskost. 1%, Inv. 2138€/kWh netto ²)) C: 2.3kWh netto/kWp (total Inv. 4917€)

η: 0.75 ²⁾ DoD: 50% ²⁾

• 4917€*1.33/(2800kWh*0.75) = 311ct/kWh

Bei 200 Speicherzyklen/a bewegen sich die Speicherkosten zwischen 49ct und 190ct/kWh²)

1) F. Carigiet et al; Verification of measured PV energy yield versus forecast and loss analysis; 28th EUPVSEC Paris, October, 2013.

2) Leipziger Institut für Energie GmbH; Kurzexpertise: Wirtschaftlichkeit Batteriespeicher

© EKS AG | 17. September 2015

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN

28



Erkenntnisse, Fazit



- Das Niederspannungsnetz in Dettighofen mit einem PV-Anteil von 46% wurde bis anhin ohne grössere Massnahmen betrieben.
- Hohe Sekundärspannung führt zu Spannungsmaxima von 110% an Ausläufern
 - → Praktikerlösung: Stufenschalter an Trafo reduzieren (evtl. Netzregler am Ausläufer)
 - → Aufwand 1 Tag, Problem sehr wahrscheinlich gelöst.
- Hohes Potential mit Blindleistungsmanagement und Wirkleistungsbegrenzung vorhanden (Reduktion der Spannung um 3% möglich). Dabei ist bei der Planung auf die Mehrbelastung der Netze zu achten
 - → Hoher Nachrüstaufwand
- Batteriespeicher reduzieren die Spannungspeaks, sind aber noch sehr teuer.
- PV Anlagen symmetrisch so gut wie möglich auf die Phasen verteilen.
- Netzbetreiber müssen mehr über die Einstellungen der installierten Wechselrichter wissen, z.B. Abschaltverhalten, Blindleistungsverhalten, Phasenbelegung etc.
- Vorschriften über Wechselrichterbetrieb müssen seitens Netzbetreiber genauer definiert werden.

Es lohnt sich zu prüfen, wie weit die bestehenden Netze «ausgereizt» werden können.

© EKS AG | 17. September 2015

STROMNETZ MIT SEHR HOHEN PV-ANTEILEN

29

