



E-CONTROL

PROFITIEREN. WO IMMER SIE ENERGIE BRAUCHEN.



E-CONTROL

Dezentrale Erzeugung in Österreich

Zusammenfassung einer Studie im Auftrag der E-Control

Studie durchgeführt in Kooperation von
e3 consult, Innsbruck und
Leibniz Universität Hannover, Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik

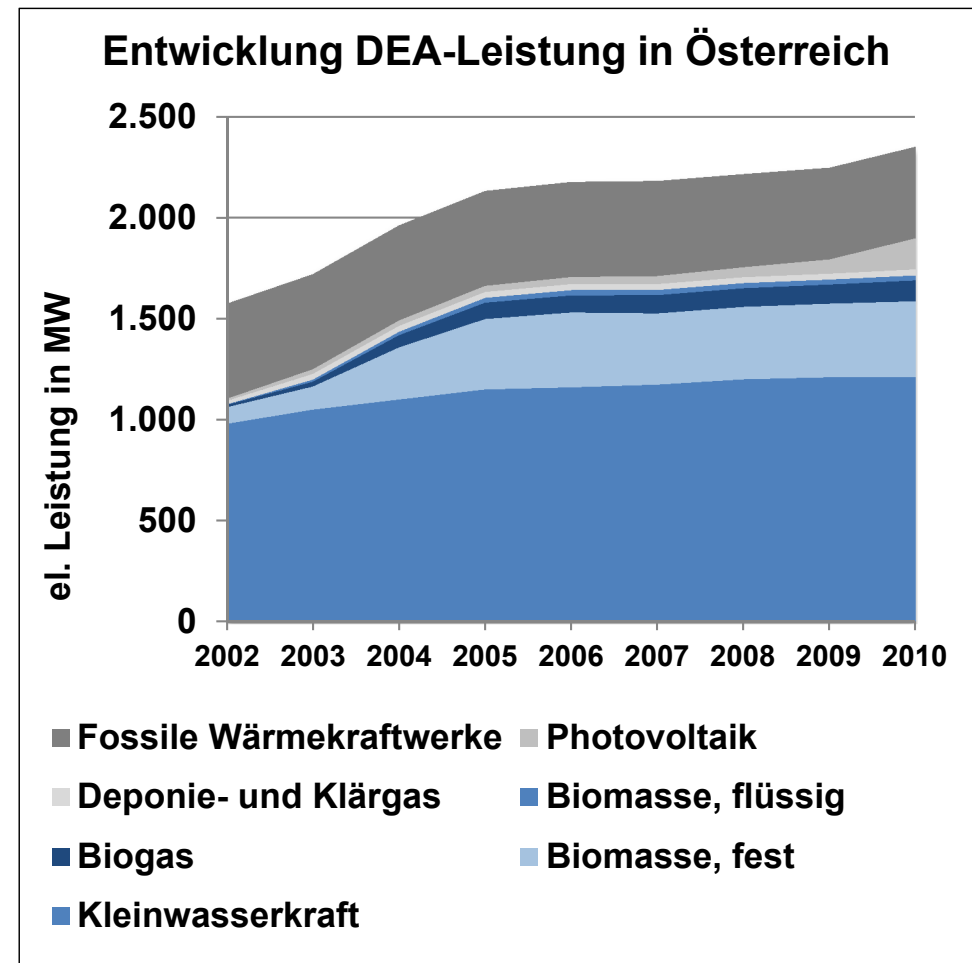
- Stand der dezentralen Stromerzeugung in Österreich
- Energiewirtschaftliche Aspekte
- Vergleich dezentrale Mikro-BHKW und zentrale GuD
- Virtuelle Kraftwerke zur DEA-Vernetzung
- Auswirkungen dezentraler Erzeugung auf die Übertragungs- und Verteilnetze

Kleinwasserkraft bestimmt Markt für dezentrale Erzeugung in Österreich



E-CONTROL

- Anteil dezentrale Erzeugungsanlagen (DEA) an der heimischen Stromerzeugung im Jahr 2009 bei rd. 16 % (von 11 TWh/a)
- Kleinwasserkraftanlagen erbrachten mit rd. 5,5 TWh/a rd. 50 % der DEA-Erzeugung 2009
- Anstieg der installierten DEA-Leistung zwischen 2002 und 2009 um rd. 50 % auf 2.200 MW_{el} - hohe Zuwachsraten vor allem für feste Biomasse und Biogas zwischen 2002 und 2005
- DEA-Ausbau nach 2005 auf Grund ungünstiger Förderbedingungen spürbar schwächer
- Stärkerer DEA-Ausbau durch Novelle Ökostromgesetz 2011 zu erwarten



* Als dezentrale Stromerzeugungsanlagen werden hier Erzeugungsanlagen verstanden, die an ein öffentliches Mittel- oder Niederspannungsverteilnetz angeschlossen sind und somit Verbraucher-nähe aufweisen oder auch Erzeugungsanlagen, die der Eigenversorgung dienen (vgl. § 7 Abs. 1 EIWOG 2010). Die Windkraft wird dabei nicht als dezentrale Erzeugung betrachtet, da durch den Zusammenschluss vieler Anlagen zu großen Windparks vielfach keine dezentrale Erzeugung im eigentlichen Sinn vorliegt

Klimaschutzeffekte dezentraler BHKW trotz Effizienzvorteile in Österreich gering



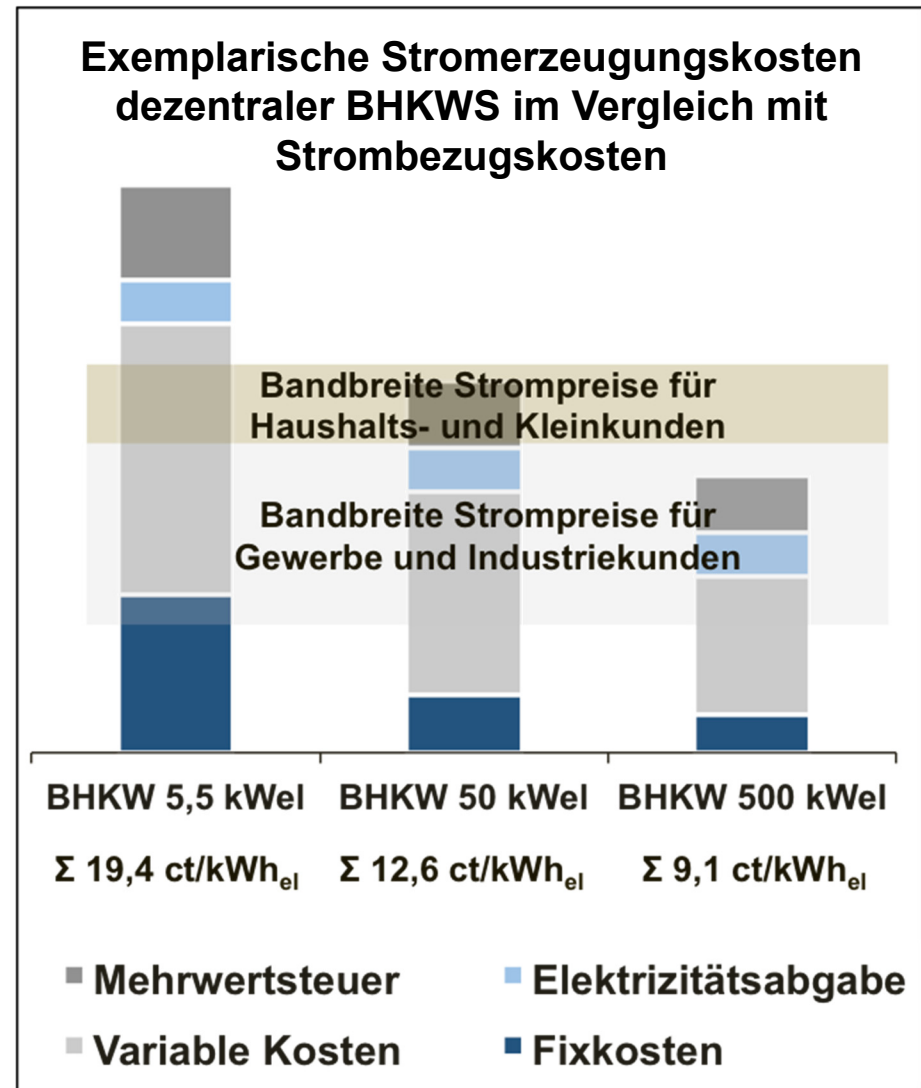
E-CONTROL

- Erdgas-BHKWs zeigen bei vollständiger KWK-Wärmenutzung gegenüber Strombezug aus Netz Primärenergieeinsparung zwischen 20 und 30 % - im realen Betrieb Einsparpotenziale insbesondere bei Mikro-KWK-Anlagen jedoch deutlich geringer
- Positive Klima- und Energiebilanz dezentraler BHKWs erfordert daher möglichst vollständige Wärmenutzung
- Auf Grund der engen Einbindung des österreichischen in das europäische Elektrizitätsversorgungssystem verdrängt zusätzliche dezentrale Erzeugung in Österreich vor allem konventionelle Erzeugung im europäischen Ausland und weniger in Österreich
- DEA-Ausbau trägt damit nur unwesentlich zur CO₂-Reduktion in Österreich bei
- Zusätzlich erhöht dezentrale fossile Erzeugung CO₂-Emissionen der Nicht-ETS-Sektoren in Österreich, wodurch weitere Maßnahmen zur Kompensation von Mehremissionen erforderlich sind
- Eine mögliche stärkere Förderung der dezentralen fossilen Erzeugung sollte daher zusätzliche CO₂-Emissionen aus diesen Anlagen berücksichtigen

Wirtschaftlichkeit dezentraler Erzeugung nur eingeschränkt darstellbar



- Kleinwasserkraft ist wirtschaftlich attraktivste DEA-Technologie in Österreich; allerdings haben zentrale Großkraftwerke z. T. noch deutliche geringere Stromerzeugungskosten
- Aus Endverbrauchersicht liefern dezentrale BHKWs Kostenvorteile ggü. öffentlichem Stromnetz, vor allem wenn Abwärme in KWK möglichst vollständig genutzt werden kann
- Mikro-BHKWs deutlich unwirtschaftlicher als Klein- und Kleinst-BHKWs - Anpassung der Fördersystematik zur Erreichung einer höheren Marktdurchdringung erforderlich
- Förderung von Klein- und Kleinst-KWK in Industrie und Gewerbe sowie öffentlichen Einrichtungen und Wohngebäuden dabei wirtschaftlich effizienter als zusätzliche Förderprogramme für Mikro-KWK in Ein-/Zweifamilienhäusern



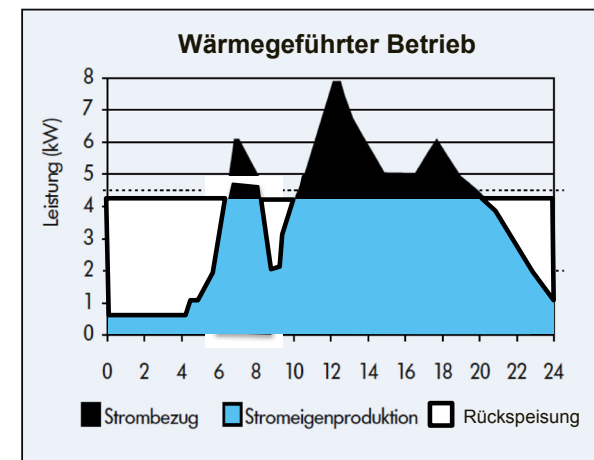
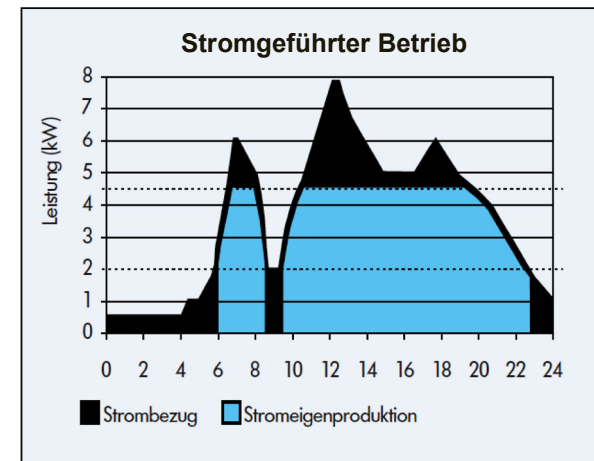
Beitrag zur Versorgungssicherheit abhängig von Erzeugungseigenschaften



E-CONTROL

- Disponible Erzeugungstechnologien (z. B. Biomasse- und Geothermieanlagen, Speicherkraftwerke, Erdgas-BHKW) können entsprechend ihrer technischen Verfügbarkeit zur Deckung der Last beitragen
- Substitutionseffekte dezentraler BHKWs jedoch abhängig von Betriebsweise - im wärmegeführten Betrieb tragen dezentrale KWK-Anlagen nur noch mit ca. 35 % ihrer Leistung zur Leistungssicherung bei
- Der Leistungsnutzen von Laufkraftwerken liegt demgegenüber bei rd. 40 % wohingegen die Photovoltaik mit weniger als 10 % der installierten Leistung gesichert zur Verfügung steht
- Dezentrale Anlagen führen bisher in Österreich nur zu einem geringen Mehrbedarf an Regelleistung gegenüber Großkraftwerken
- Ein starker Ausbau der Photovoltaik kann jedoch auch die Dimensionierung der Regelleistung beeinflussen

Strom- und wärmegeführter BHKW-Einsatz



Case Study: Übernahme Versorgungsaufgabe GuD durch Mikro-BHKW (1)



E-CONTROL

Methodik

- Fallbeispiels bewertet Aspekte Energieeffizienz und Versorgungssicherheit der Stromerzeugung in Mikro-/Kleinst-BHKW und Erdgas-GuD
- Modellierung Einsatz Erdgas-GuD-Kraftwerk im EXAA-Spotmarkt (stromgeführt) und Mikro-/Kleinst-BHKW (wärmegeführt)
- Gegenüberstellung der Versorgungsaufgaben Erdgas-GuD mit Einsatzcharakteristik BHKWs
- Effizienzvergleich BHKW und GuD für vom Strommarkt unabhängigen BHKW-Einsatz und Übernahme der Versorgungsaufgabe GuD
- Modellierung für Brennstoff-, CO₂- und Spotmarktpreise sowie Temperaturprofil 2008/2009

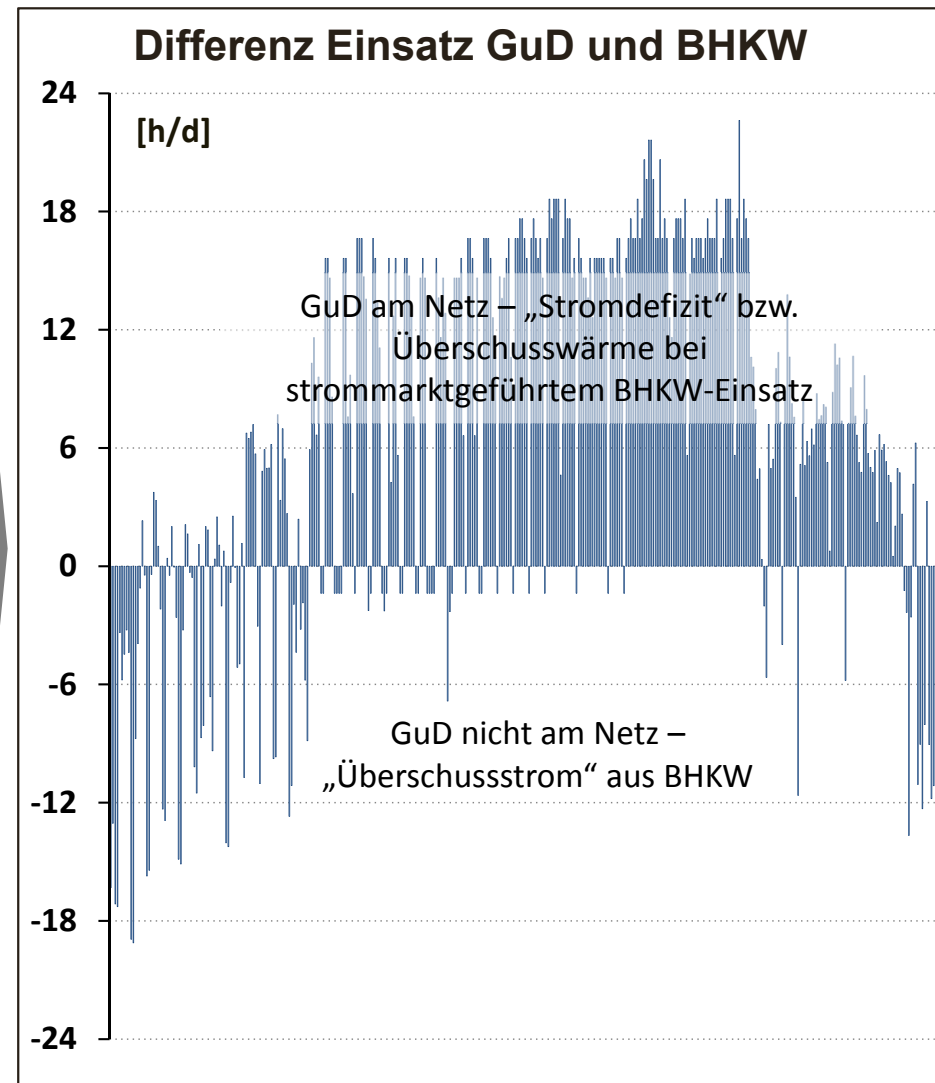
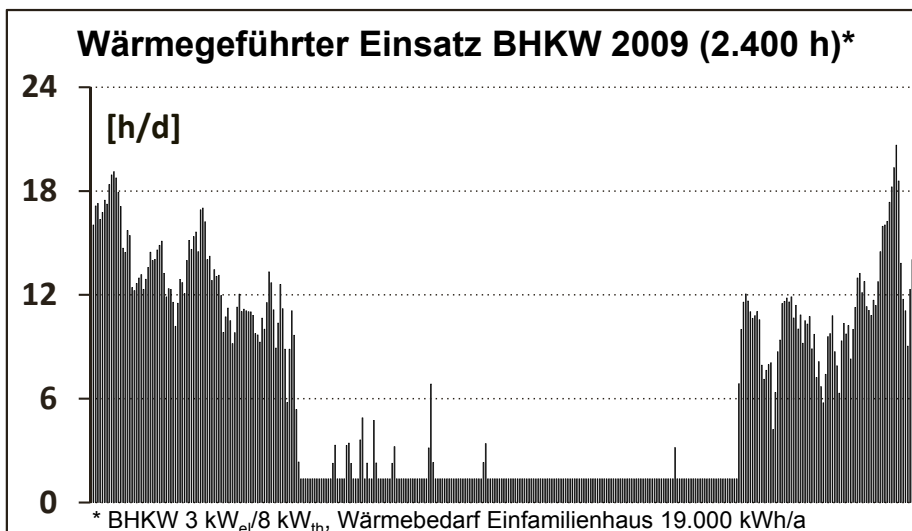
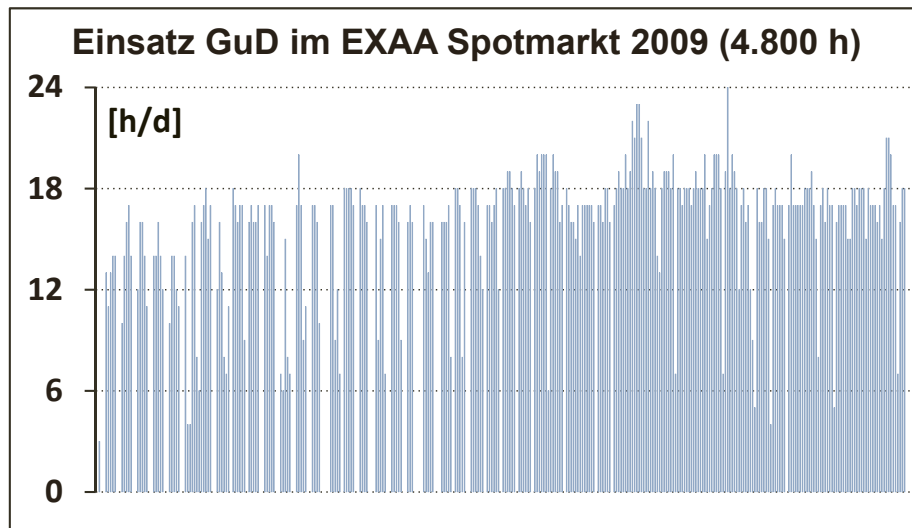
Fazit

- Grundsätzlich Effizienzvorteile für dezentrale BHKW im Gebäudebereich bei wärmegeführten Betrieb, jedoch nur geringe Verdrängung konventioneller Erzeugungsleistung bei gleichzeitig hoher Gesamteffizienz möglich
- Kombination mit (großen) Wärmespeichern und Spitzenlastkessel zur Erhöhung der Einsatzflexibilität von dezentralen BHKWs sinnvoll
- Zentrale Einsatzoptimierung und -steuerung dezentraler BHKWs als virtuelle Kraftwerke zur Integration in das Stromversorgungssystem erforderlich

Case Study: Übernahme Versorgungsaufgabe GuD durch Mikro-BHKW (2)



E-CONTROL



Virtuelle Kraftwerke integrieren dezentrale Anlagen in den Strommarkt



E-CONTROL

- Um einen hohen Anteil dezentraler Erzeugung erreichen zu können, müssen dezentrale Anlagen verstärkt zu energie- und netzwirtschaftlichen Aufgaben beitragen, die heute Großkraftwerke erfüllen (u. a. Leistungs-Frequenz-Regelung und Blindleistungsbereitstellung)
- Als Virtuelles Kraftwerk werden dezentrale Anlagen steuerungs- und kommunikationstechnisch so vernetzt, dass eine Erhöhung des energiewirtschaftlichen Wertes des Anlagenkollektives im Vergleich zur Summe der Einzelanlagen erreicht werden kann
- Neben einer Vermarktung der dezentralen Erzeugungskapazitäten an der Strombörse können Virtuelle Kraftwerke für die Bereitstellung von Regel- und Ausgleichsenergie, das Portfoliomanagement sowie das Netzmanagement genutzt werden
- Mit Ausnahme des Virtuellen Regelkraftwerks haben Virtuelle Kraftwerke die kommerzielle Marktreife jedoch noch nicht erreicht – dies ist dabei weniger auf technische sondern insbesondere auf organisatorische Hemmnisse zurückzuführen
- Für eine Optimierung der systemtechnischen und volkswirtschaftlichen Effizienz der stromwirtschaftlichen Wertschöpfungskette sollte der zukünftige Regulierungsrahmen daher auch Anreize für das Poolen dezentraler Erzeugungsanlagen zu Virtuellen Kraftwerke schaffen

Beitrag zur Spannungsregelung wesentlich für Einbindung DEA

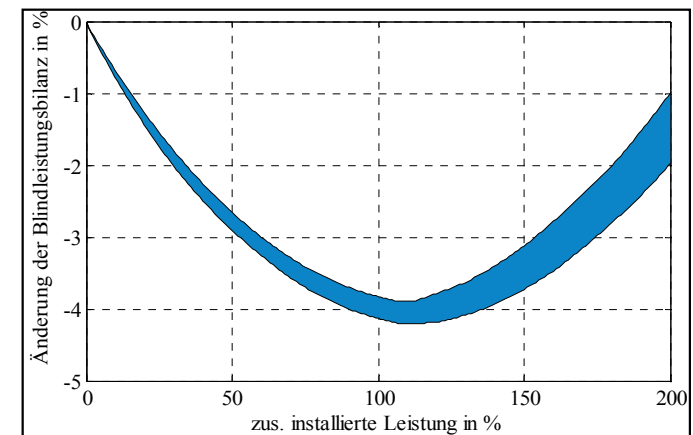
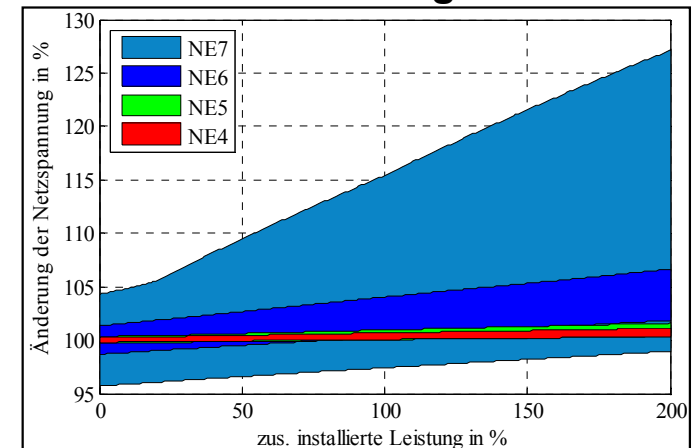


E-CONTROL

Netzspannung und Blindleistungsbilanz

- Das den DEA-Ausbau am stärksten beschränkende Kriterium ist die Spannungshaltung im Nieder- und Mittelspannungsnetz
- Simulationen zeigen, dass die Spannungskennwerte ab einem DEA-Anteil von 50 % unzulässig überschritten werden können
- Neben leistungsstärkeren Transformatoren sind die Aufteilung von Niederspannungsnetzen in kleinere Teilnetze mit jeweils eigener Ortsnetzstation oder der Einsatz stufbarer Verteiltransformatoren Möglichkeiten die Einhaltung der zulässigen Spannungsbänder zu gewährleisten
- Über eine spannungsabhängige Blindleistungsbereitstellung kann durch dezentrale Anlagen selbst eine effiziente Spannungsregelung umgesetzt werden – dadurch kann die installierbare DEA-Leistung ggü. einer reinen Wirkleistungsregelung verdoppelt werden

Auswirkung DEA-Ausbau auf Netzspannung und Blindleistungsbilanz



Orientierungswert von 5 MVA für Einstufung als DEA sinnvoll



E-CONTROL

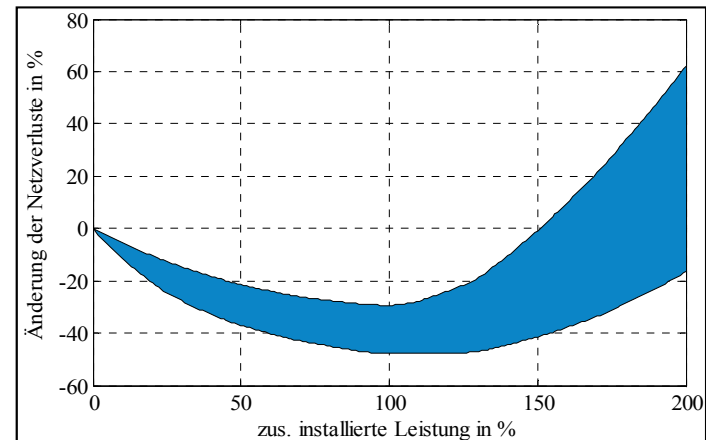
Netzverluste

- In Abhängigkeit von Einspeisecharakteristik können DEA Verluste sowohl verringern als auch erhöhen
- Auswirkungen auf die Übertragungsnetzebene demgegenüber nur sehr gering

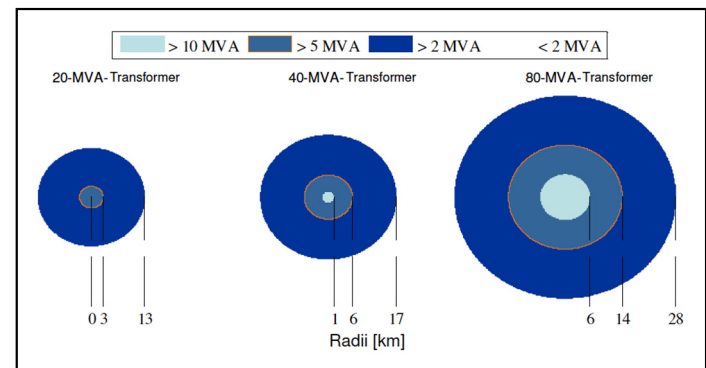
Leistungsbegrenzung für DEA

- Charakterisierung einer Erzeugungsanlage als DEA erfolgt heute nach Anschlusspunkt, der u.a. nach Topologie des Anschlussnetzes sowie Kurzschlussleistung des vorgelagerten Netzes bestimmt wird
- Analysen zeigen, dass $DEA < 2 \text{ MVA}$ i.Allg. keine Spannungsprobleme verursachen, das „DEA-Potenzial“ des Netzes aber nicht effizient ausschöpfen
- Umgekehrt können $DEA > 10 \text{ MVA}$ in schwachen Verteilnetzen i. Allg. nicht angeschlossen werden
- Als Orientierungswert erscheint eine Festlegung der Grenze für DEA-Einstufung auf 5 MVA sinnvoll

Auswirkung DEA-Ausbau auf Verluste in Verteilnetz



Maximale el. Entfernung der DEA vom Trafo bei 240 mm² Alu-Kabel





Fazit und Schlussfolgerungen

- Derzeitiger Anteil dezentraler Erzeugung in Österreich vergleichsweise gering und daher aus Systemsicht unkritisch bzw. durch Vermeidung von Netzverluste in unterlagerten Netzen tendenziell systemstützend
- In Abhängigkeit von Entwicklung Förderrandbedingungen jedoch steigender Anteil und damit sich ändernde Systemeffekte zu erwarten
- Neue Herausforderungen erfordern insbes. auch eine betriebliche und organisatorische Anpassung von Netzführungskonzepten
- Effiziente Spannungsregelung erfordert spannungsabhängige Blindleistungsbereitstellung durch dezentrale Anlagen
- Vernetzung dezentraler Erzeugungsanlagen zu Virtuellen Kraftwerken aus energiewirtschaftlicher und netztechnischer Sicht Voraussetzung für einen deutlichen Ausbau des DEA-Anteils
- Während technische Voraussetzungen bereits vorhanden sind, muss organisatorischer Rahmen für eine volkswirtschaftlich effiziente Implementierung Virtueller Kraftwerke noch weiterentwickelt werden



E-CONTROL

PROFITIEREN. WO IMMER SIE ENERGIE BRAUCHEN.