

Die Erhöhung des Wertes erneuerbarer Einspeisung durch Pumpspeicherkraftwerke

13. Symposium Energieinnovation

Stream B4 – Speicherkraftwerke

Thomas Nacht, Heinz Stigler

Graz, am 13.2.2014



- Situation im Bezug auf erneuerbare Erzeugung
- Zentrale Fragestellungen
- Strategien für den koordinierten Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken
- Grundlegende Annahmen
- Methodik
- Ausgewählte Ergebnisse
- Ausblick

- Anteil der erneuerbaren Erzeugung am Gesamtstrombedarf steigend (20-20-20-Ziele der EU)
- Paradigmenwechsel:
bedarfsgerechte → dargebotsabhängige Erzeugung
- Zeitliche Verschiebung zwischen Erzeugungsschwerpunkt und Lastschwerpunkt (Ausnahme: Wind)
- Gesicherte Leistung der regenerativen Erzeugung zur Jahreshöchstlast nur ein Bruchteil der installierten Kapazität

- Lässt sich der **Beitrag** erneuerbarer Erzeugung durch einen koordinierten Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken **erhöhen?** → Wertsteigerung der erneuerbaren Einspeisung Beitrag bemessen an:
 - dem direkten und indirekten Anteil erneuerbarer Einspeisung zur Reduktion hoher Lasten über das gesamte Jahr
 - der sicheren direkten und indirekten Einspeisung der Erneuerbaren zum Zeitpunkt der Jahreshöchstlast

- In welchem Ausmaß lässt sich die **Last zu Hochlastzeiten** bei gegebener Speicherkapazität **reduzieren?**

- PSKW bisher betrieben nach gewinnmaximierendem Prinzip auf Basis folgender Überlegung:

$$P_{Energie_gepumpt} \leq P_{Energie_turbiniert} \cdot \eta_{Umwälz}$$

- Neue Strategien für Pumpspeichereinsätze:
 - Festlegung einer oberen Restlastgrenze die im gesamten Jahr nicht überschritten werden darf:

$$P_{Rest} = P_{Last} - P_{Erneuerbar} + P_{Pump} - P_{Turb} \leq P_{Rest_max}$$

- **Einsatzstrategie 1:**
Pumpbetrieb zu jedem Zeitpunkt möglich, um das Einsatzziel mit einer minimalen Speicherkapazität zu erreichen.
- **Einsatzstrategie 2:**
Pumpbetrieb bei Unterschreitung einer unteren Restlastgrenze. Anlehnung an derzeitigen PSKW-Betrieb mit Turbinenbetrieb in Hochlastzeiten und Pumpbetrieb in Niederlastzeiten.

- Untersuchungen am Beispiel Deutschlands
- Vernachlässigung des Netzes → Annahme einer Kupferplatte
- Erneuerbare Erzeugung (5%- oder 35%-Anteil am Jahresstrombedarf von 2010) ausschließlich durch einen Erzeugungstyp (Laufwasser-, Windkraft und Photovoltaik) gedeckt.
- Erneuerbare auf Basis mehrjähriger stundenscharfer Zeitreihen der Primärenergieträger
- Zulässige Speicherkapazitäten auf Basis einer Studie über Pumpspeicherausbaupotentiale.

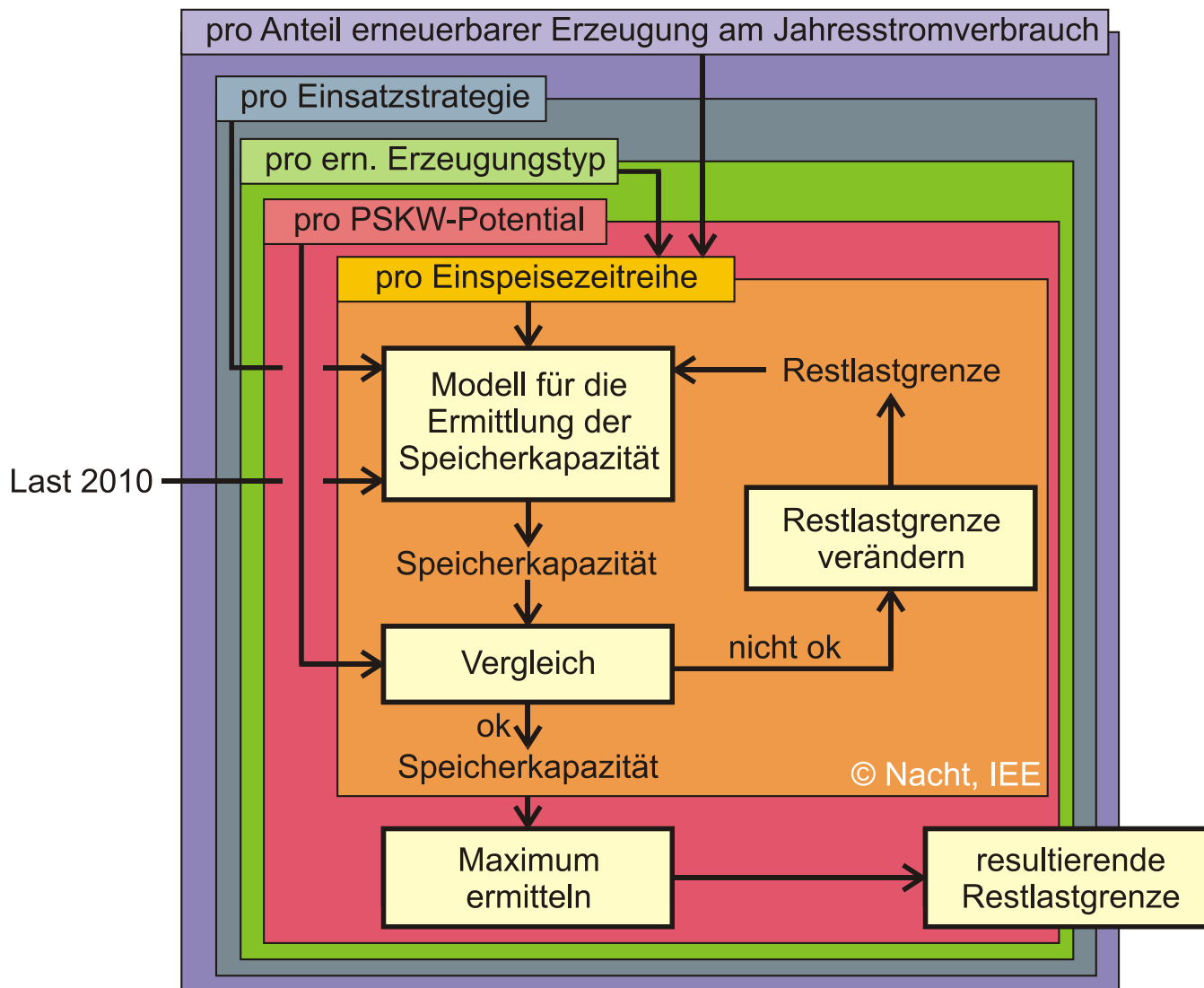
PSKW 1	40 GWh
PSKW 2	241 GWh
PSKW 3	533 GWh
PSKW 4	1.079 GWh

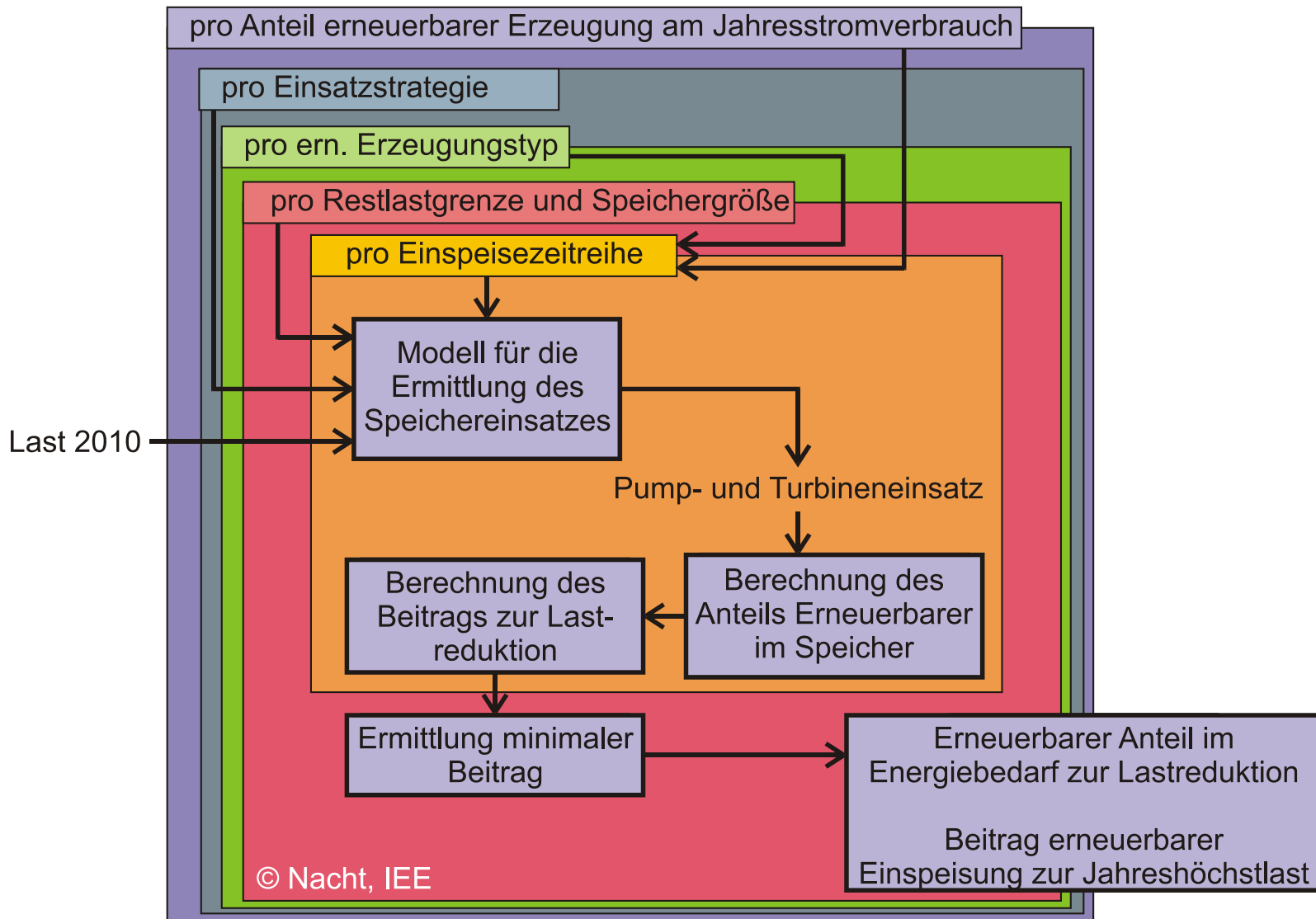
Quelle: Gimeno-Gutiérrez und Lacal-Aránategui, 2013

- Resultierender Pumpspeicher wird als ein einzelnes Kraftwerk behandelt.

Methodik: Ermittlung der maximalen Restlastgrenzen

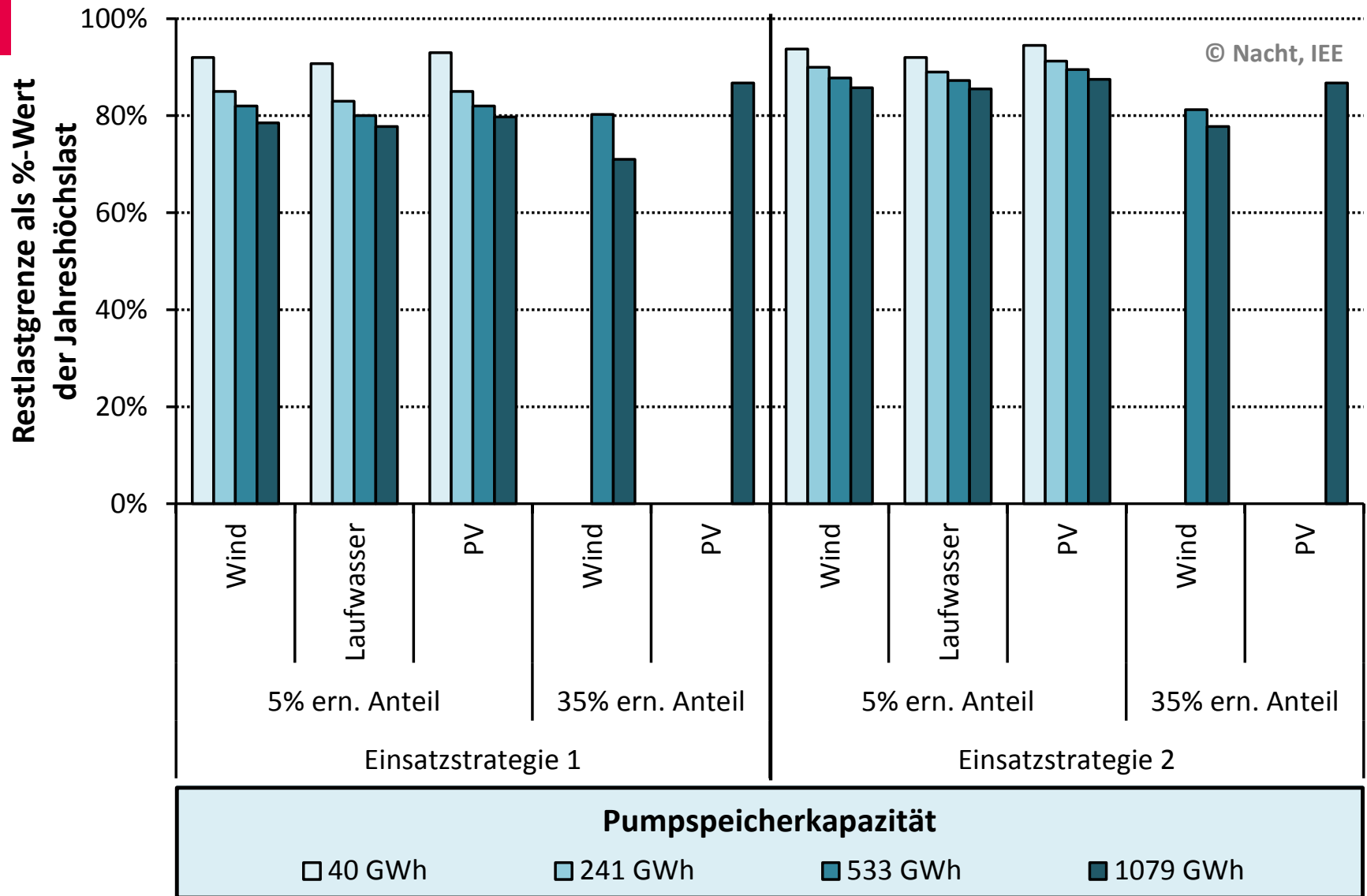
Folie 7
von 13





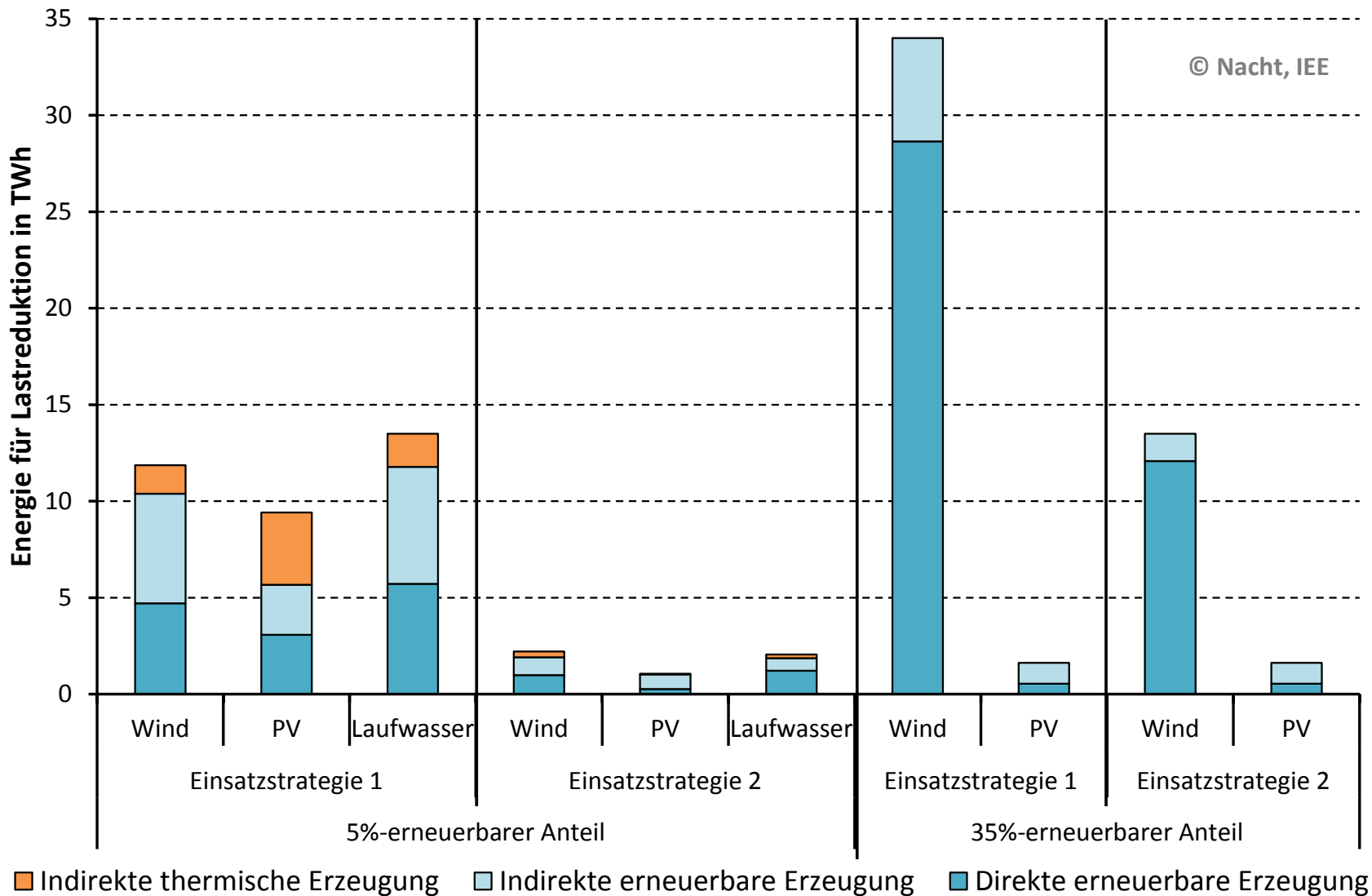
Ergebnisse: Maximale Restlastgrenzen

Folie 9 von 13

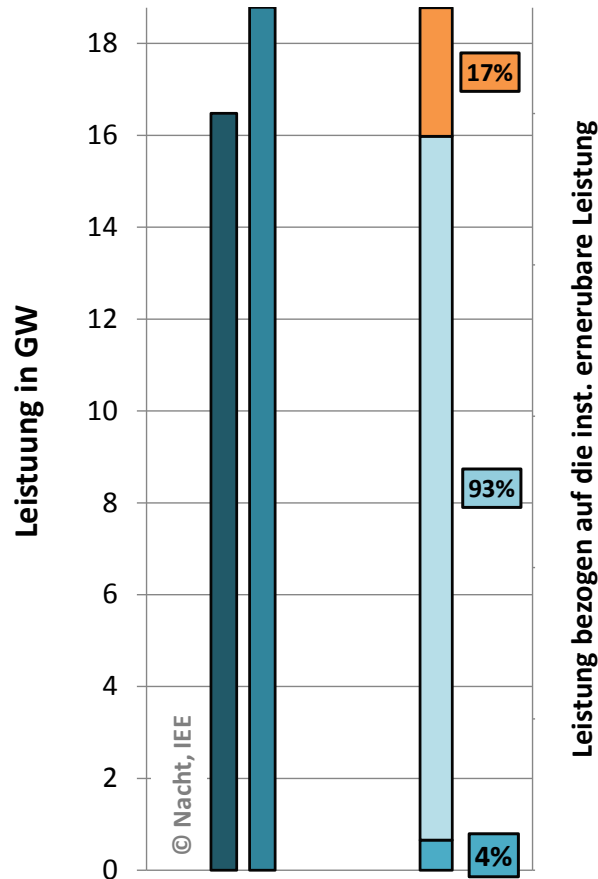


Ergebnisse: Beitrag zum Energiebedarf durch die Lastreduktion

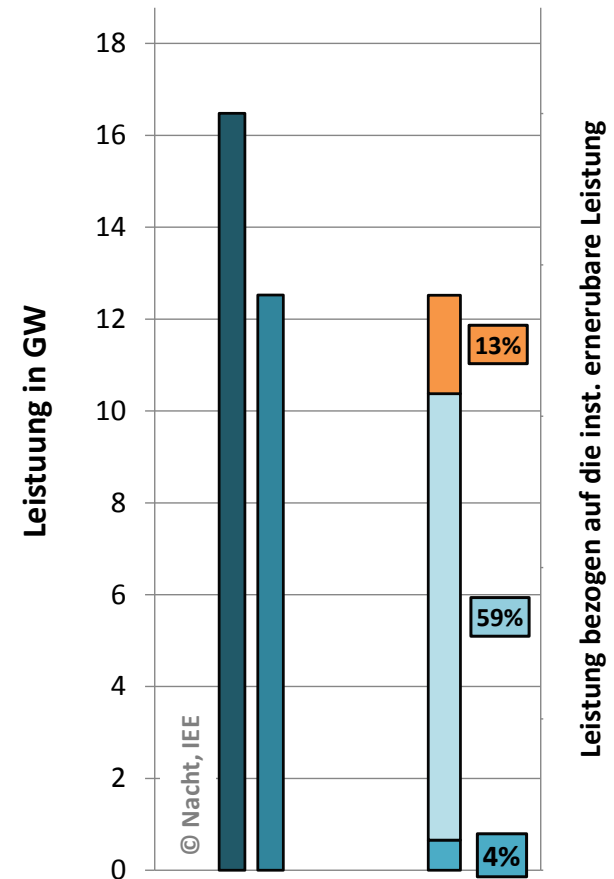
Folie 10
von 13



Einsatzstrategie 1



Einsatzstrategie 2

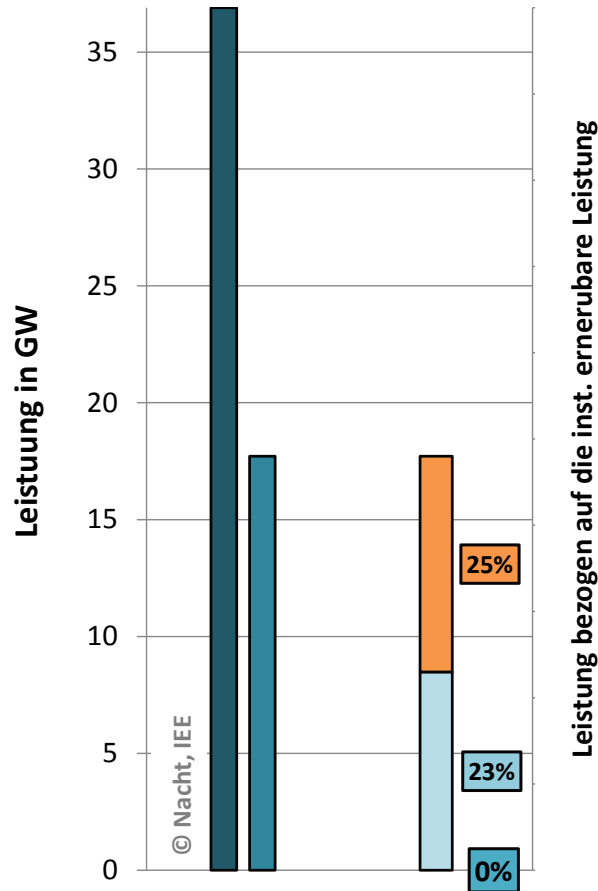


■ Installierte erneuerbare Leistung
■ Indirekte Erneuerbare Einspeisung

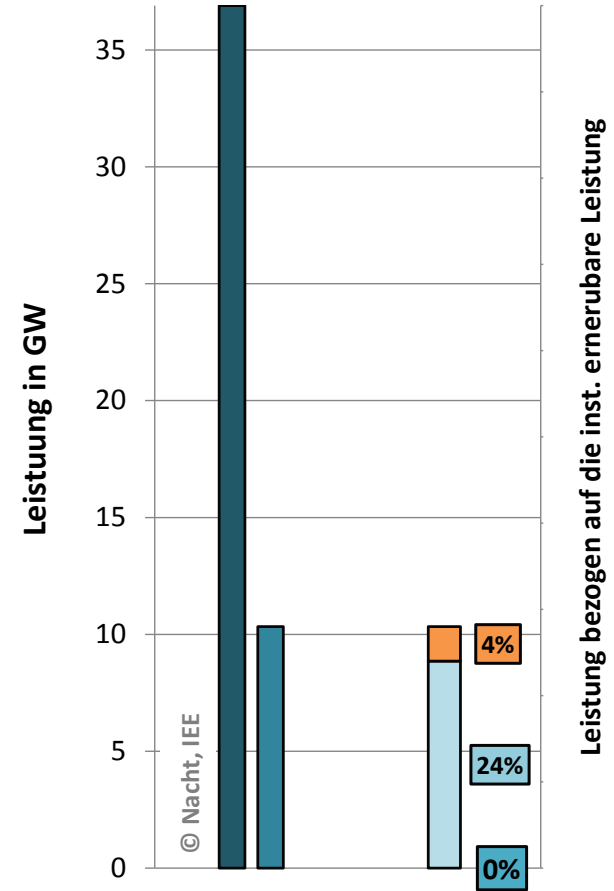
■ Benötigte Leistung für Lastreduktion
■ Indirekte thermische Einspeisung

■ Direkte Erneuerbare Einspeisung

Einsatzstrategie 1



Einsatzstrategie 2



- Installierte erneuerbare Leistung
- Benötigte Leistung für Lastreduktion
- Direkte Erneuerbare Einspeisung
- Indirekte Erneuerbare Einspeisung
- Indirekte thermische Einspeisung

- Zusammenfassung:
 - PSKW-Einsatz erhöht den Beitrag erneuerbaren Erzeugung zur (Spitzen-)Lastreduktion → Wertsteigerung der Erneuerbarer
 - Beste Ergebnisse durch eine Kombination aus PSKW und Laufwasserkraft, gefolgt von Windkraft und PV, gemessen an:
 - Höhe der erreichbaren Restlastgrenze
 - Beitrag zur Deckung der Energie für die Restlastreduktion
 - Anteil der erneuerbaren Einspeisung bezogen auf die installierte Leistung
 - Implementierung der Einsatzstrategie 1 führt zu besseren Ergebnissen als eine Implementierung der Strategie 2

- Ausblick
 - Gemischte Zusammensetzung der erneuerbaren Einspeisung
 - Gegenüberstellung der Kostenersparnis durch den koordinierten PKSW-Einsatz und der Kosten durch den PSKW-Ausbau

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

DI THOMAS NACHT

**Institut für Elektrizitätswirtschaft
und Energieinnovation**
Inffeldgasse 18 / 2.OG
8010 Graz

thomas.nacht@tugraz.at

