Netztechnischer Beitrag von kleinen Wasserkraftwerken zu einer sicheren und kostengünstigen Stromversorgung in Deutschland

Vorstellung des Gutachtens

Prof. Dr.-Ing. M. Zdrallek

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

Agenda

- Einleitung
- Eigenschaften von kleinen Wasserkraftwerken
- Netzanalysen
- Zusammenfassung

EINLEITUNG

Energiepolitische Rahmenbedingungen

- 20/20/20-Agenda der Europäischen Union (bis 2020)
  - Reduzierung der CO_2-Emissionen um 20%
  - Steigerung der Energieeffizienz um 20%
  - Deckung des Energiebedarfs zu 20% aus regenerativen Energien
- Energiekonzept 2050 der Bundesregierung
  - 80% Stromerzeugung aus regenerativen Quellen
- Aber: Zur Umsetzung der Pariser Klimabeschlüsse sind die Ziele nicht ausreichend…
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (seit 2000)
  - Förderung regenerativer Stromerzeugung (Wind, Sonne, Biomasse etc.)
- Zahllose regionale und lokale Energie- und Klimaschutzziele

Energiewende

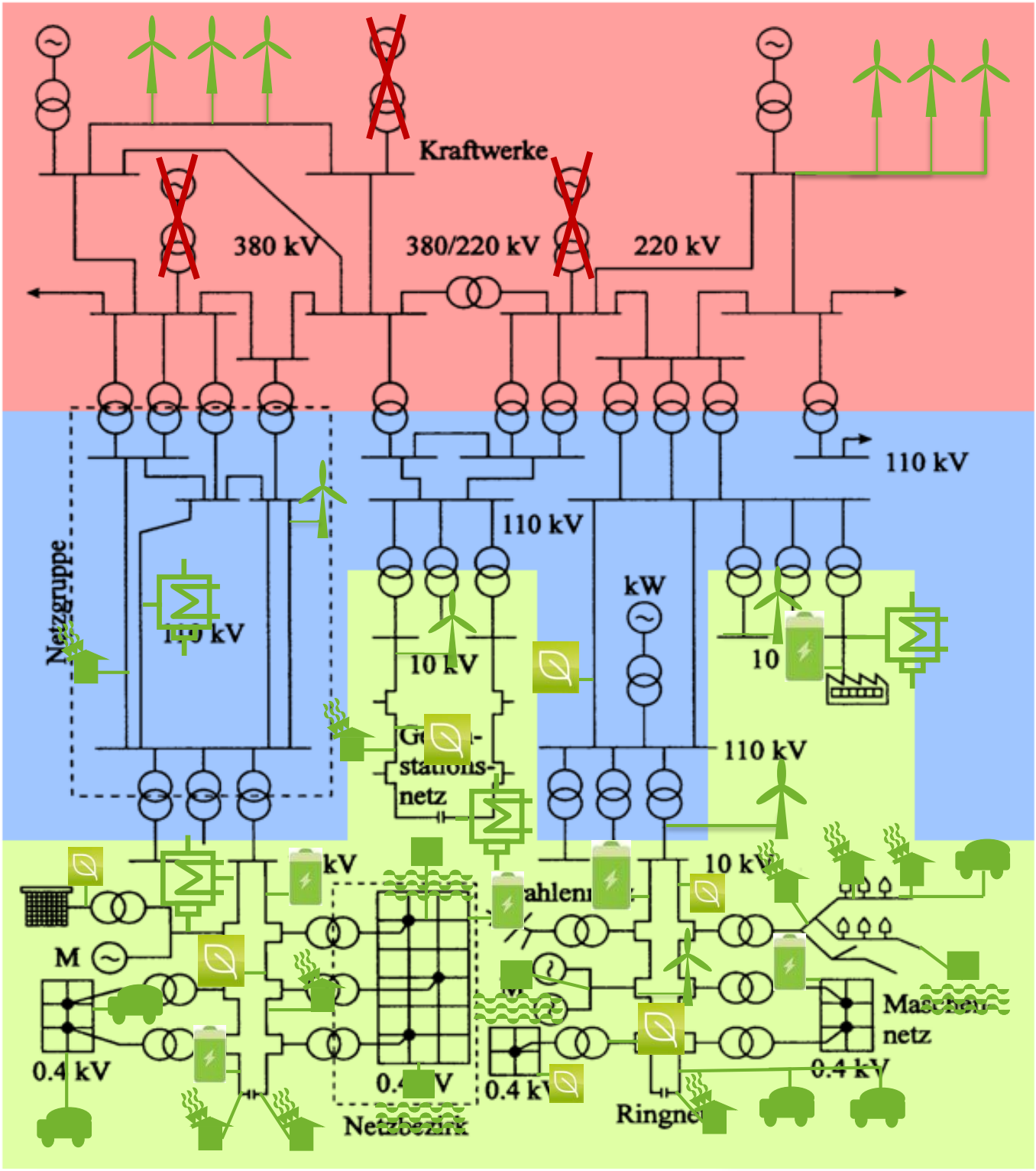
Veränderte Einspeisung

- Windkraft
- Photovoltaik
- Kernenergie-Ausstieg
- Blockheizkraftwerke
- Biomasse

Neue elektr. Verbraucher

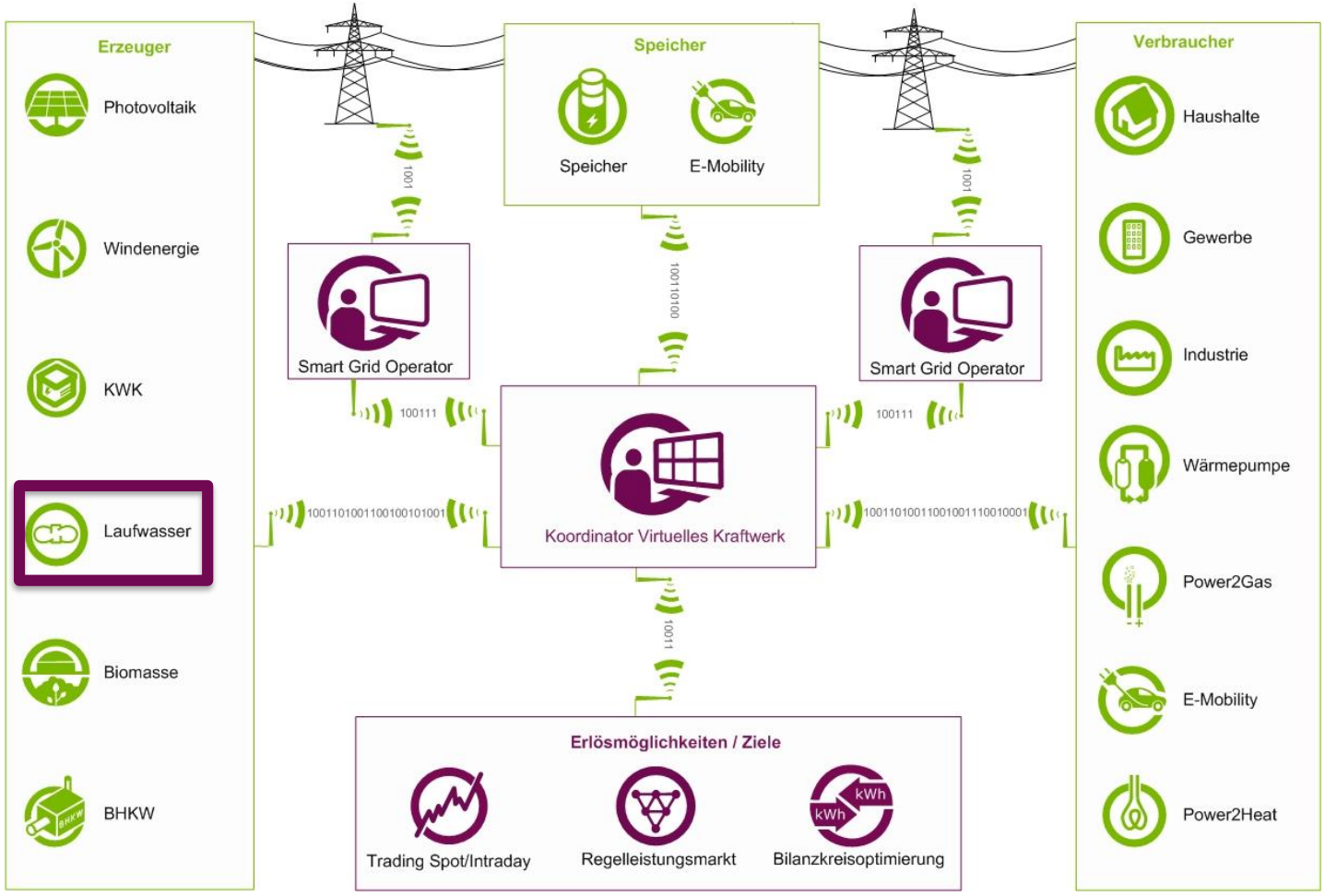
- Elektrofahrzeuge
- Wärmepumpen

Elektr. Speicher



EIGENSCHAFTEN VON KLEINEN WASSERKRAFTWERKEN

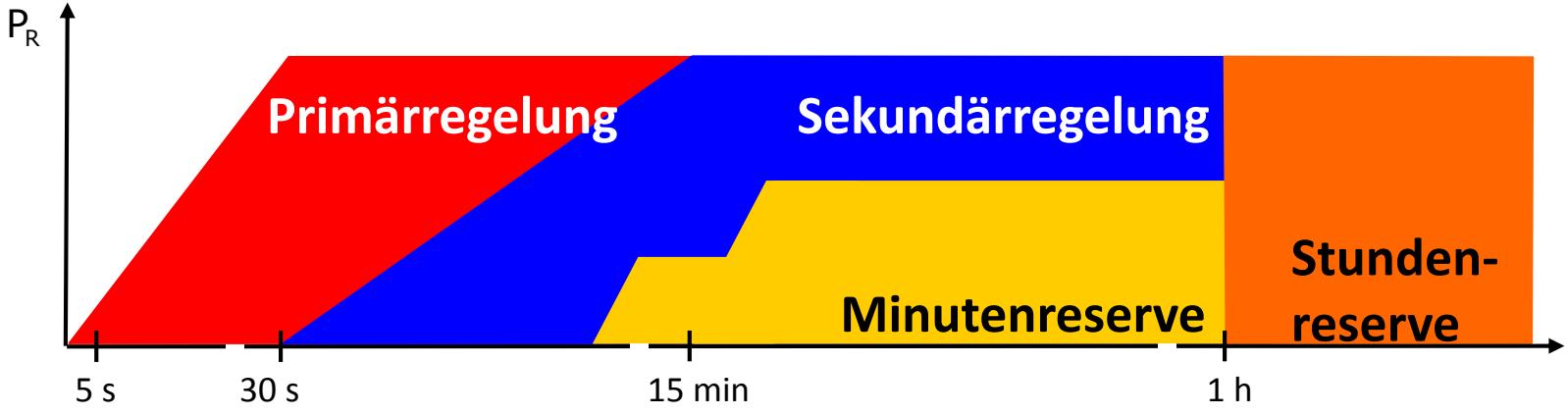
Verlässlicher Teil eines virtuellen Kraftwerks



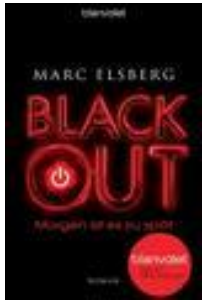
- Stetige, verlässliche Energieversorgung **nur** durch kleine Wasserkraftwerke, Biomasseanlagen und BHKW

Netz- und systemdienliches Verhalten Von Kleinwasserkraftwerken

- Regelbarkeit (pos. / neg. Regelleistung), Primär- und Sekundärregelung



- Schwarzstart- und Inselnetzfähigkeit im Falle eines flächendeckenden Blackouts



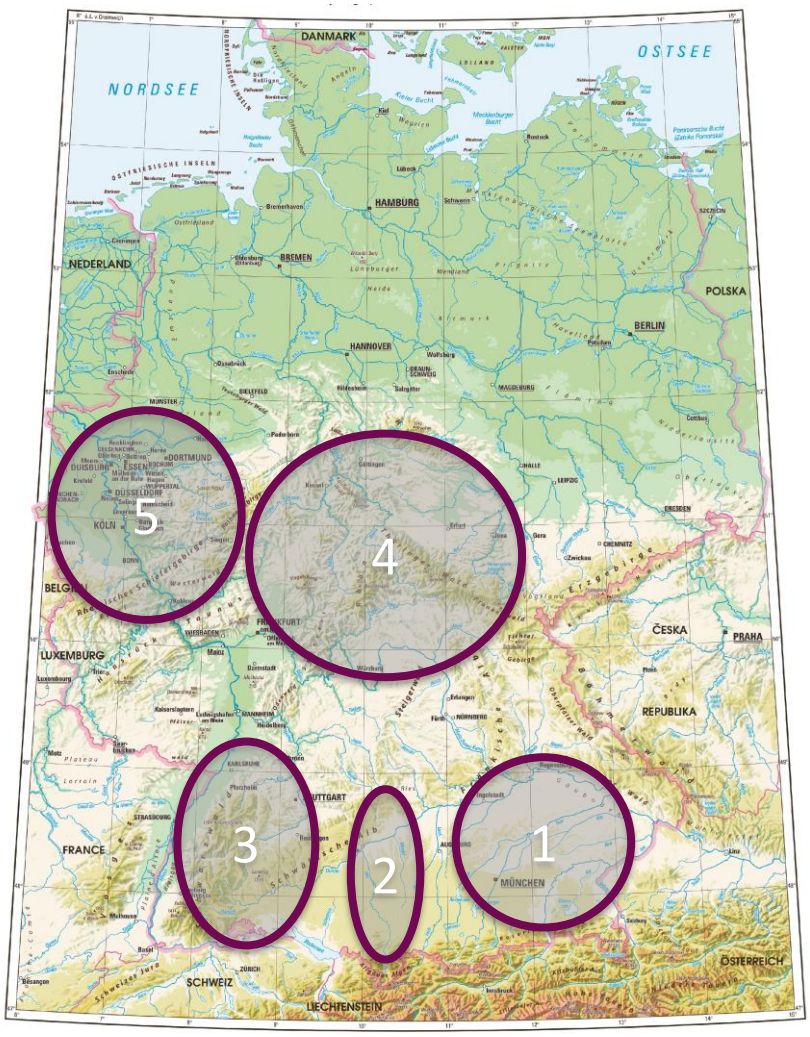
- Bereitstellung von Blindleistung
- Reduzierung der Netzverluste

Verfügbarkeit und Umweltbilanz der Anlagen

- Sehr hohe Volllaststunden
- Sehr stetige, kontinuierliche und verlässliche Einspeisung
- Langjährige Betriebserfahrung
- Einfache und Robuste Konstruktion der Anlagen
- Geringer Wartungsaufwand
- Sehr hohe erwartete Lebensdauer
- Keine Primärenergiekosten
- Eingriff in die Natur
- Hoher Erntefaktor

NETZANALYSEN

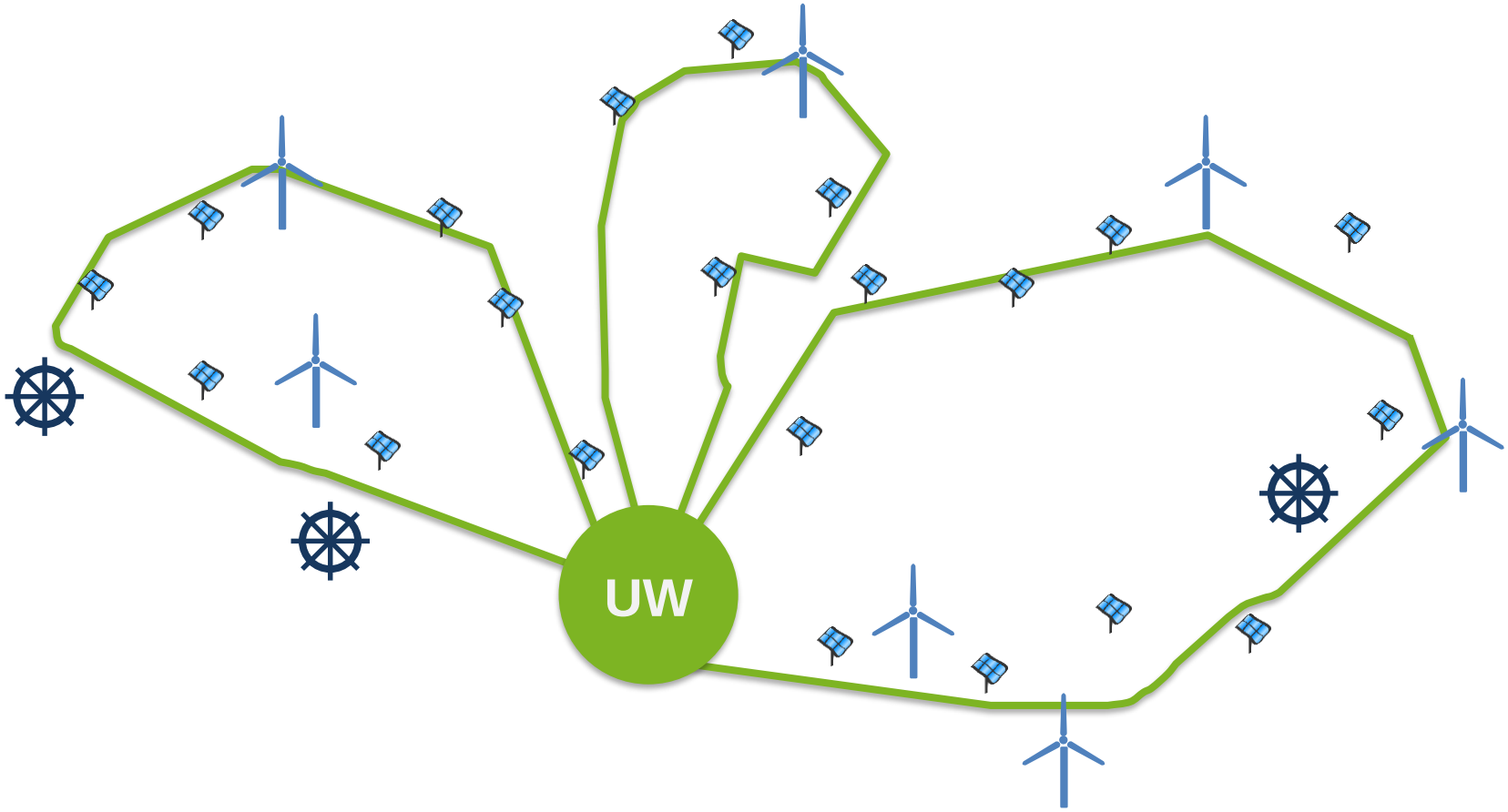
Repräsentative Clusterung der Netzregionen



1. Bayerisches Alpenvorland
2. Allgemeines Flusstal
3. Schwäbisches Alpenvorland
4. Mitteldeutsches Mittelgebirge
5. Westdeutsches Mittelgebirge

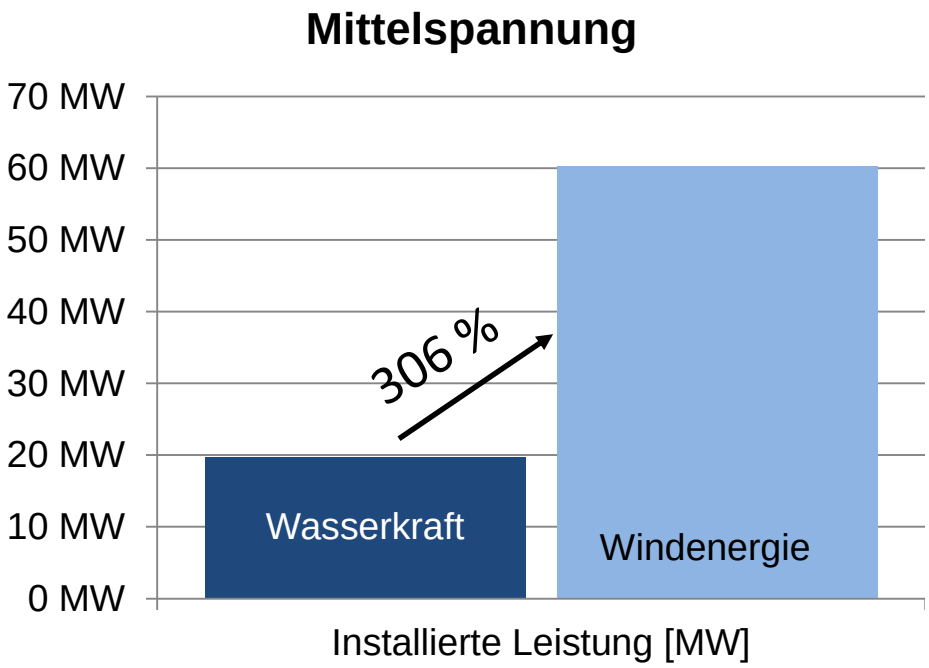
Netzanalysen: Methodik (Schema)

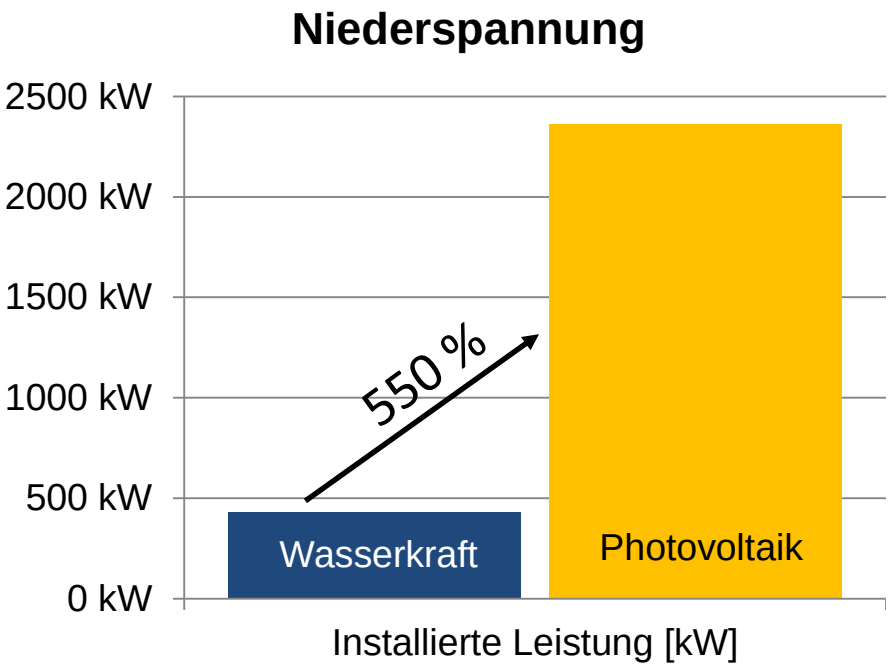
Wie würde das Netz auf einen hypothetischen Ersatz der kleinen Wasserkraftwerke reagieren, wenn die gleiche Jahresenergie durch Windenergie- (MS) bzw. Photovoltaikanlagen (NS) ersetzt werden würde?



Netzanalysen: Szenario für reale Netze

- Welche installierte Leistung müssten die Erzeugungsanlagen besitzen, um die Einspeisung der Wasserkraftanlagen zu ersetzen?

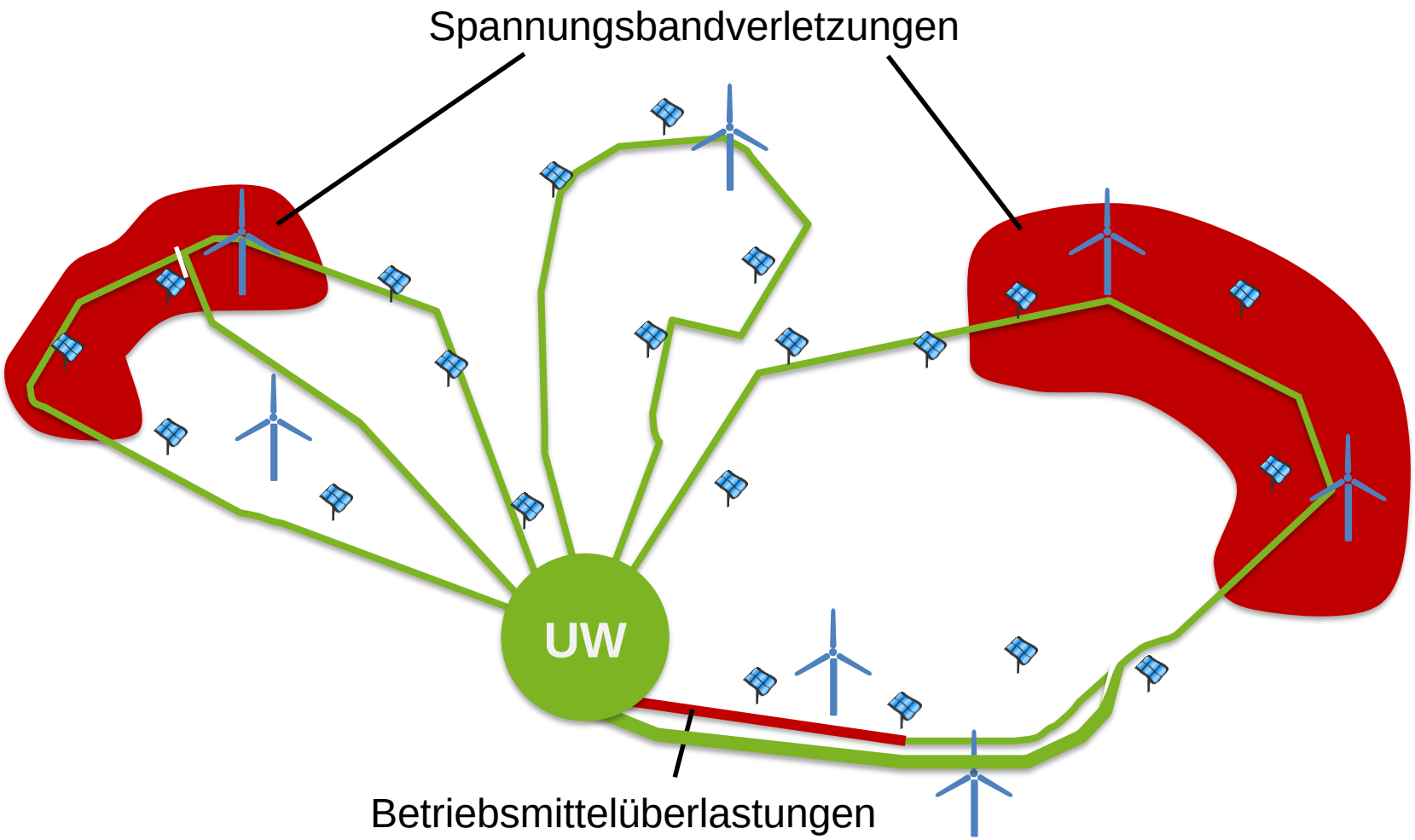




- Deutlicher Anstieg der nötigen installierten Spitzenleistung

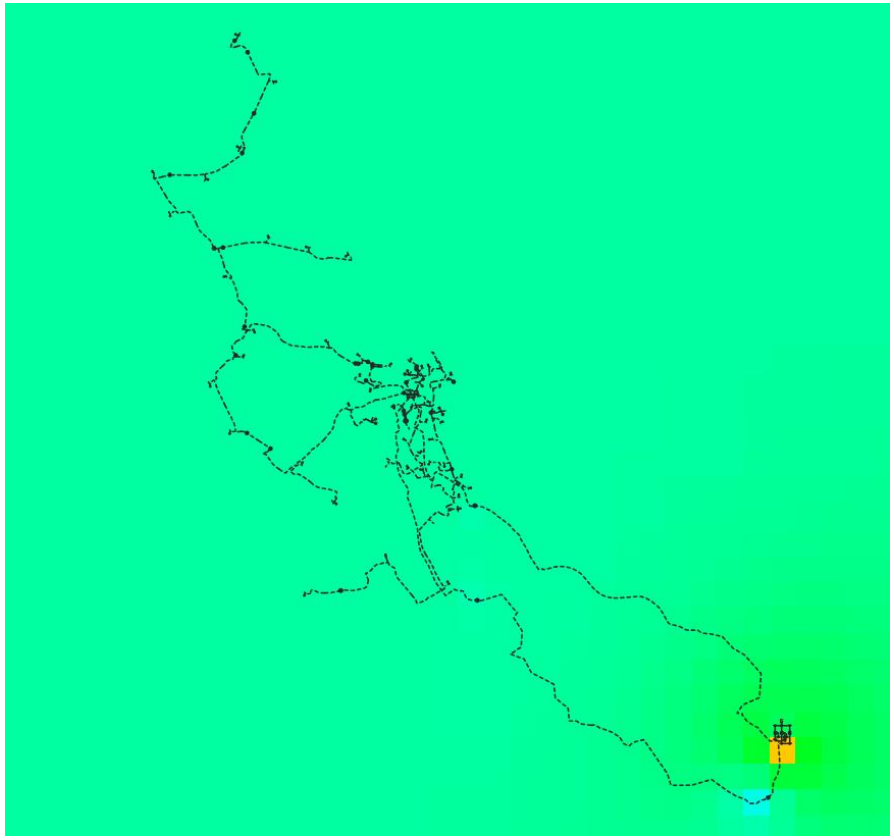
→ Netz wird in den Einspeisespitzen entsprechend stärker belastet

Netzanalysen: Ausbaubedarf

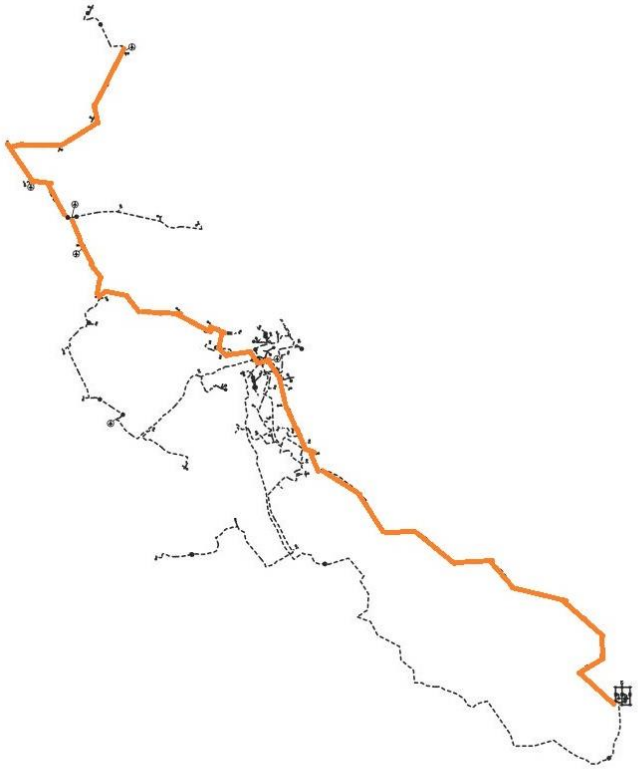


Beispiel 1:
MS-Netz bei Starkeinspeisung

Wasserkraft als Einspeiser



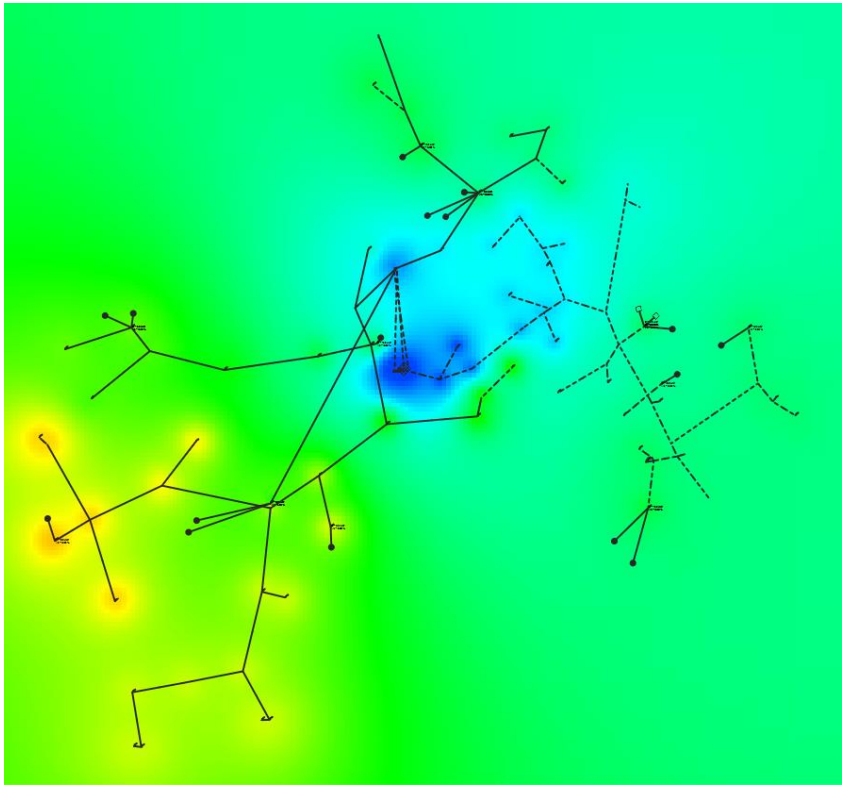
WKA ersetzen Wasserkraft



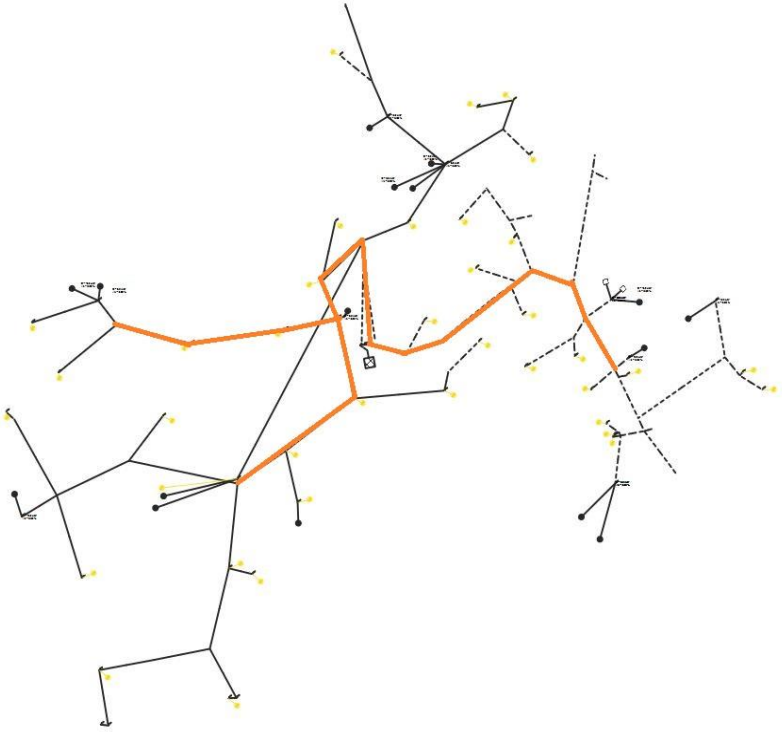
Zur Kompensation der Spannungsüberhöhung sind Kabel mit der Länge von 46,5 km mit Gesamtkosten von rd. 3,7 Mio. EUR zu verlegen. Dies entspricht rd. 850 EUR pro kW installierter Leistung Wasserkraft.

Beispiel 2:
NS-Netz bei Starkeinspeisung

Wasserkraft als Einspeiser

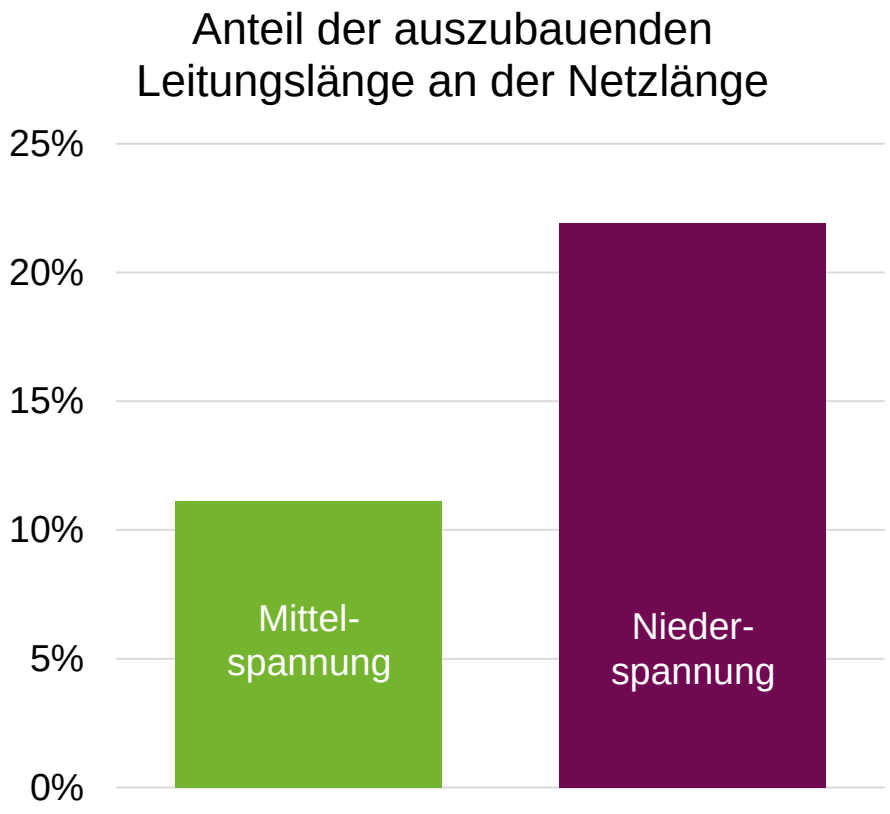


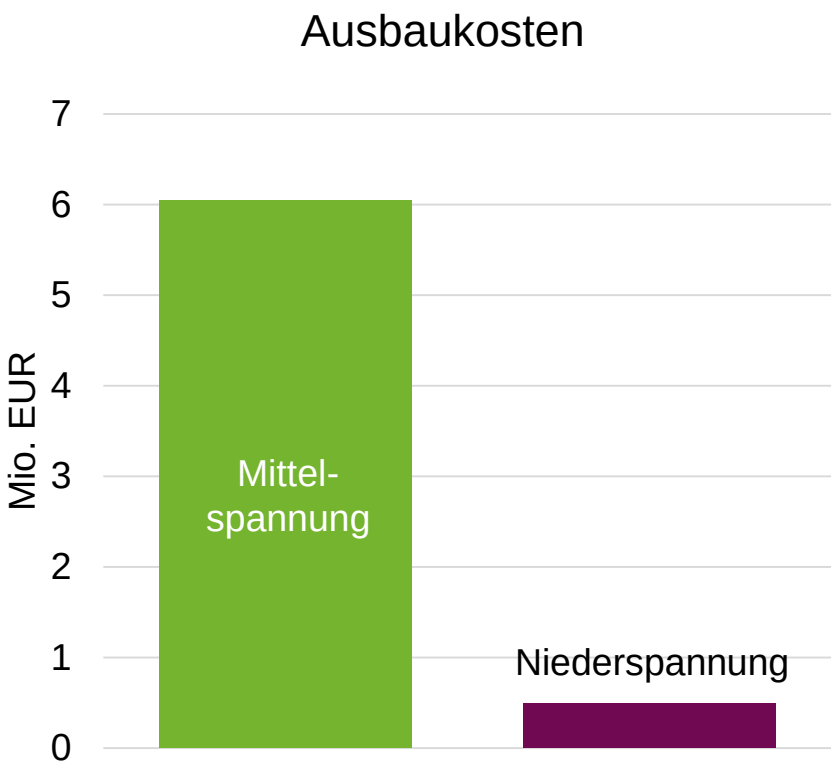
PVA ersetzen Wasserkraft



Zur Kompensation der Spannungsüberhöhung sind Kabel mit der Länge von 1,2 km mit Gesamtkosten von rd. 70 TEUR zu verlegen. Dies entspricht rd. 650 EUR pro kW installierter Wasserkraftleistung.

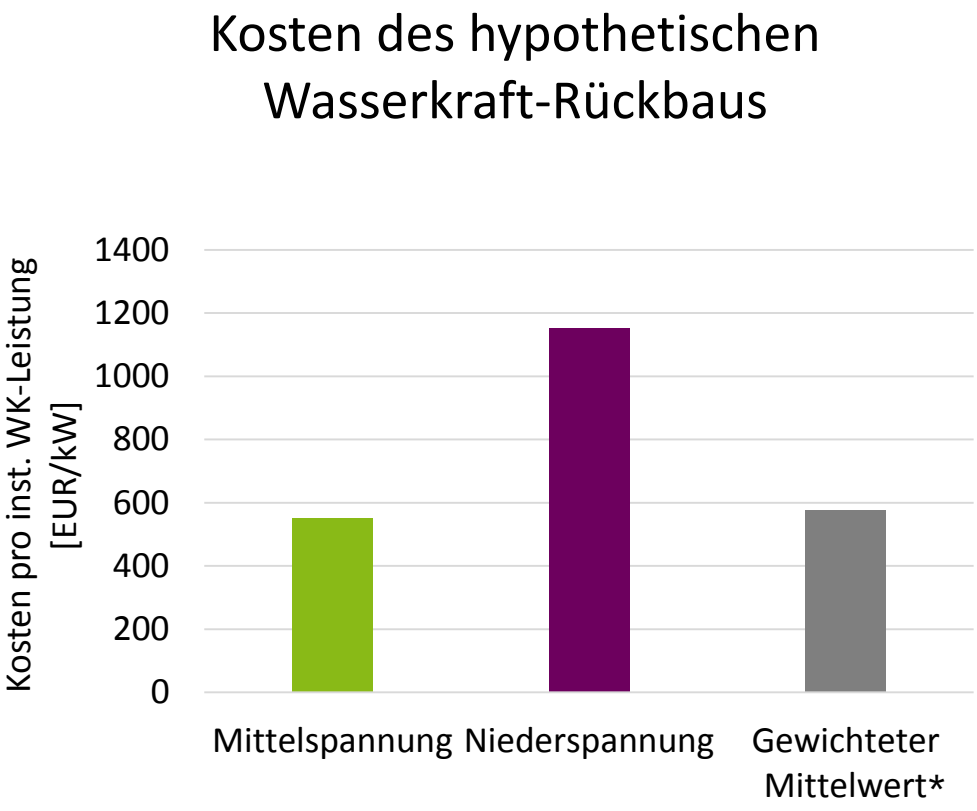
Netzanalysen: Ergebnisse der betrachteten realen Netze





→ Die erhöhte Netzbelastung durch Windenergie- bzw. Photovoltaikanlagen sorgt für einen deutlichen Netzausbaubedarf und hiermit verknüpfte hohe Kosten.

Netzanalysen: Ergebnisse der betrachteten realen Netze



* Gewichtet nach installierter Wasserkraftleistung

- Der Netzausbau zum Ersatz der Kleinwasserkraft verursacht in der Niederspannung etwa doppelt so hohe Kosten wie in der Mittelspannung.

- **Netzausbaukosen:**

  ca. 550 €/kW in der MS

  ca. 1.150 €/kW in der MS

Netzanalysen: Ergebnisse der Clusterung

- Der Hauptanteil der Netzausbaukosten entfällt auf Bayern.
- Gründe dafür sind der große Anteil an installierter Wasserkraft und die hohen spezifischen Ausbaukosten.

Der Netzausbau zum Ersatz der Kleinwasserkraft verursacht in Deutschland konkret zusätzliche Netzausbaukosten von rund 762 Mio. Euro!

Weiterhin fallen Kosten für erhöhte Netzverluste, Ausbaukosten der 110-kV-Netze und zusätzliche Komponenten an, die mit rund 250 Mio. Euro abgeschätzt werden können.

Die Gesamtkosten liegen daher bei rund einer Milliarde Euro!

ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassung:
Acht wesentliche Erkenntnisse

Erkenntnis 1: Die verlässlichen Wasserkraftwerke sind eine wichtige Säule der Energiewende

Erkenntnis 2: Kleine Wasserkraftwerke reduzieren den Netzausbaubedarf im Verteilnetz erheblich (gut 750 Mio. EUR)

Erkenntnis 3: Verbrauchsnahe Erzeugung aus kleinen Wasserkraftwerken verringert die Netzverluste signifikant

Erkenntnis 4: Kleine Wasserkraftwerke stabilisieren zukünftig das Gesamtsystem durch Bereitstellung von Systemdienstleistungen

Zusammenfassung:
Acht wesentliche Erkenntnisse

Erkenntnis 5: Kleine Wasserkraftwerke erhöhen die Versorgungsqualität auf Verteilnetzebene

Erkenntnis 6: Inselnetz- und schwarzstartfähige kleine Wasserkraftwerke können bei großflächigen Blackouts lokal die Versorgung aufrechterhalten

Erkenntnis 7: Kleine Wasserkraftwerke sind ein kostengünstiger Baustein der Energieversorgung

Erkenntnis 8: Kleine Wasserkraftwerke dienen als dezentrale Energiespeicher

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Prof. M. Zdrallek
Bergische Universität Wuppertal
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
Rainer-Gruenter-Str. 21, 42119 Wuppertal
zdrallek@uni-wuppertal.de

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL