

Energiewirtschaftliche Typregionen auf Basis von Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur



Industrie

Christa Dufter⁽¹⁾, Michael Hinterstocker⁽¹⁾, Serafin von Roon⁽¹⁾, Tobias Schmid⁽²⁾
 (1) Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, (2) Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.
 Am Blütenanger 71, 80995 München, +49 89 158121-37, cdufter@ffe.de



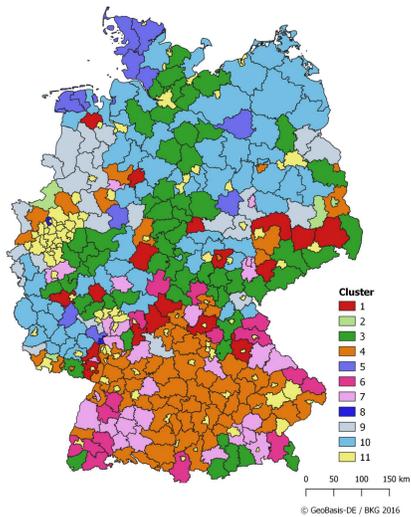
Motivation und zentrale Fragestellung

- Ausgangsbasis für die Integration verschiedener Flexibilitätsoptionen ist die Analyse der Erzeugungs- und Verbrauchssituation vor Ort
- Ziel ist daher die Ableitung von charakteristischen Typregionen für Deutschland
- Regionen, welche derselben Typregion zugeordnet sind, weisen dabei eine ähnliche Erzeugungs- und Verbrauchsstruktur auf und stehen somit vergleichbaren Herausforderungen bei der Integration von Erneuerbaren Energien (EE) und Flexibilität gegenüber
- Erkenntnisse und Lösungsansätze können zwischen verschiedenen Regionen einer Typregion übertragen werden

Methodische Vorgehensweise

- Methodik setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen:
 - Clusterung auf Basis von vier Parametern: flächenspezifischen installierten Leistungen von (1) Photovoltaik (PV) und (2) Windenergie sowie der flächenspezifischen Stromverbräuche der Sektoren (3) Industrie sowie (4) Gewerbe, Handel, Dienstleistungen & private Haushalte
 - Räumliche Aggregation von Landkreisen (LK), eine Region besteht dabei aus einem oder mehreren zusammenhängenden LK
- Es werden verschiedene Vorgehensweisen entwickelt und die Ergebnisse hinsichtlich der Anzahl, Größe und Form der resultierenden Regionen sowie der Plausibilität bewertet

1a. Hierarchische Clusterung der LK



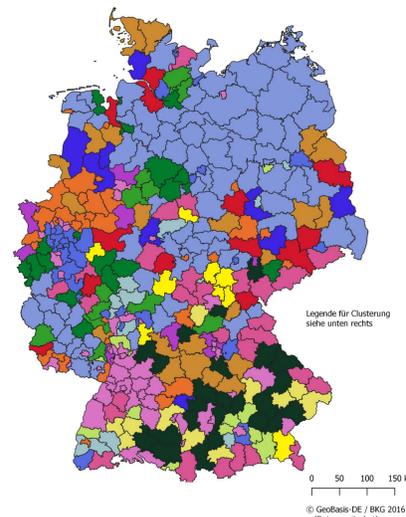
Vorgehensweise

- Hierarchische Clusteranalyse der LK nach den vier Parametern

Ergebnisse

- Plausible Clusterung: verbrauchsstarke Städte im Süden und Ruhrgebiet, ländliche LK im Süden (Norden) durch PV (Wind) geprägt
- Aggregation kreisfreier Städte aufgrund des signifikanten Unterschieds zum Umland → vorab Zuordnung zu Nachbar-LK
- Aggregation der LK nicht sinnvoll möglich: bei iterativer Durchführung der Clusteranalyse ändert sich Anzahl der Cluster und damit Clusterzuordnung → alternative Clusterung auf Basis der Mediane der vier Parameter (siehe 1b)

1b. Clusterung der LK nach Median



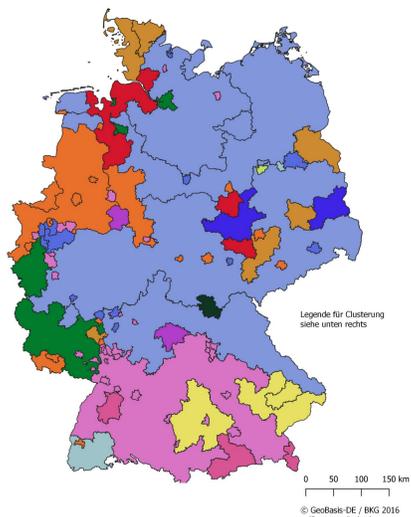
Vorgehensweise

- Clusterung auf Basis der Mediane der vier Parameter: Ausprägungen jeden Parameters werden in zwei Gruppen (kleiner bzw. größer als Median) geteilt, so dass sich 16 Cluster ergeben
- Kreisfreie Städte mit nur einem Nachbar-LK werden mit diesem zusammengefasst

Ergebnisse

- Plausible Clusterung: durch PV und Wind geprägte LK und Verbrauchszentren erkennbar
- Nächster Schritt: Aggregation der LK zu Regionen → siehe 4.

2a. Aggregation ähnlicher LK



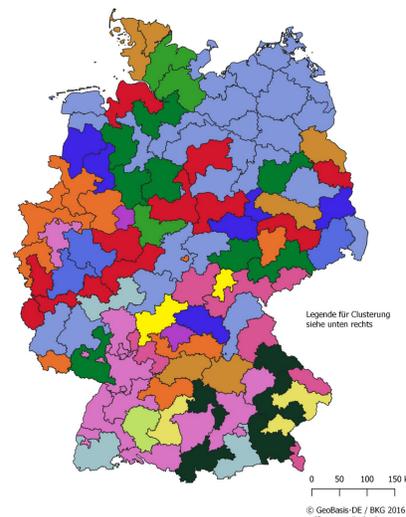
Vorgehensweise

- Kreisfreie Städte mit nur einem Nachbar-LK werden mit diesem zusammengefasst
- Iterative Aggregation der LK / Regionen entsprechend ihrer Ähnlichkeit in den vier Parametern
- Clusterung der resultierenden Regionen nach Median der vier Parameter (siehe 1b)

Ergebnisse

- Plausible Clusterung, Regionen ersichtlich, die sich signifikant von Umland unterscheiden
- Regionen sehr unterschiedlicher Größe → Begrenzung der maximalen Fläche je Region (siehe 2b)

2b. Aggregation ähnlicher LK, Größe begrenzt



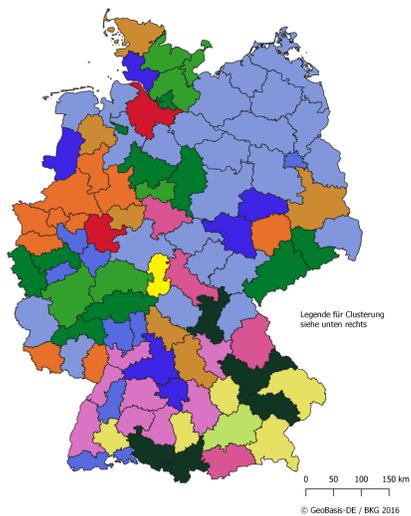
Vorgehensweise

- Analog zu 2a.
- Zusätzlich Begrenzung der maximalen Fläche je Region auf die Fläche von fünf durchschnittlichen LK (4.443 km²)

Ergebnisse

- Plausible Clusterung: verbrauchsstarke Regionen erkennbar, Regionen im Süden (Norden) durch PV (Wind) geprägt
- Sinnvolle und ähnliche Größe sowie moderate Anzahl an Regionen
- Ansatz eignet sich für die Ableitung von Typregionen

3. Aggregation zu Raumordnungsregionen



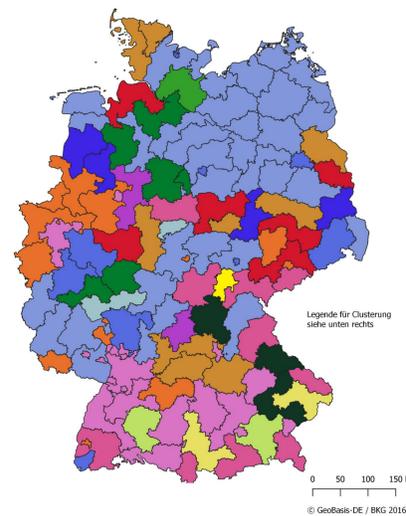
Vorgehensweise

- Aggregation der LK gemäß den Raumordnungsregionen des BBSR
- Clusterung auf Basis der Mediane der vier Parameter (siehe 1b)

Ergebnisse

- Einteilung der Raumordnungsregionen basiert auf siedlungsstrukturellen Kriterien, dennoch sind Ergebnisse plausibel und ähnlich zu den Ansätzen 2b und 4

4. Clusterung und Aggregation nach Median



Vorgehensweise

- Ausgangsbasis: Clusterung der LK aus 1b
- Aggregation von LK / Regionen, wenn resultierende Region Cluster des/r größeren LK / Region ergibt
- Zusätzliche Begrenzung der maximalen Fläche je Region auf die Fläche von fünf durchschnittlichen LK

Ergebnisse

- Plausible Clusterung ähnlich zu Ansatz 2b: verbrauchsstarke Regionen erkennbar, Regionen im Süden (Norden) durch PV (Wind) geprägt
- Sinnvolle und ähnliche Größe sowie moderate Anzahl an Regionen
- Ansatz eignet sich für die Ableitung von Typregionen

Zusammenfassung und Ausblick

- Ergebnisse der vorgestellten Vorgehensweisen unterscheiden sich hinsichtlich der Zuordnung einzelner LK und damit auch in der Anzahl der resultierenden Regionen und Typregionen
- Ansätze 2b und 4 sind aufgrund der ähnlichen Resultate und der sinnvollen Anzahl an Regionen am besten geeignet
- Entwickelte Methoden können für die Ableitung von Typregionen in weiteren Ländern eingesetzt werden
- Durch die Anwendung auf verschiedene Jahre können Entwicklungstendenzen für die Regionen abgeschätzt werden, die Verwendung von Regionen anstelle von LK liefert dabei im zeitlichen Verlauf robustere Ergebnisse

Legende

Für Clusterung nach Median der vier Parameter:

- Ausprägungen jeden Parameters werden in zwei Gruppen geteilt: „+“ („-“) für Werte oberhalb (unterhalb) des Medians
- Resultierende 16 mögliche Kombinationen werden als Cluster festgelegt

| | PV | Wind | GHD u. HH | Industrie |
|---|----|------|-----------|-----------|
| + | + | + | + | + |
| + | + | + | - | + |
| + | + | - | + | + |
| + | + | - | - | + |
| + | - | + | + | + |
| + | - | + | - | + |
| + | - | - | + | + |
| + | - | - | - | + |
| - | + | + | + | - |
| - | + | + | - | - |
| - | + | - | + | - |
| - | + | - | - | - |
| - | - | + | + | - |
| - | - | + | - | - |
| - | - | - | + | - |
| - | - | - | - | - |