

ENERGIECLUSTER DEUTSCHER STÄDTE – CLUSTERANALYSE DEUTSCHER STÄDTE ANHAND SOZIO-ENERGETISCHER INDIKATOREN

Wilhelm WALL¹, Marco K. KOCH¹, Hermann-Josef WAGNER¹

Inhalt

Um den anthropogenen Treibhauseffekt abzubremsen wurden in Deutschland Energieeinspar- und Klimaschutzziele verabschiedet, die eine Reduktion der Treibhausgase vorsehen. Zum Erreichen dieser Ziele werden auch Städte und Kommunen in das Wirken einbezogen und gefördert. Ein Beispiel dafür ist der Wettbewerb 'Energieeffiziente Stadt' in dem fünf deutsche Städte bei der Umsetzung innovativer Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz gefördert werden [1]. Die Vielzahl der städtischen Maßnahmen deckt eine Bandbreite ab und sie sind oft durch den innovativen Ansatz der umsetzenden Stadt sehr „stadtspezifisch“ sind.

Die Clusteranalyse kann an dieser Stelle ansetzen, indem Städtecluster ermittelt werden, die sich auf Basis sozio-energetischer Kennwerte ähneln. Das Ziel ist durch die ermittelten Energiecluster deutscher Städte eine Hilfestellung zur Übertragung erprobter Maßnahmen in weitere Städten geben zu können. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse der durchgeführten Clusteranalyse deutscher kreisfreier Städte thematisiert. Zu Beginn erfolgt eine Darstellung der Methodik der durchgeführten Clusteranalyse sowie des Untersuchungsrahmens. Anschließend werden die Ergebnisse der Clusteranalyse diskutiert.

Methodik

Eine Clusteranalyse ist die statistische Betrachtung von Objekten, hier von deutschen kreisfreien Städten. Das Ziel der Clusteranalyse ist es eine Menge von zu betrachtenden Objekten (Städten) homogenen Gruppen (Clustern) zuzuordnen, die zueinander wiederum möglichst heterogen sind. In Deutschland gibt es derzeit 107 kreisfreie Städte und keine Stadt gleicht exakt einer anderen. Das zeigt sich durch die verschiedenen Merkmalsausprägungen der Städte, die die Indikatoren anzeigen. Ein Indikator erlaubt die kennwertgestützte Beschreibung von Objekten (Städten). Somit werden die Ergebnisse der Clusteranalyse maßgeblich von der Qualität der eingesetzten Indikatordaten beeinflusst. Für die hier durchgeführte Analyse wurde der Ansatz der freien Verfügbarkeit der Daten verfolgt. Hierzu wurden z. B. Datenbanken der statistischen Ämter der Länder sowie des Bundes, Zensusdaten, Daten des Kraftfahrtbundesamtes, Daten von Verbänden und, sofern verfügbar, Unternehmensdaten verwendet. Der Datensatz enthält in den Zeilen die betrachteten Städte. Die Spalten werden durch Indikatoren gebildet.

Für diese Analyse wurden 41 Indikatoren aus den Verbrauchs-sektoren Private Haushalte, Verkehr, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) ermittelt. Mit dem so erstellten Datensatz werden die drei wesentlichen Schritte der Clusteranalyse durchlaufen. Diese sind die Z-Transformation, die Faktoranalyse und die Clusteranalyse.

Ergebnisse

Im ersten Schritt, der Z-Transformation erfolgt die Normierung der Indikatordaten. Die Indikatoren bestehen häufig aus Verhältniszahlen, wodurch eine Vergleichbarkeit der untersuchten Städte sichergestellt werden kann. Normierte Werte sind für den weiteren Verlauf wichtig, da die Methode auf mathematisch-statistischen Ansätzen beruht und so jedem Indikator trotz Normierung die gleiche mathematische Aussagekraft zukommt.

Die Faktoranalyse stellt eine statistische Methode dar mit der Daten (Spalten) reduziert werden können. Dabei werden aus den einzelnen Indikatoren „künstliche“ Variablen extrahiert, die die einzelnen Indikatoren hinreichend genau beschreiben. Bei der durchgeführten Faktorenanalyse konnten die Indikatoren auf 11 Faktoren reduziert werden.

¹ Ruhr-Universität Bochum (RUB), Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft (LEE),
Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, Tel.: +49 234 32-25986, Fax: +49 234 32-14158, wall@lee.rub.de,
www.lee.rub.de

Den abschließenden Schritt bildet die Clusteranalyse. Die Grundidee der Clusteranalyse ist es Cluster zu ermitteln, die ineinander möglichst homogen und zueinander möglichst heterogen sind [2]. Hierfür wurde die hierarchische agglomerative Clusteranalyse gewählt. Bei dieser Form der Clusteranalyse bildet, zu Beginn, jede Stadt ein eigenes Cluster. Erst mit dem Fortschritt der Analyse wachsen die Cluster durch die Fusionierung passender Städtepaare auf Basis der ermittelten Faktoren. Die nachfolgende Abbildung zeigt schematisch den Fusionsablauf.

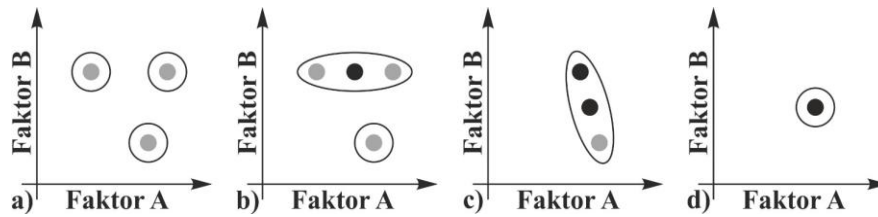


Abbildung 1: Schematische Clusterzusammenführung.

Bei der aktuell durchgeführten Clusteranalyse konnten zehn statistisch überzeugende Clusterlösungen ermittelt werden. Sechs dieser Clusterlösungen (Clusteranzahlen: 106, 105, 101, 53, 46 und 31) sind jedoch nicht sinnvoll, weil eine zu große Clusteranzahl das Ziel der Clusterung unbrauchbar macht. Die anderen vier Clusterlösungen (Clusteranzahl: 23, 20, 12 und 8) zeigen belastbarere Ergebnisse, da die Lösungen näher an der Clustergrundidee liegen. Eine zu große Clusteranzahl erfüllt nicht das Ziel der Ermittlung homogener Gruppen. Eine zu geringe Clusteranzahl bedeutet, dass die Cluster ineinander sehr heterogen werden. Unter Zuhilfenahme der grafischen Darstellung der Fusions Schritte kann für die aktuell betrachteten 107 Städte aus den in Frage kommenden Lösungen die 12-Cluster Lösung gewählt werden (gestrichelte senkrechte Linie in Abbildung 2), da diese ein gutes Gleichgewicht zwischen der clusterinternen Homogenität und der Heterogenität zwischen den Clustern erfüllt.

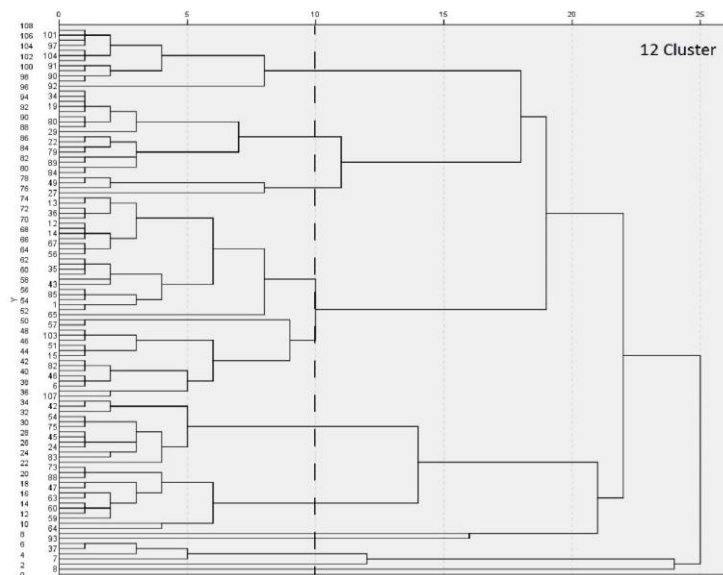


Abbildung 2: Dendrogramm der Fusions Schritte.

Referenzen

- [1] Wettbewerb Energieeffiziente Stadt. Hg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015. <https://www.wettbewerb-energieeffiziente-stadt.de/startseite/>. Abruf: 18.11.2015.
- [2] BACHER, J.: Clusteranalyse, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2. Auflage, München, 2002