



# Analyse des räumlichen Zusammenhangs zwischen den Impfquoten der Masern- und Meningokokken-C-Impfungen

Benjamin Goffrier • Mandy Schulz • Jörg Bätzing-Feigenbaum

DOI: 10.20364/VA-17.07

## Abstract

### Hintergrund:

In der vorliegenden Analyse wurde untersucht, inwiefern ein Zusammenhang zwischen den Ausprägungen der Masernimpfquote und der Meningokokken-C-Impfquote auf Kreisebene besteht. Die derzeitige Studienlage deutet darauf hin, dass es Regionen gibt, in denen die Impfquoten verschiedener Impfungen besonders hoch bzw. niedrig ausfallen, was auf ein regionsspezifisches Impfverhalten hinweisen kann. Ursachen hierfür können u. a. regionale Unterschiede in den Einstellungen gegenüber Impfungen sowohl von Eltern als auch von Ärzten sein.

### Methodik:

Anhand der im Versorgungsatlas publizierten Quoten der Masern- und Meningokokken-C-Impfungen auf Kreisebene wurden räumliche Zusammenhänge untersucht. Hierfür wurde erstens der Pearson'sche Korrelationskoeffizient berechnet; zweitens wurden für die Impfquoten LISA-Modelle berechnet und anschließend miteinander verglichen; drittens wurde mit beiden Impfquoten eine Clusteranalyse durchgeführt, um Cluster mit hohen, mittleren und niedrigen Impfquoten zu identifizieren; und viertens wurde für die gefundenen Cluster eine Varianzanalyse durchgeführt, um zu prüfen, inwiefern bezüglich bestimmter sozioökonomischer Indikatoren signifikante Unterschiede zwischen den Clustern bestehen.

### Ergebnisse und Schlussfolgerungen:

Auf Kreisebene (N = 399) wurde für den Zusammenhang zwischen den Impfquoten bezüglich Masern und Meningokokken C ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von 0,81 berechnet. Es konnte eine mittlere positive räumliche Autokorrelation für beide Impfquoten festgestellt werden. Nachbarschaftseffekte bezüglich der Impfquoten ließen sich in Süddeutschland ermitteln. Dies ergab die Analyse des Local Moran's I. Für die Cluster mit hoher oder mittlerer Impfquote ist kein eindeutiges räumliches Muster erkennbar, allerdings lässt sich für niedrige Impfquoten ein Cluster in einer zusammenhängenden Region im Süden Bayerns und Baden-Württembergs ausmachen. Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede bezüglich sozioökonomischer Indikatoren zwischen den Clustern. Diese implizieren, dass im Cluster mit den niedrigsten Impfquoten die geringsten sozioökonomischen Belastungen herrschten.

Die Analyse macht deutlich, dass es ein konsistentes Impfverhalten geben kann, welches sich auf die Inanspruchnahme bzw. Nicht-Inanspruchnahme mehrerer Impfungen auswirkt. In den meisten Regionen konnten zwar keine Nachbarschaftseffekte bei den Impfquoten festgestellt werden, jedoch gibt es auch eindeutig identifizierbare überregionale Räume mit homogenem Impfverhalten.

Korrespondierender Autor: Benjamin Goffrier  
Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland  
Herbert-Lewin-Platz 3 - 10623 Berlin - Tel. (030) 4005-2414 - E-Mail: bgoffrier@zi.de





## Abstract (English)

### Analysis of the spatial link between vaccination rates for measles and meningitis C vaccinations

#### Background:

This analysis examines the extent to which there is a link between how widespread vaccinations against measles and vaccinations against meningitis C are at a district level. The current data indicate that there are regions in which the vaccination rates for different vaccinations are particularly high or low, which could indicate region-specific vaccination behaviour. This could be caused, among other things, by regional differences in attitudes to vaccination both among parents and among doctors.

#### Method:

The rates for measles and meningitis C vaccinations at a district level published in the “Versorgungsatlas” (Health Care Atlas) were checked for spatial links. In order to do this, firstly the Pearson correlation coefficient was calculated; secondly LISA models (Local Indicators of Spatial Association) were calculated for the vaccination rates and then compared with one another; thirdly a cluster analysis was carried out with both vaccination rates in order to identify clusters with high, medium and low vaccination rates; and fourthly a variance analysis was carried out for the clusters identified in order to check the extent to which there are significant differences between the clusters in terms of certain socioeconomic indicators.

#### Results and conclusions:

At a district level (N = 399), a Pearson correlation coefficient of 0.81 was calculated for the link between vaccination rates for measles and meningitis C. A moderate positive spatial autocorrelation was able to be identified for both vaccination rates. The neighbour effect was found with regard to vaccination rates in Southern Germany. This was demonstrated by means of the analysis of the Local Moran's I. No significant spatial pattern could be identified for the clusters with high or medium vaccination rates, but a cluster in a linked region in southern Bavaria and Baden-Württemberg was identified for low vaccination rates. The variance analysis showed significant differences between the clusters in terms of socioeconomic indicators. This implies that the lowest socioeconomic levels were to be found in the clusters with the lowest vaccination rates.

The analysis makes clear that consistent vaccination behaviour can occur which has an effect on the take-up or failure to take up several vaccinations. Whereas no neighbour effects were able to be identified in the vaccination rates between most districts, there were also clearly identifiable cross-regional areas with identical vaccination behaviours.



### Schlagwörter („Keywords“)

Autokorrelation, Clusteranalyse, Impfung, Korrelation, Masern, Masernimpfung, Meningokokken-C-Impfung, Moran's I global, Moran's I local

### Zitierweise

Goffrier B, Schulz M, Bätzing-Feigenbaum J. Analyse des räumlichen Zusammenhangs zwischen den Impfquoten der Masern- und Meningokokken-C-Impfungen. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 17/07. Berlin 2017. DOI: 10.20364/VA-17.07. URL: <http://www.versorgungsatlas.de/themen/alle-analysen-nach-datum-sortiert/?tab=6&uid=84>

## Hintergrund

Die derzeitige Studienlage macht deutlich, dass es teils große regionale Unterschiede bezüglich der Impfquoten gibt [1-5]. Dabei ist auffällig, dass es Regionen gibt, in denen die Impfquoten unterschiedlicher Impfungen besonders hoch oder besonders niedrig ausfallen. Dies deutet darauf hin, dass es zumindest teilweise ein Impfverhalten gibt, das sich regional unterscheidet.

In der vorliegenden Analyse wurde untersucht, inwiefern es einen Zusammenhang zwischen den Impfquoten der Masernimpfung und der Impfung gegen Meningokokken C auf räumlicher Ebene gibt. Außerdem wurde analysiert, durch welche Charakteristika die Regionen geprägt sind, in denen ein ähnliches Impfverhalten beobachtet werden konnte.

Dass das Impfverhalten kohärent ist, wäre nach derzeitiger Studienlage zu erwarten, da das Impfverhalten von mehreren Faktoren beeinflusst wird, die oft unabhängig von der Art der jeweiligen Impfung wirken. Die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) hat in einer Studie die Zusammenhänge zwischen Wissen, persönlicher Einstellung und Verhalten im Zusammenhang mit Masernimpfungen untersucht. Nicht geimpft wurden Kinder häufig von den Eltern, die ein Misstrauen gegenüber den Impfeempfehlungen hegten, Erkrankungsrisiken verharmlosten und gleichzeitig eine hohe Wahrnehmung gegenüber den Impfrisiken hatten sowie sich unzureichend informiert fühlten. Darüber hinaus wurde das Gespräch mit dem Arzt als zentraler Bestandteil für die Entscheidungsfindung der Eltern genannt [6]. Ähnliches berichteten auch Krüger und Krüger (2015) in einer qualitativen Studie, die die Motive von Impfskeptikern und Impfgegnern untersuchten [7]. Demnach suchten die Eltern nach der für das Kind subjektiv besten Lösung, wobei der mögliche Impfschaden meist höher eingeschätzt wurde als der mögliche Krankheitsschaden. Außerdem wurde ein Informationsdefizit beklagt, wobei vor allem die richtige Einordnung unterschiedlicher Informationen Probleme bereitete. Als wichtigste Informationsquellen dienten dabei das eigene soziale Netzwerk und das Internet. Das Gespräch mit dem Arzt wurde ebenfalls als entscheidend beurteilt, wobei sich die Eltern

teilweise Ärzte suchten, die ihre eigene Einstellung gegenüber Impfungen teilten oder zumindest respektierten [7]. Weigel (2012) berichtete, dass sich auf Kreisebene durchaus ein schwacher Zusammenhang zwischen den Ansichten der Ärzte in einer Region gegenüber Impfungen auf die Höhe der Impfquote auswirkte. Demnach war die Einstellung der Ärzte in Ostdeutschland wesentlich positiver und homogener als in Westdeutschland. In Südbayern war demnach die Meinung über Impfungen am negativsten geprägt, während sie in Rheinland-Pfalz am positivsten für Westdeutschland ausfiel [8].

## Methodik

Mit der vorliegenden Analyse sollen zwei aufeinander aufbauende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Masern-Impfquoten und den Meningokokken-C-Impfquoten?
2. Nach welchen Charakteristika lassen sich die Regionen einordnen, die besonders hohe oder niedrige Impfquoten aufweisen?

Die Impfung gegen Masern und die gegen Meningokokken C wurden als Beispiele ausgewählt, um die mögliche räumliche Assoziation des zusammenhängenden Impfverhaltens darzustellen. Sie eignen sich hierfür besonders gut, da sich die zu beobachtenden Impfzeiträume stark überschneiden. So wurde die erste Masernimpfung vom 9. Lebensmonat bis zum Ende des zweiten Lebensjahres beleuchtet, die Impfung gegen Meningokokken C wurde vom 13. Lebensmonat bis ebenfalls zum Ende des zweiten Lebensjahres analysiert (dies entspricht den jeweiligen Empfehlungen der Ständigen Impfkommision (STIKO) des Robert Koch-Instituts [9, 10]). Es wurde angenommen, dass durch diese zeitliche Überschneidung bei den beiden Impfungen die Wahrscheinlichkeit steigt, räumliche Effekte beobachten zu können. Außerdem wurden somit gleiche Populationen beobachtet (Eltern, deren Kinder im impffähigen Alter für die jeweiligen Impfungen sind), wodurch ein Vergleich der beiden Impfungen erst sinnvoll wird.

Als Datengrundlage dienten zum einen die Berichte des Versorgungsatlas zu Masern- und Meningokokken-C-Impfungen [1, 2]. Verglichen wurden dabei zum einen die Mittelwerte der Impfquoten der Meningokokken-C-Impfung aller Erhebungszeitpunkte (U6-Kohorten 2009 bis 2012) mit den Mittelwerten der Impfquoten der ersten Masernimpfung im Zweijahreszeitraum aller Geburtsjahrgangskohorten (2009 bis 2012). Die ermittelten Impfquoten basieren auf den kassenärztlichen Abrechnungsdaten gemäß § 295 SGB V [11]. Für die Charakteristika der einzelnen Kreise wurden zum anderen die INKAR-Daten (Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)) für das Jahr 2009 herangezogen sowie der sozioökonomische Gesundheitsindex (SGX) und Urbanitätsindex (UX) von Schulz et al. (2015) [12].

Als räumliche Grundlage wurde die Kreisebene gewählt, wobei die Zuordnung der Kreise und kreisfreien Städte vom Stand des Jahres 2008 genutzt wurde. Die Kreise des Bundeslandes Sachsen wurden aus der Analyse ausgeschlossen, da für Sachsen abweichende Impfempfehlungen gelten, die sich auch in den Impfquoten widerspiegeln und somit nicht mit den Kreisen des übrigen Bundesgebietes vergleichbar sind [13]. Somit wurden 399 Kreise in der Analyse berücksichtigt.

Um zu überprüfen, inwiefern ein Zusammenhang zwischen den Impfquoten besteht, wurde in einem ersten Schritt der Pearson'sche Korrelationskoeffizient für die Impfquoten der Masern- und Meningokokken-C-Impfung berechnet und der Zusammenhang in einem Scatterplot dargestellt.

Im zweiten Schritt wurde ein LISA-Modell (Local Indicators of Spatial Association) berechnet [14]. Dieses Modell identifiziert räumliche Cluster mit hohen bzw. niedrigen Werten (in diesem Fall Impfquoten). Dabei wird zunächst das Global Moran's I für die jeweilige Verteilung berechnet. Dieser Wert gibt an, inwiefern eine räumliche Autokorrelation für die jeweilige Verteilung der Impfquoten besteht. Eine räumliche Autokorrelation liegt dann vor, wenn die unterschiedlichen Impfquoten nicht zufällig räumlich verteilt sind, sondern ein Muster aufweisen, was im extremsten Fall einer dichotomen Trennung

hoher und niedriger Werte entspricht. Danach wird das Local Moran's I für jeden Kreis berechnet. Dieser Wert gibt an, ob die Impfquote der benachbarten Kreise auf dem gleichen Niveau lag wie für den jeweils betrachteten Kreis. Als benachbarte Kreise wurden alle Kreise definiert, die mindestens eine gemeinsame Kante oder Ecke mit dem jeweils betrachteten Kreis hatten. Es wurde überprüft, ob das Niveau der Impfquoten hierbei signifikant niedrig oder signifikant hoch im Vergleich zur Gesamtverteilung der Impfquoten aller Kreise ausfiel. Hierzu wurde nach z-Standardisierung ein p-Wert für jeden Kreis berechnet. Schließlich wurden die Ergebnisse in einer Karte visualisiert. Hierdurch wird es möglich, Regionen zu erkennen, in denen die Impfquoten signifikant homogen bzw. heterogen und besonders hoch bzw. besonders niedrig sind. Schließlich wurden die Ergebnisse der beiden LISA-Modelle für beide Impfquoten verglichen, um Aufschluss darüber zu bekommen, ob die Kreise übereinstimmen, für die im Verhältnis zur Nachbarschaft homogen niedrige oder hohe Impfquoten erkannt wurden. Durch dieses Verfahren sollte überprüft werden, ob sowohl für die Masern- als auch für die Meningokokken-C-Impfung Regionen identifiziert werden können, die von besonders hohen oder niedrigen Impfquoten geprägt sind.

In einem dritten Schritt wurde für die Impfquoten der Masern- und Meningokokken-C-Impfungen eine Two-Step-Clusteranalyse nach der Ward-Methode durchgeführt, um die Kreise mit der größten Ähnlichkeit bezüglich der beiden Impfquoten zu gruppieren. Auf diese Weise können nicht nur die Kreise mit besonders hohen oder niedrigen Impfquoten identifiziert werden, sondern alle Kreise werden entsprechend charakterisiert. Als Ähnlichkeitsmaß wurde die euklidische Distanz gewählt. Durch die kartografische Darstellung der gebildeten Cluster konnte analysiert werden, ob eine räumliche Ballung der unterschiedlichen Cluster bestand.

Im vierten Schritt wurde schließlich für ausgewählte Indikatoren eine Varianzanalyse für die gebildeten Cluster durchgeführt. Hierbei wurden für jedes Cluster zunächst die Mittelwerte der entsprechenden Indikatoren gebildet, um die Mittelwertunterschiede zwischen den Clustern auf Signifikanz mit Hilfe des F-Wertes zu testen. Hierdurch wurde es möglich, die

unterschiedlichen Cluster hinsichtlich einzelner Eigenschaften näher zu charakterisieren bzw. zu unterscheiden. Kausale Schlussfolgerungen lassen sich bei dieser Methode hieraus allerdings nicht ableiten, sondern lediglich als Hypothesen aufstellen.

Der Pearson'sche Korrelationskoeffizient, die Clusteranalyse sowie die Varianzanalyse wurden mit dem Statistikanalyseprogramm IBM SPSS Version 24 berechnet, während für die Berechnung des LISA-Modells auf R Version 3.3.1 [15] zurückgegriffen wurde.

### Ergebnisse

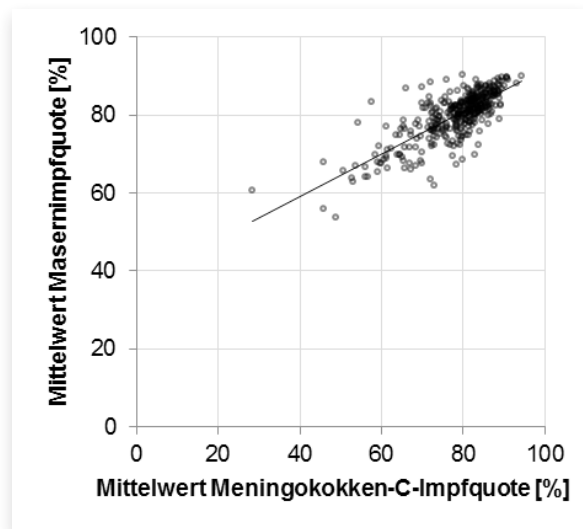
Für die jeweiligen Verteilungen der Impfquoten ergaben sich folgende deskriptive Statistiken: Der Mittelwert der Masernimpfquote lag bei 88,1 %, während er für die Quote bezüglich der Impfung gegen Meningokokken C bei 78,5 % lag. Beide Verteilungen hatten ein ähnliches Maximum mit einer Quote von knapp über 94 %. Die Minima unterschieden sich hingegen stark. So konnte für die Masernimpfquote ein Minimum von 67,1 % festgestellt werden, während dieses bei Meningokokken C bei 28,3 % lag. Auch die Standardabweichungen unterschieden sich stark. Mit 4,1 ist die Standardabweichung der Masernimpfquote etwa halb so groß wie die bezüglich Meningokokken C mit 8,6.

**Tabelle 1:** Zusammenhang zwischen Masern- und Meningokokken-Impfquote – Basisstatistiken der Impfquoten

| Impfquote          | Masern | Meningokokken-C |
|--------------------|--------|-----------------|
| Minimum            | 67,1 % | 28,3 %          |
| Maximum            | 94,2 % | 94,5 %          |
| Mittelwert         | 88,1 % | 78,5 %          |
| Standardabweichung | 4,1    | 8,6             |

Auf Kreisebene (N = 399) konnte für den Zusammenhang zwischen den Impfquoten bezüglich Masern und Meningokokken C ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von 0,81 (Signifikanz:  $p < 0,001$ ) berechnet werden. Dies bestätigt, dass es einen stark signifikanten positiven Zusammenhang zwischen beiden Impfquoten auf

Kreisebene gab. Dieser Zusammenhang wird im dargestellten Scatterplot (Abbildung 1) deutlich: Je höher die Impfquote einer Impfung war, desto höher war auch die Impfquote der anderen Impfung. Die Verteilung nimmt in der Grafik dabei eine pfeilförmige Form an, die auf die Maxima beider Impfquoten bei 94 % zuläuft.

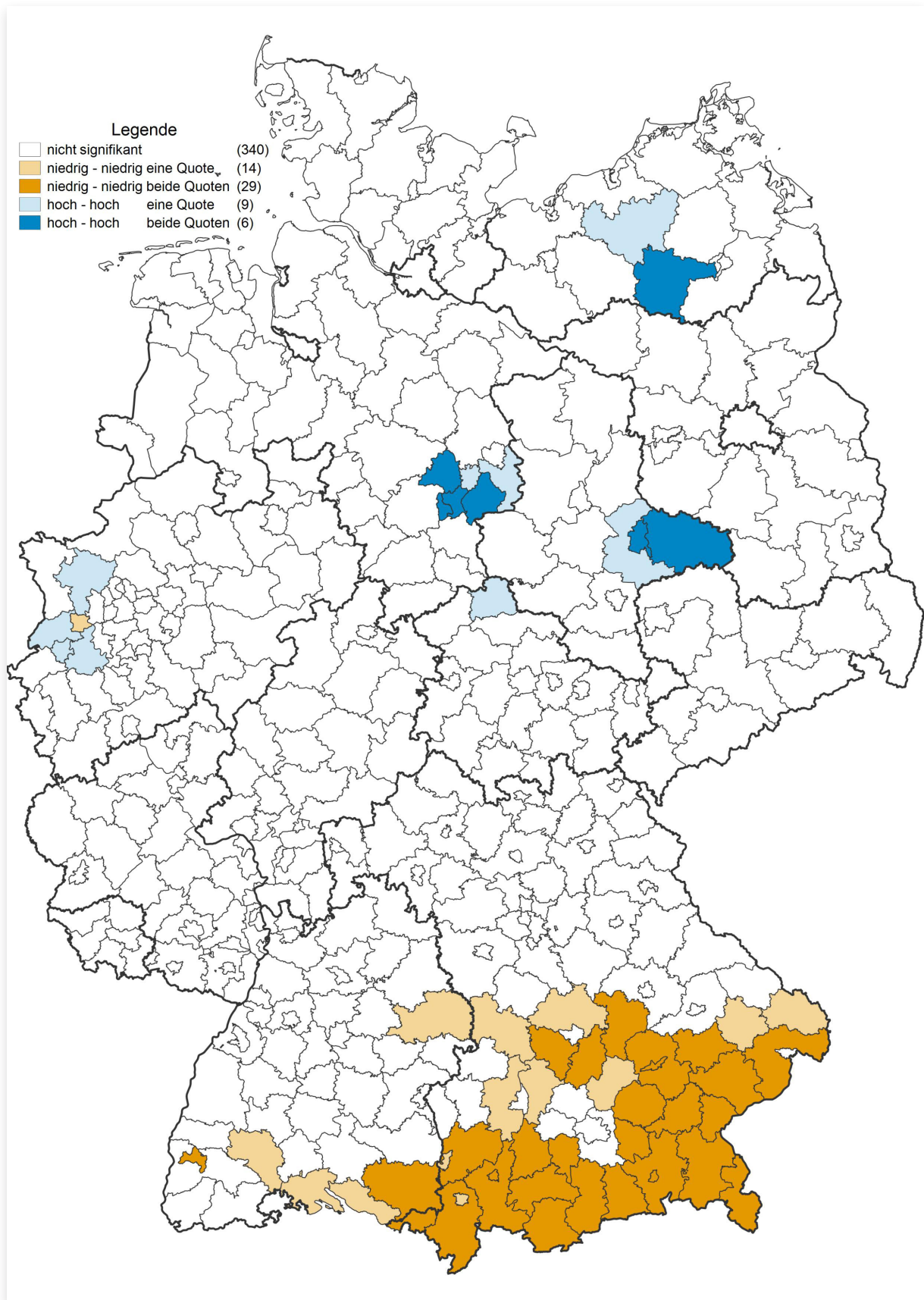


**Abbildung 1:** Zusammenhang zwischen Masern- und Meningokokken-C-Impfquote – Scatterplot der Mittelwerte beider Impfquoten über alle Kohorten (2009-2014)

Im nächsten Schritt wurde für beide Impfquoten getrennt voneinander ein LISA-Modell berechnet. Hierfür wurde zunächst das Global Moran's I berechnet. Für die Masernimpfquote wurde ein Global Moran's I von 0,61 und für die Meningokokken-C-Impfquote ein Wert von 0,51 berechnet. Beide Global Moran's I waren hoch signifikant ( $p < 0,001$ ). Diese Werte sagen aus, dass für beide Impfquoten eine mittlere räumliche Autokorrelation vorliegt, die für die Masernimpfquoten etwas höher ausfällt. Es ist also davon auszugehen, dass es teilweise räumliche Muster in den Verteilungen der Impfquoten gibt. Ebenfalls getrennt voneinander wurden die Local Moran's I für jeden einzelnen Kreis berechnet. In der Karte ist die Kombination der Ergebnisse für beide Impfquoten dargestellt (Abbildung 2).

Besonders im Süden Bayerns und Baden-Württembergs gibt es eine größere zusammenhängende Region, in der die Impfquoten beider Impfungen sowohl im jeweils betrachteten Kreis als auch in den jeweils angrenzenden





**Abbildung 2:** Zusammenhang zwischen Masern- und Meningokokken-C-Impfquote – Darstellung des jeweiligen signifikanten Local Moran's I für die Masern- und Meningokokken-Impfquoten

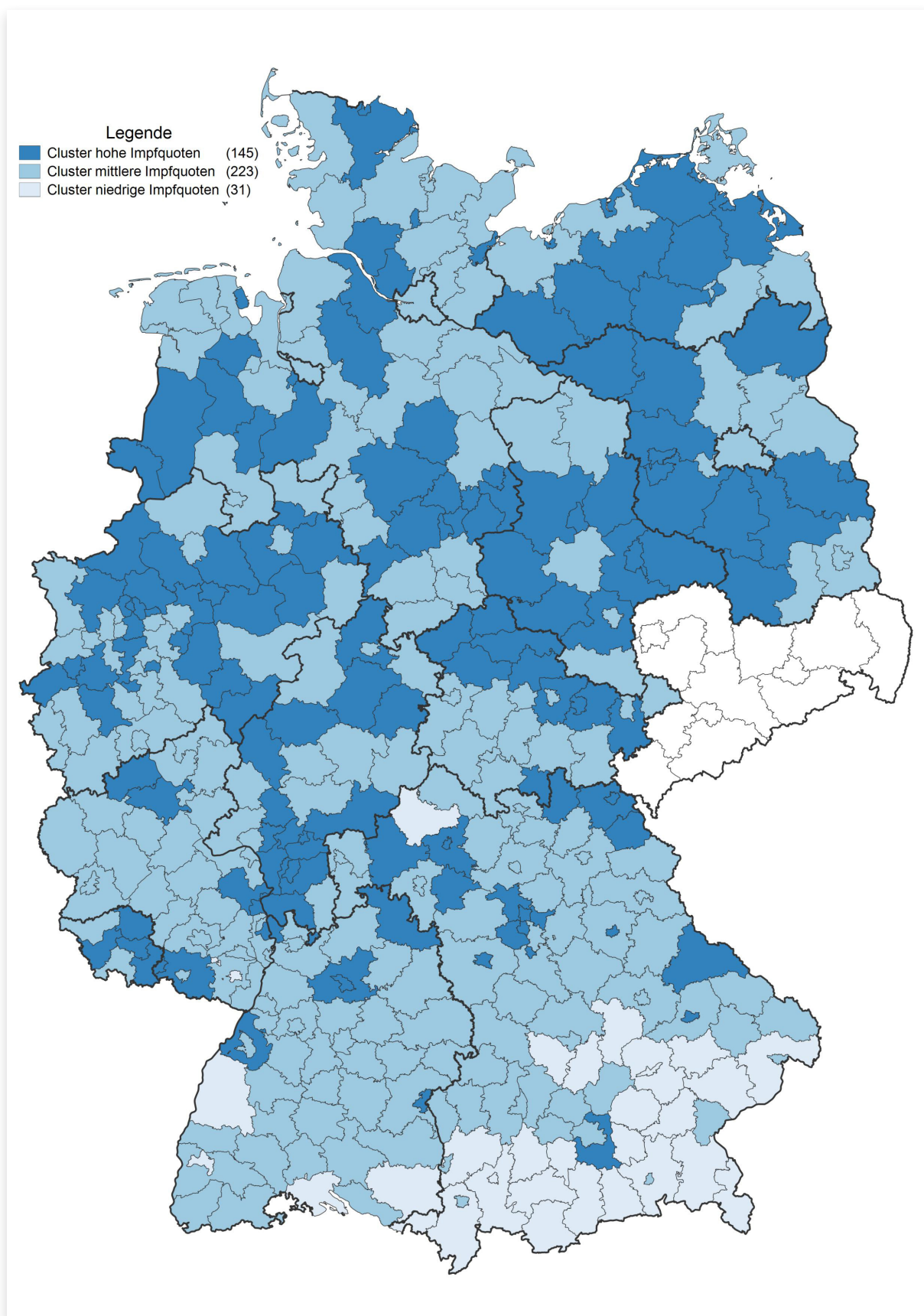
Kreisen signifikant niedriger waren als im übrigen Deutschland. Ausgenommen von diesen flächendeckenden Nachbarschaftseffekten in dieser Region ist lediglich der Großraum München. Daneben gibt es einzelne Kreise, für die diese Nachbarschaftseffekte nur bei einer der beiden Impfungen beobachtet werden konnten. Großflächige Regionen, für die im Gegenteil Nachbarschaftseffekte sichtbar werden, in denen die Impfquoten sowohl im betrachteten Kreis als auch in den jeweils angrenzenden Kreisen signifikant hoch ausfielen, ließen sich in diesem Ausmaß nicht feststellen. Allerdings gab es mehrere kleinräumigere Regionen, für die dies zutrifft. Hierzu zählt die Region zwischen Hannover und Wolfsburg in Niedersachsen, die Region um Dessau in Sachsen-Anhalt sowie die Region um die Müritz in Mecklenburg-Vorpommern. Allein der Raum Krefeld schien der These eines einheitlichen Impfverhaltens zu widersprechen: Gegen Masern ließen sich die Niederrheiner und ihre Nachbarn besonders häufig impfen, die Quoten der Meningokokken-C-Impfung lagen dagegen deutlich unter dem Bundesdurchschnitt.

In einem weiteren Schritt wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Die Auswertung ergab drei Cluster: eins mit eher niedrigen, eins mit eher mittleren und eins mit eher hohen Impfquoten bezüglich beider Impfungen. In Abbildung 3 ist die regionale Verteilung der Cluster dargestellt. Das erste Cluster beinhaltet 145 Kreise, die durch eher hohe Impfquoten sowohl bei der Masern- als auch bei der Meningokokken-C-Impfung charakterisiert werden. Es konnte dabei kein eindeutiges regionales Anordnungsmuster dieses Clusters festgestellt werden. Die Kreise, die dem Cluster mit hohen Impfquoten zugehörig sind, fanden sich vermehrt im nördlichen und mittleren Teil Deutschlands. Das zweite Cluster ist durch eher mittlere Impfquoten bei beiden Impfungen geprägt. Zu diesem Cluster zählen mit 223 Kreisen mehr als die Hälfte aller Kreise. Auch hier ließ sich kein Muster der räumlichen Anordnung erkennen. Schließlich ist das dritte Cluster durch eher niedrige Impfquoten bezüglich beider Impfungen geprägt. Zu diesem Cluster zählen 31 Kreise, die überwiegend im südlichen Bayern und Baden-Württemberg lagen.

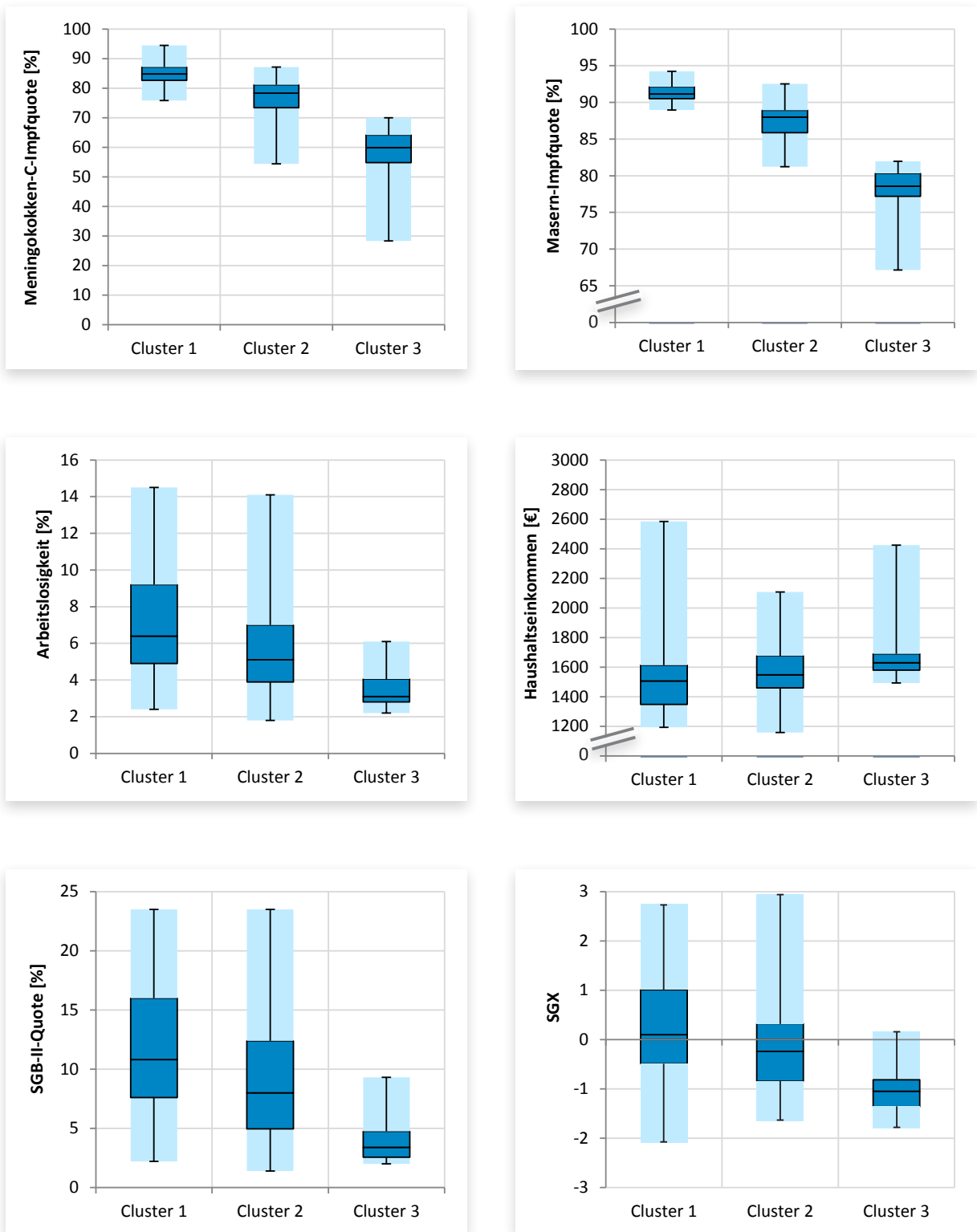
Mit der Varianzanalyse wurde schließlich getestet, ob sich die Cluster auch bezüglich anderer struktureller Variablen unterscheiden (siehe

hierzu Abbildung 4). Signifikant unterschieden sich zwischen den Clustern hierbei sozioökonomische Faktoren. Dabei konnte festgestellt werden, dass im Cluster mit den durchschnittlich höchsten Impfquoten auch die durchschnittlich höchste Arbeitslosigkeit, die höchste Quote an SGB-II-Empfängern, das niedrigste durchschnittliche Haushaltseinkommen und damit auch der höchste sozioökonomische Gesundheitsindex (SGX) auftraten. Für das Cluster mit den niedrigsten Impfquoten konnte entsprechend das Gegenteil festgestellt werden. Keine signifikanten Unterschiede konnten stattdessen für andere sozioökonomische Faktoren gefunden werden. Zu diesen zählen die Langzeitarbeitslosenquote und die Beschäftigtenquote sowie die Quoten an männlichen und weiblichen sowohl gering als auch hoch qualifizierten Beschäftigten. Auch die Indikatoren für die Versorgungsstruktur wie die Anzahl der Kinderärzte je 100.000 Kinder und der Urbanitätsindex (UX) waren nicht signifikant.





**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen Masern- und Meningokokken-C-Impfquote – Darstellung der 3-Cluster-Lösung der Clusteranalyse der Masern- und Meningokokken-Impfquoten



**Abbildung 4:** Zusammenhang zwischen Masern- und Meningokokken-C-Impfquote – Darstellung der Boxplots für die signifikanten Indikatoren der Varianzanalyse der Cluster

## Diskussion

Die vorliegende Analyse hat deutlich gemacht, dass es auf der räumlichen Ebene einen Zusammenhang zwischen der Höhe der Impfquoten verschiedener Impfungen gibt. Beispielhaft wurde dies in der vorliegenden Untersuchung an den Impfungen gegen Masern und Meningokokken C gezeigt, da beide Impfungen an Kleinkindern unter 2 Jahren durchgeführt werden sollten. Es konnte eine mittlere positive räumliche Autokorrelation für beide Impfquoten festgestellt werden. Eine überregionale Homogenität der Impfquoten ließ sich in Süddeutschland ermitteln. Dies ergab die Analyse des Local Moran's I und die Clusteranalyse. Das Local Moran's I war in den meisten Kreisen nicht signifikant, da hierzu jeweils einheitlich besonders hohe bzw. niedrige Impfquoten innerhalb der Nachbarschaft vorliegen müssen. Beeinflusst werden kann diese Maßzahl von der gewählten Nachbarschaftsdefinition [14].

Für die Cluster mit hoher oder mittlerer Impfquote ist kein eindeutiges räumliches Muster erkennbar, allerdings lässt sich für niedrige Impfquoten eindeutig ein Cluster in der Region im Süden Bayerns und Baden-Württembergs ausmachen. Für dieses Cluster wurde außerdem festgestellt, dass die sozioökonomische Lage in den Kreisen dieses Clusters wesentlich besser ausfiel als in den anderen beiden Clustern mit mittleren und hohen Impfquoten.

Die Analyse macht deutlich, dass es ein konsistentes Impfverhalten geben kann, welches sich auf die Inanspruchnahme bzw. Nicht-Inanspruchnahme mehrerer Impfungen auswirkt. In den meisten Regionen konnten zwar keine Nachbarschaftseffekte bei den Impfquoten festgestellt werden, jedoch gibt es auch eindeutig identifizierbare überregionale Räume mit homogenem Impfverhalten.

Die Ursachen hierfür wurden bereits in der bisher publizierten Literatur diskutiert. So ist die Einstellung von Ärzten gegenüber Impfungen in Südbayern wesentlich negativer als im übrigen Deutschland [8]. Dies mag ebenso wie eine impfkritische Haltung der dort lebenden Eltern zu den niedrigen Impfquoten beigetragen haben (vgl. die Studien zu niedriger Impf-Compliance

[16-23]). Die Ergebnisse der sozioökonomischen Indikatoren könnten darauf hinweisen, dass gerade in besser gestellten Milieus die individuelle Auseinandersetzung mit der Impfung des Kindes eine hohe Bedeutung hat. Dies führt jedoch nicht zu einer höheren Compliance entsprechend den Impfeempfehlungen der STIKO [5-7].

Um die Impfquote gerade in Regionen mit niedrigen Impfquoten zu erhöhen, ist die Entwicklung gezielter lokaler Strategien notwendig, die impfkritische Eltern und Ärzte anspricht. Entsprechende Kampagnen wurden z. B. mit dem Nationalen Aktionsplan 2015-2020 zur Elimination der Masern und Röteln in Deutschland oder auch regional z. B. in Bayern bereits ins Leben gerufen [24, 25].

## Literatur

1. Goffrier B, Schulz Mandy, Bätzing-Feigenbaum J. Maserngrundimmunisierung gemäß STIKO-Empfehlungen nach Geburtsjahrgängen anhand vertragsärztlicher Abrechnungsdaten von 2009 bis 2014. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 16/07. Berlin 2016 DOI: 10.20364/VA-16.07 Link: <http://www.versorgungsatlas.de/themen/versorgungsprozesse/?tab=6&uid=76> (last access: 07.03.2017).
2. Lamego Greiner M, Goffrier B, Schulz Mandy, Schulz Maïke, Bätzing-Feigenbaum J. Grundimmunisierung gegen Meningokokken C - Analyse zur Umsetzung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommision im Zeitraum 2009 - 2014. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 16/05. Berlin 2016 DOI: 10.20364/VA-16.05 Link: <http://www.versorgungsatlas.de/themen/versorgungsprozesse/?tab=6&uid=75> (last access: 07.03.2017).
3. Robert Koch-Institut (RKI): Impfquoten der Masern-, HPV- und Influenza-Impfung in Deutschland. Epidemiologisches Bulletin 2016; 1: 1-7. URL: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2016/Ausgaben/01\\_16.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2016/Ausgaben/01_16.pdf?__blob=publicationFile) (last access: 07.03.2017).

4. Robert Koch-Institut (RKI): Impfquoten bei der Schuleingangsuntersuchung in Deutschland 2014. Epidemiologisches Bulletin 2016; 16: 129-133. URL: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2016/Ausgaben/16\\_16.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2016/Ausgaben/16_16.pdf?__blob=publicationFile) (last access: 07.03.2017).
5. Schulz M, Mangiapane S: Masernimpfungen bei Kindern bis zu einem Alter von zwei Jahren. Versorgungsatlas-Bericht Nr. 13/08. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Berlin 2013. URL: [http://www.versorgungsatlas.de/fileadmin/ziva\\_docs/43/Bericht\\_Masernimpfung.pdf](http://www.versorgungsatlas.de/fileadmin/ziva_docs/43/Bericht_Masernimpfung.pdf) (last access: 05.07.2016).
6. Gackowska A, Mertens B, Reckendrees B, Wortberg S, Pott E. Wissen, Einstellung und Verhalten zur Masernimpfung. Ansätze für eine nationale Impfaufklärung. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2013; 56: 1270-8.
7. Krüger K, Krüger JO. „Sich selber den Kopf zerbrechen“ – Eine qualitative Studie zu elterlicher Impfskepsis. Z Allgemeinmed 2015; 91(3): 106-10.
8. Weigel, M. Zusammenhang zwischen regionaler Durchimpfungsrate und ärztlicher Impfeinstellung niedergelassener Pädiater, Praktiker und Allgemeinmediziner in ganz Deutschland. Greifswald 2012. Link: [http://ub-ed.ub.uni-greifswald.de/opus/volltexte/2012/1358/pdf/Diss\\_Weigel\\_Martin.pdf](http://ub-ed.ub.uni-greifswald.de/opus/volltexte/2012/1358/pdf/Diss_Weigel_Martin.pdf) (last access: 07.03.2017).
9. Robert Koch-Institut. Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut/Stand: August 2015. Epidemiologisches Bulletin 2015; 34: 327-362.
10. Robert Koch-Institut (RKI): Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut / Stand: Juli 2012. Epidemiologisches Bulletin 2012; 30: 283-310. URL: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2012/Ausgaben/30\\_12.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2012/Ausgaben/30_12.pdf?__blob=publicationFile) (last access: 07.03.2017).
11. Nimptsch U, Bestmann A, Erhart M, Duddy S, Marx Y, Saam J, Schopen M, Schröder H, Swart E. Zugang zu Routinedaten. In: Swart E, Ihle P, Gothe H, Matusiewicz D (Hg.). Routinedaten im Gesundheitswesen – Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven. 2. Auflage. Verlag Hans Huber. Bern 2014. S. 270-290.
12. Schulz Mandy, Bätzing-Feigenbaum J, Schulz Maike, von Stillfried D. Urbanität: neue Dimension zur Beschreibung der sozio-regionalen Lage. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 15/09. Berlin 2015. DOI: 10.20364/VA-15.09. Link: <http://www.versorgungsatlas.de/themen/methodische-aspekte-der-versorgungsforschung/?tab=6&uid=60> (last access: 07.03.2017).
13. Sächsische Impfkommission (SIKO): Empfehlungen der Sächsischen Impfkommission zur Durchführung von Schutzimpfungen im Freistaat Sachsen. Dresden 2012.
14. Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA. Geogr Anal 1995; 27(2): 93-114.
15. R Core Team: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien 2016.
16. Harmsen IA, Mollema L, Ruiter RA, Paulussen TG, de Melker HE, Kok G. Why parents refuse childhood vaccination: a qualitative study using online focus groups. BMC Public Health 2013; 13: 1183.
17. Falagas ME, Zarkadoulia E. Factors associated with suboptimal compliance to vaccinations in children in developed countries: a systematic review. Curr Med Res Opin 2008; 24(6): 1719-41.
18. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA). Elternbefragung zum Thema „Impfen im Kindersalter“. Köln, 2011. URL: [http://www.health-record.net/resources/Elternstudie\\_Impfen\\_im\\_Kindersalter\\_2011.pdf](http://www.health-record.net/resources/Elternstudie_Impfen_im_Kindersalter_2011.pdf) (last access: 07.03.2017).

19. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA). Einstellungen, Wissen und Verhalten der Allgemeinbevölkerung zum Infektionsschutz. Köln, 2014. URL: <http://www.bzga.de/forschung/studien-untersuchungen/studien/impfen-und-hygiene/?sub=96> (last access: 07.03.2017).
20. Smith PJ, Marguse EK, Seward JF, Zhao Z, Orenstein WA. Children and adolescents unvaccinated against measles: Geographic clustering, parents' beliefs, and missed opportunities. *Public Health Rep* 2015; 130: 485-504.
21. Restivo V, Napoli G, Marsala MGL, Bonanno V, Sciuto V, Amodio E, Calamusa C, Vitale F, Firenze A. Factors associated with poor adherence to MMR vaccination in parents who follow vaccination schedule. *Hum Vaccin & Immun* 2015; 11(1): 140-5.
22. Kriwy P. Similarity of parents and physicians in the decision to vaccinate children against measles, mumps and rubella. *Int J Public Health* 2012; 57: 333-40.
23. Betsch C, Wicker S. Personal attitudes and misconceptions, not official recommendations guide occupational physicians' vaccination decisions. *Vaccine* 2014; 32(35): 4478-84. DOI: 10.1016/j.vaccine.2014.06.046
24. Bundesministerium für Gesundheit (BMG): Nationaler Aktionsplan 2015-2020 zur Elimination von Masern und Röteln in Deutschland. Berlin 2015. URL: [www.bundesgesundheitsministerium.de/mrp15-20](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/mrp15-20) (last access: 05.07.2016).
25. Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege: Impfen: Eine wirkungsvolle Vorsorgemaßnahme. Link: <https://www.stmgrp.bayern.de/vorsorge/impfen/> (last access: 07.03.2017).