



# Masernimpfungen bei Kindern bis zu einem Alter von zwei Jahren

Schulz M • Mangiapane S

## Abstract

### Hintergrund:

Masern sind eine hoch ansteckende, im Krankheitsverlauf häufig von Komplikationen begleitete Infektionskrankheit, die sich zuverlässig durch Impfung vermeiden lässt. Ihre Elimination wird von der WHO-Region Europa für das Jahr 2015 angestrebt. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass eine Impfquote von 95 % erreicht wird. Für Gesamtdeutschland liegen regional differenzierte Daten bislang nur zum Zeitpunkt der Schuleingangsuntersuchung vor. Aussagen zum Impfgeschehen bei jüngeren Kindern oder eine Überprüfung der Compliance mit den zeitlichen Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) waren daher bislang mittels Routinedaten nicht möglich.

### Methodik:

Ausgehend von den bundesweiten vertragsärztlichen Abrechnungsdaten der Jahre 2008 bis 2010 wurden alle Patienten, die im Jahr 2008 geboren wurden und in den Jahren 2008 oder 2009 eine Früherkennungsuntersuchung U4 (empfohlen im 3./4. Lebensmonat, Toleranzzeitraum 2.-4,5. Lebensmonat) erhalten haben, in die Basispopulation eingeschlossen. Die Masernimpfungen wurden über die Gebührenordnungspositionennummern (GOPs) der landesspezifischen Impfvereinbarungen der einzelnen Kassenärztlichen Vereinigungen (KVen) sowie über die in der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über Schutzimpfung nach § 20 Abs. 1 SGBV definierten GOPs ermittelt. Für die allgemeine Auswertung wurden alle Impfungen, die bis zu einem Alter von 24 Monaten erfolgten, berücksichtigt. Bei der Analyse der STIKO-Compliance wurde das Zeitfenster der berücksichtigten Impfungen entsprechend den Empfehlungen der STIKO eingeeengt. Zur Ermittlung von Einflussfaktoren, die für das regionale Impfgeschehen relevant sind, wurde ein generalisiertes gemischtes lineares Modell gerechnet.

### Ergebnisse/Schlussfolgerung:

Deutschlandweit erhielten 85,8 % der untersuchten Kinder bis zu einem Alter von zwei Jahren mindestens eine Masernimpfung, 69,4 % im von der STIKO empfohlenen Zeitraum. Im Bundesdurchschnitt erhielten 59,8 % der Kinder beide Masernimpfungen bis zu einem Alter von zwei Jahren, 37,0% in dem von der STIKO vorgesehenen Zeitfenster. Auf der Ebene der KVen zeigten sich bzgl. der ersten Impfung nur schwach ausgeprägte regionale Variationen (80,2 % in Sachsen bis 89,3 % in Mecklenburg-Vorpommern und 88,7 % in Nordrhein). Deutlichere Unterschiede sind auf der Kreisebene zu erkennen [61,3 % im Kreis Rosenheim (Bayern) bis rund 95 % in den Landkreisen Zweibrücken (94,8 %, Rheinland-Pfalz) und Müritzt (94,5 %, Mecklenburg-Vorpommern)]. Spitzenreiter bei der zweiten Impfung ist erneut die KV-Region Nordrhein (67,8 %). Ohne Betrachtung Sachsens, das auf Grund einer abweichenden Impfempfehlung gesondert betrachtet werden muss, sind die niedrigsten Impfquoten in Bayern (56,4 %) zu beobachten. Es konnten signifikante Einflussfaktoren auf die Chance, mindestens eine Masernimpfung zu erhalten, ermittelt werden, wobei die Quote hochqualifizierter Frauen den größten Einfluss zeigte (OR 0,943 95 % CI 0,909-0,997). Bis zur Erreichung der 95 %-Marke für beide Masernimpfungen ist es noch ein weiter Weg. So vielschichtig die Ursachen für eine verspätete oder nicht erfolgte Impfung sein mögen, so wichtig ist doch die Rolle des Arztes, der durch umfassende Aufklärung und Information der Eltern die Erreichung der Voraussetzungen zur Elimination der Masern maßgeblich beeinflusst.

Korrespondierende Autorin: Maïke Schulz

Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland

Herbert-Lewin-Platz 3 - 10623 Berlin - Tel. (030) 4005-2458 - E-Mail: mschulz@zi.de

## Hintergrund

### Epidemiologie

Vor Einführung der Masernimpfung in den 1970er Jahren waren Masern in Deutschland eine typische Kinderkrankheit, die bedingt durch ihre hohe Kontagiosität faktisch jeder spätestens zwischen dem 11. und 16. Lebensjahr durchlaufen hatte [1]. Hervorgerufen werden Masern durch ein ausschließlich humanpathogenes, zur Familie der Paramyxoviren gehörendes Morbillivirus. Maserninfektionen werden fast immer klinisch manifest, wobei sie durch einen zweiphasigen Erkrankungsverlauf, welcher häufig von klinisch relevanten Komplikationen und Folgeerkrankungen begleitet wird, gekennzeichnet sind [2]. Die Komplikationsrate und -schwere variiert unter anderem mit dem Alter der Patienten, wobei insbesondere Kinder unter 5 Jahren und Erwachsene über 20 Jahre betroffen sind. Häufige Komplikationen einer Maserninfektion sind vor allem Otitiden (5 - 15 %) und Pneumonien (1 - 10 %), seltener auch Durchfallerkrankungen. In etwa einem von 1.000 bis 5.000 Fällen entwickeln betroffene Patienten im weiteren Verlauf der Infektion eine Enzephalitis [3], die mit einer Letalität von 20 % - 30 % sowie einer Defektheilungsrate von über 30 % einhergeht [4]. Eine weitere, sehr seltene, aber immer tödlich verlaufende Spätfolge der Maserninfektion, deren Inzidenz mit 1:10.000 bis 1:100.000 angegeben wird, ist die subakute sklerosierende Panenzephalitis (SSPE) [3].

Seit Inkrafttreten des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) 2001<sup>1</sup> zählen Masern zu den meldepflichtigen Erkrankungen. Seither ist für Deutschland eine Einschätzung der epidemiologischen Situation durch Surveillancedaten möglich. Die gemeldeten Masernfälle sind überwiegend auf regional und temporär begrenzte Masernausbrüche zurückzuführen. Dadurch schwankt die Inzidenzrate zwischen den Jahren erheblich, allerdings wurde seit 2001 noch nie die von der WHO vorgegebene Indikatorinzidenz in Richtung einer erfolgreichen Elimination der Masern von weniger als einem Fall pro Jahr und 1.000.000 Einwohner erreicht. Dieses Ziel ist auch im Jahr 2011 wieder deutlich verfehlt worden. Bis Ende Dezember 2011 wurden mit 1.607 Meldungen

1 In der ehemaligen DDR bestand bis zur Wiedervereinigung sowohl eine Meldepflicht für als auch eine Impfpflicht gegen Masern [5]

und einer daraus resultierenden Inzidenzrate von 19,6 Fällen je 1.000.000 Einwohnern mehr als doppelt so viele Masernfälle beim Robert Koch-Institut registriert wie in den beiden Jahren zuvor (2010: 780, 2009: 571)[6]. Deutschland weist damit für das Jahr 2011 nach Frankreich, Italien, Rumänien und Spanien die fünftöchste Zahl von Masernfällen in der WHO-Euro-Region auf, wobei die regionale Heterogenität der Inzidenzraten beachtlich ist. Während rund 70 % der Masernfälle aus Baden-Württemberg (49 Fälle je 1.000.000 Einwohner), Berlin (46 Fälle je 1.000.000 Einwohner) und Bayern (35 Fälle je 1.000.000 Einwohner) stammen, wies Sachsen-Anhalt gar keinen Masernfall auf [6].

Stratifiziert nach Altersgruppen zeigen sich sowohl in den deutschlandweiten Daten des Robert Koch-Institutes als auch im Surveillance Report des European Centre of Disease Prevention and Control bei Kindern in den ersten zwei Lebensjahren die höchsten Inzidenzraten<sup>2</sup> [6, 7]. Da diese besonders vulnerable Gruppe einerseits nur zum Teil durch aktive Immunisierung (frühestens ab neun Monaten) geschützt werden und andererseits der durch die Mutter mitgegebene „Nestschutz“ zu 95 % bereits nach dem sechsten Lebensmonat nicht mehr zur Krankheitsprävention ausreicht [8], ist sie auf einen Schutz durch ausreichende Herdenimmunität, welche nach Schätzungen der WHO für Masern jedoch erst bei einer Durchimpfungsquote der Bevölkerung von 95 % für die erste und zweite Impfung erreicht wird [9], angewiesen

### Masernimpfung

Flächendeckende Informationen zum Impfstatus werden nur zum Zeitpunkt der Schuleingangsuntersuchung erhoben. Dort werden die Impfdaten durch die Gesundheitsämter respektive durch von ihnen beauftragte Ärzte nach § 34 Abs. 11 Infektionsschutzgesetz (IfSG) ermittelt [10]. In diesem Zusammenhang ergibt sich durchaus ein positives Bild innerhalb Deutschlands. So wird die relevante Quote von 95 % für die erste Masernimpfung außer in Bayern und Baden-Württemberg, welche sie marginal unterschreiten, in allen Bundesländern erreicht. Auch die zweite

2 Die Inzidenzrate ist bei den unter 2-Jährigen zwar am höchsten, es entfallen jedoch nicht gleichzeitig die meisten Fälle auf diese Altersgruppe. Werden die absoluten Fallzahlen betrachtet, ereignet sich die Mehrzahl der Fälle (62 % in 2011) bei Kindern und Erwachsenen ab zehn Jahren.

Masernimpfung weist gute Impfquoten auf, unterschreitet mit durchschnittlich 91,5 % (2009: 90,2 %) allerdings in den meisten Bundesländern die 95 %-Marke. Trotz dieser in der Gesamtschau guten Befunde sind die Durchimpfungsquoten innerhalb Deutschlands je nach Region und Altersgruppe heterogen. Zudem sind bundesweite, auf Kreisebene regionalisierte Daten zum Impfgeschehen bei Kleinkindern bisher nicht verfügbar.

Die Ständige Impfkommission (STIKO) empfiehlt seit 2001, die Grundimmunisierung in Form der 1. und 2. Masernimpfung bei Kleinkindern bereits im zweiten Lebensjahr abzuschließen. Dabei soll die erste Masernimpfung-vorzugsweise in (zeitlicher) Kombination mit Mumps, Röteln und Varizellen (Windpocken) - im Alter von 11 bis 14 Monaten, frühestens jedoch mit 9 Monaten, und die zweite Impfung zwischen 15 und 23 Monaten erfolgen. Da bisher faktisch keine bundesweit regionalisierten Angaben zum Masernimpfstatus bei Kleinkindern verfügbar sind, wird eine entsprechende Analyse dringend benötigt.

## Methodik

### Fragestellung

Im Rahmen der vorliegenden Analyse sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- 1) Wie viele der im Jahr 2008 geborenen Kinder erhalten im Follow-up von 2008 bis 2010 eine oder beide Masernimpfungen?
- 2) Wie viele der im Jahr 2008 geborenen Kinder erhalten im Follow-up von 2008 bis 2010 bis zur Vollendung ihres zweiten Lebensjahres eine oder beide Masernimpfungen? Gibt es regionale Unterschiede?
- 3) Wie viele der im Jahr 2008 geborenen Kinder erhalten im Alter von 9 bis 14 Monaten die erste Masernimpfung und im Alter von 15 bis 23 Monaten die zweite Masernimpfung?

### Datengrundlage

Die Auswertungen basieren auf den vertragsärztlichen Abrechnungsdaten gemäß § 295 SGB V der Jahre 2008 bis 2010 aus der gesamten Bundesrepublik. Dabei wurden die in *Tabelle 1* aufgeführten Variablen berücksichtigt.

Für die Regressionsanalyse wurden zusätzlich die INKAR Daten (Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung) des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung genutzt.

|               |  |
|---------------|--|
| Patienten_Id  | pseudonymisierte Kombination aus Vorname, Nachname und Geburtsdatum ermöglicht die eindeutige Identifikation eines Versicherten über den gesamten Beobachtungszeitraum |
| Geschlecht    | Geschlechtsangabe (konsolidiert zum 4. Quartal 2008)   |
| Geburtsdatum  | vorliegend als Monat und Jahr  |
| Region        | Wohnortzuordnung (KV, Kreis) zum 4. Quartal 2008 oder der ersten verfügbaren Angabe aus 2009   |
| Impfung       | ja/nein; Definition über abgerechnete GOP  |
| Impfzeitpunkt | Quartal, in dem die Impfung erfolgte   |

**Tabelle 1:** Zur Analyse des Impfgeschehens genutzte Variablen

### Basispopulation

Jeder gesetzlich krankenversicherte Patient (GKV-Patient), der im Untersuchungszeitraum von 2008-2010 mindestens einen Arztkontakt hatte, ist erfasst. Die Daten, die von den Vertragsärzten an die Kassenärztlichen Vereinigungen übermittelt werden, enthalten im Gegensatz zu den Daten, die den gesetzlichen Krankenkassen vorliegen, keine Versichertenstammdaten. Da auf diese Weise ein den Patienten eindeutig kennzeichnendes Merkmal fehlt, erfolgt die Kennzeichnung einer Patientenentität über eine pseudonymisierte Kombination der Merkmale Vorname, Nachname und Geburtsdatum. Die Pseudonymisierung erfolgt dabei in einer unabhängigen Vertrauensstelle. Es werden nur Patienten in die Basispopulation eingeschlossen, die maximal 109 Jahre alt sind und für die nicht mehr als 365 Behandlungstage pro Jahr vorliegen. Weiterhin muss auf Grund der Nutzung des Wohnortprinzips eine eindeutige Zuordnung eines Patienten zu einer Kassenärztlichen Vereinigung (Wohnort-KV) und einem Wohnortkreis möglich sein, und das Geschlecht muss eindeutig als männlich oder weiblich definiert sein.

## Studienpopulation

Eingeschlossen wurden alle Patienten der Basispopulation, die im Jahr 2008 geboren wurden und im Jahr 2008 oder 2009 eine Früherkennungsuntersuchung U4 (empfohlen im 3./4. Lebensmonat) erhielten.

Diese Art der Populationsbildung begünstigt zwar ggf. eine leichte Überschätzung der Impfquote, da der Besuch der U-Untersuchungen positiv mit dem Impfverhalten assoziiert ist, bietet aber im Gegensatz zu alternierenden Optionen eine klar definierte Basispopulation. Als Referenzuntersuchung wurde die U4 gewählt, da sie einerseits mit einer Teilnehmerate von rund 95 % [11] fast die gesamte interessierende Population abdeckt und andererseits so weit hinter dem Geburtszeitpunkt liegt, dass davon auszugehen ist, dass das Kind seine eigene Krankenversicherungskarte erhalten hat und somit als eindeutige Patientenentität in den Daten zu beobachten ist. Würde eine Untersuchung zu einem früheren Zeitpunkt gewählt, bestünde die Gefahr, dass für eine Vielzahl von Kindern zu diesem Zeitpunkt noch keine eigene Krankenversicherungskarte vorliegt. Das vorrangige Problem einer fehlenden Chipkarte besteht darin, dass durch eine manuelle Eingabe des Patienten vermehrt Datenfehler (z.B. fehlerhafte Schreibweise des Namens) entstehen. Durch diese Datenfehler geht ein Kind im Zweifel bei jedem Arztbesuch als neue Patientenentität in die Daten ein, da das Pseudonym einer Entität aus Name, Vorname und Geburtsdatum gebildet wird. Zum Zeitpunkt der ersten Masernimpfung hat sich die Patientenentität durch die Chipkarte aber bereits deutlich stabilisiert, so dass die Impfung(en) korrekt nur einer Person zugeordnet werden. Während der Zähler (erfolgte Impfungen) also korrekt ist, würde der Nenner (Grundgesamtheit) künstlich vergrößert. Um eine daraus resultierende Unterschätzung der tatsächlichen Impfquoten zu vermeiden, wurde die U4-Teilnahme als weiteres Kriterium für den Einschluss in die Studienpopulation eingeführt.

## Definition Masernimpfung und Berechnung der Impfquoten

Zur Markierung der Patienten, die im Beobachtungszeitraum (Q1/2008 bis Q4/2010) eine Masernimpfung erhalten haben, werden die Gebührenordnungspositionennummern (GOPs) der landesspezifischen Impfvereinbarungen der einzelnen Kassenärztlichen Vereinigungen

(KVen) sowie die in der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über Schutzimpfung nach § 20 Abs. 1 SGB V definierten Dokumentationsziffern zu Grunde gelegt. Die erste im Längsschnitt für einen Patienten zu beobachtende Impfung wurde als „Erstimpfung“, die zweite als „Zweitimpfung“ definiert und das Alter des Patienten zum Impfzeitpunkt ermittelt. Da die Abrechnungsdaten und damit das Alter zum Impfzeitpunkt nur quartalsweise zur Verfügung stehen, ist - um eine deutliche Unter- bzw. Überschätzung des Impfalters zu vermeiden - stets der mittlere Monat des Impfquartals als Impfzeitpunkt definiert worden. Auf diese Weise kann das Impfalter, wenn es in Beziehung zum Geburtsmonat gesetzt wird, auf +/- einen Monat genau berechnet werden. Zur Ermittlung der erreichten Impfquoten bei Vollendung des zweiten Lebensjahres wurden nur Impfungen berücksichtigt, die die Kinder bis zu einem Alter von maximal 24 Monaten erhalten haben.

Im Rahmen der Überprüfung der STIKO-Konformität wurde anschließend ermittelt, ob das Alter zum Impfzeitpunkt den STIKO-Kriterien entspricht. Die STIKO empfiehlt die erste Impfung frühestens im Bedarfsfall ab dem 9. Monat, im Allgemeinen aber zwischen dem 11. und 14. und die zweite Impfung zwischen dem 15. und 23. Monat. Für die Auswertungen hinsichtlich der ersten Impfung nach STIKO wird der größte empfohlene Zeitraum (9 Monate bis 14 Monate) zu Grunde gelegt. Durch die Definition des Impfalters zur Quartalsmitte können Ungenauigkeiten bei der Frage, ob eine Impfung konform zu den STIKO-Kriterien erfolgte oder nicht, zwar nicht ausgeschlossen werden, es ist jedoch nur von geringfügigen Abweichungen auszugehen.

## Berechnung der regionalisierten Masernimpfquoten

Zur Ermittlung der Impfquote in der jeweils relevanten räumlichen Einheit (z.B. Bundesland) wird die Anzahl der Impfungen dieser Region auf die Studienpopulation in dieser Region bezogen. Zum Teil werden die sächsischen Impfquoten getrennt ausgewiesen, was darin begründet liegt, dass für Sachsen von der STIKO abweichende Impfempfehlungen gelten. Während die Diskrepanz zwischen den Empfehlungen der Sächsischen Impfkommision (SIKO) und den Empfehlungen der STIKO bei der Erstimpfung hinsichtlich des Beginns des empfohlenen Impf-

zeitraumes noch relativ gering ist<sup>3</sup>, sind die Unterschiede bei den Empfehlungen zur Zweitimpfung (SIKO: ab dem 6. Lebensjahr, STIKO 15-23 Monate) erheblich. Aus diesem Grund wird Sachsen, wenn nicht explizit darauf verwiesen wird, bei Auswertungen zur (zweiten) Masernimpfung nicht berücksichtigt und fließt auch nicht in den Bundesdurchschnitt ein.

### Regionseinteilungen

Die regionale Zuordnung eines Patienten erfolgt nach seinem Wohnort im vierten Quartal 2008 bzw. 2009, wenn im Jahr 2008 noch keine Informationen zum Wohnort-Kreis vorlagen. Spätere mögliche Umzüge werden ebenso nicht berücksichtigt wie der Ort der Leistungserbringung. Für die Erstellung der regionalen Vergleiche werden vier divergente regionale Einteilungen vorgenommen:

- Bundesland,
- KV (Zuständigkeitsbereich der jeweiligen Kassenärztlichen Vereinigung, welcher mit Ausnahme vom in Nordrhein und Westfalen-Lippe unterteilten Nordrhein-Westfalen den Bundesländern entspricht),
- Kreis (offizielle Kreisbezeichnung, Stand 31.12.2008; es gibt insgesamt 413 Kreise)
- Ost/West („neue Bundesländer“/ „alte Bundesländer“)

### Statistische Auswertung

Der deskriptive Teil der Auswertungen vergleicht die erreichten Impfquoten differenziert nach Erst- und Zweitimpfung bis zu einem Alter von zwei Jahren sowie Erst- und Zweitimpfung entsprechend den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) auf regionaler Ebene (neue und alte Bundesländer, KV, Bundesland, Kreis). Zur Vergleichbarkeit der regionalen Variation der Masernimpfquoten werden zwei verschiedene Maßzahlen herangezogen:

#### Extremalquotient

Die regionale Variationsbreite kann mit dem Extremalquotienten (EQ) angegeben werden. Dabei handelt es sich um einen Quotienten, der aus dem maximalen (pmax) und minimalen Wert

(pmin) einer Verteilung berechnet wird:

$$EQ = p_{\max} / p_{\min}$$

Hohe Werte sprechen dabei für einen großen Unterschied zwischen der Region mit dem höchsten Wert und der Region mit dem niedrigsten Wert. Liegt der Wert hingegen nahe 1, dann gibt es zwischen der Region mit dem maximalen Wert und der Region mit dem minimalen Wert faktisch keinen Unterschied.

#### Variationskoeffizient

Das Maß der regionalen Disparität der Impfquoten kann weiterhin mit Hilfe des Variationskoeffizienten (v) angegeben werden. Dabei wird mittels der Bildung des Quotienten aus Standardabweichung und arithmetischem Mittel ein dimensionsloses, relatives Streuungsmaß berechnet:

$$v = \text{Standardabweichung} / \text{Mittelwert}$$

Ein hoher Variationskoeffizient bedeutet, dass es eine erhebliche Streuung und damit ausgeprägte Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen gibt.

#### Multivariate Analyse

Für die Ermittlung relevanter Einflussfaktoren, die die Variation der Impfquote zwischen den Kreisen erklären können, wurde ein verallgemeinertes lineares gemischtes Modell mit der Statistiksoftware SPSS (Version 21) gerechnet. Dieses spezielle Modell bietet den Vorteil, dass sowohl Informationen, die auf der Individualebene als auch Informationen, die auf der Kreisebene vorliegen, adäquat berücksichtigt werden können, wobei eine Normalverteilung nicht vorausgesetzt werden muss. Das vollständige Modell umfasste die in Anhang 2 aufgeführten Variablen. Da aus anderen Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status und der Impfentscheidung in dem Sinne bekannt ist, dass ein hoher sozioökonomischer Status tendenziell häufiger mit einer Nichtimpfung einhergeht [12], wurde der Schwerpunkt der Variablenwahl auf soziostrukturelle Merkmale gelegt. Als abhängige Variable wurde die Variable *erste Impfung erfolgt (ja/nein)* gewählt, wobei für die erfolgte Impfung modelliert wurde. Ein Odds Ratio <1,0 beschreibt somit eine reduzierte Chance zur Impfung.

Das finale Modell wurde mittels Backward Se-

3 Nach Empfehlungen der SIKO sollten Kindern von Müttern mit Masern in der Anamnese erst ab dem vollendeten 14. Lebensmonat erstmalig gegen Masern geimpft werden. Weiterhin wird zwar darauf verwiesen, dass die Erstimpfung im zweiten Lebensjahr erfolgen sollte, eine explizite Begrenzung des Zeitraumes (wie bei der STIKO) bleibt jedoch aus.

lection erstellt. Werte von  $p \leq 0,05$  wurden als signifikant angesehen. Interaktionen zwischen den unabhängigen Variablen wurden über die Modellierung von Interaktionstermen überprüft.

## Ergebnisse

### Basispopulation

Die Basispopulation umfasste im Bezugsjahr 2008 insgesamt 66.467.043 Patienten, wovon 55,4 % weiblich waren.

### Studienpopulation

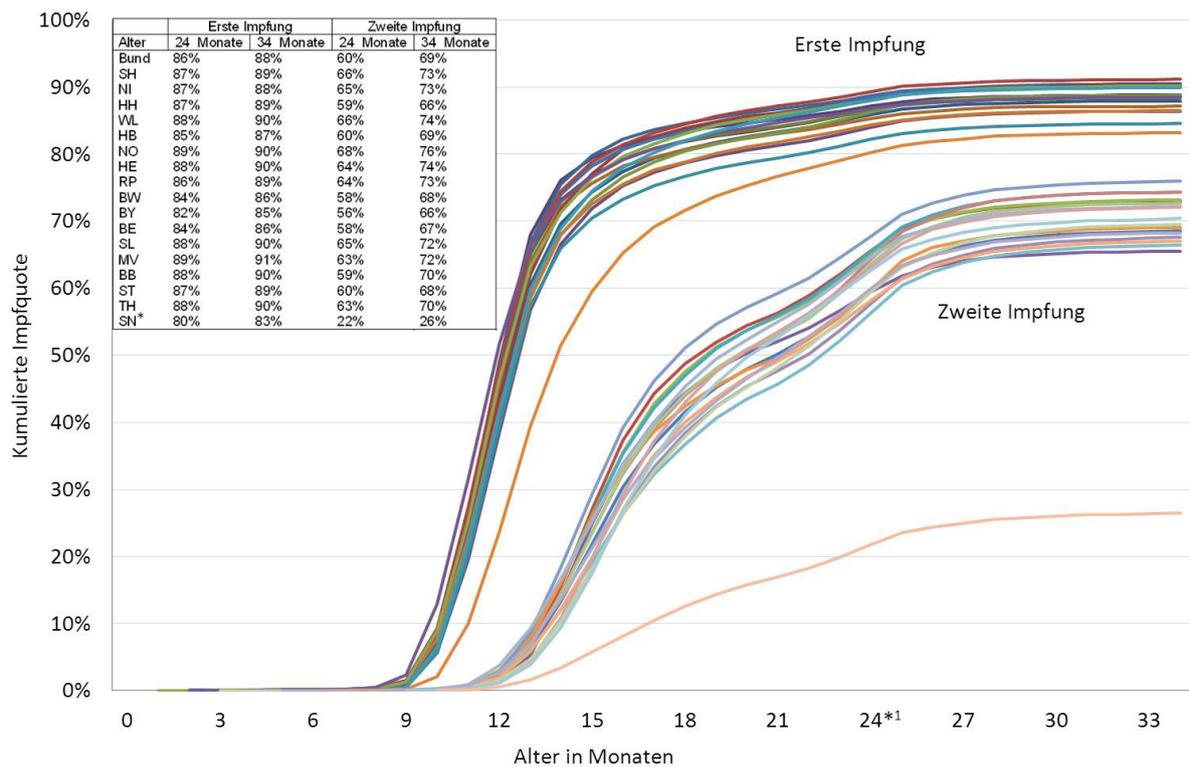
In die Studienpopulation wurden 550.125 Kinder einbezogen. Dies entspricht gemäß Bevölkerungsstatistik knapp 81 % des Geburtsjahrganges 2008. Mit 50,8 % (Jungen) bzw. 49,2 % (Mädchen) sind beide Geschlechter ausgeglichen

vertreten. Auch die Verteilung über die Geburtsquartale entspricht mit einer maximalen Abweichung von 0,3 % der der Bevölkerungsstatistik des Geburtsjahrganges 2008 [13].

### Impfquoten

#### Deutschland

Während des Follow-up von 2008 bis 2010 haben 85,8 % der Kinder der Studienpopulation mindestens eine Masernimpfung bis zur Vollendung des zweiten Lebensjahres erhalten. Bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes im vierten Quartal 2010 wurden sogar 88,0 % der Kinder einmalig immunisiert, wobei der stärkste Anstieg der Impfquote dabei zwischen dem vollendeten 12. und 13. Lebensmonat beobachtet werden kann<sup>4</sup> (siehe *Abbildung 1*). Wird der Fokus jedoch ausschließlich auf den von der STIKO empfohlenen Zeitraum gelegt, ist die beobachtbare Impfquote



**Abbildung 1:** Kumulierte Impfquoten

\* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; \*1 ab diesem Zeitpunkt sind nicht mehr alle eingeschlossenen Kinder des Geburtsjahrganges 2008 beobachtbar; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

4 Da nur der Geburtsmonat für die Impfungen vorliegt, konnte der Nenner bei der Betrachtung des Zeitraumes nach dem 24. Lebensmonat nicht adäquat bereinigt werden. Eine Unterschätzung des Anstieges der Impfquote nach dem 24. Lebensmonat kann somit nicht ausgeschlossen werden.

deutlich geringer. Im Bundesdurchschnitt werden 70,5 % (69,4 % mit Sachsen) der Kinder der Untersuchungspopulation im Alter von 9-14 Monaten<sup>5</sup> (62,9 % im Alter von 11-14 Monaten) das erste Mal gegen Masern geimpft.

Insgesamt liegt die Quote der erfolgten Zweitimpfungen mit 62,0 % (59,8 % mit Sachsen) bei den bis Zweijährigen weit unter dem Niveau der ersten Impfung. Allerdings kommt es bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes, der jedoch nicht allen Kindern die gleiche Nachbeobachtungszeit zugesteht, zu einem Anstieg auf 68,5%. Wie die *Abbildung 1* verdeutlicht, erfolgen die Impfungen bundesweit - außer in Sachsen - zu vergleichbaren Zeitpunkten; der stärkste Anstieg der Impfquote ist zwischen dem vollendeten 14. und 16. Lebensmonat zu beobachten, wobei es danach zu einem Absinken der Impfkraft kommt, welche aber um den zweiten Geburtstag - vermutlich auch im Zusammentreffen mit der U7 Vorsorgeuntersuchung - wieder zunimmt

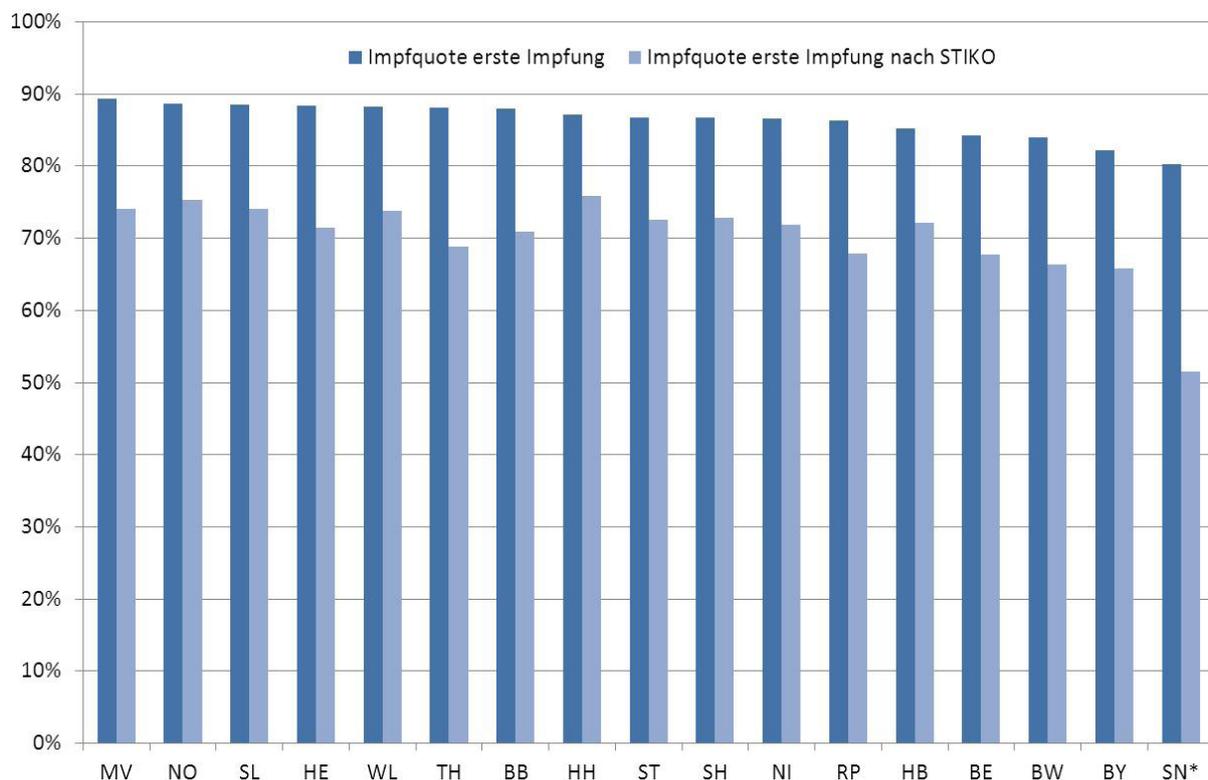
[42,8 % (44,3 % ohne Sachsen)]. Durch die spätere Impfkraft sinkt der Anteil der den STIKO-Empfehlungen entsprechenden Impfungen überproportional ab. Die Zweitimpfung erhalten nur 44,3 % (42,8 % mit Sachsen) der Kinder der Studienpopulation im empfohlenen Zeitraum.

Der abweichende zeitliche Verlauf des Impfeschehens in Sachsen ist durch eine von den Empfehlungen der STIKO abweichende Impfempfehlung begründet, welche im Rahmen der regionalisierten Auswertung näher beleuchtet wird.

### Regionalisierung - 1. Impfung bei Kindern bis zum vollendeten 2. Lebensjahr

#### KV-Region

Mit rund 89 % weisen die Bundesländer/KV-Regionen Mecklenburg-Vorpommern (89,3 %) sowie Nordrhein (88,7 %), das Saarland (88,5 %) und Hessen (88,5 %) die höchsten Impfquoten



**Abbildung 2:** Impfquote der ersten Masernimpfung bei Kindern bis zu einem Alter von zwei Jahren nach Bundesland

\* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

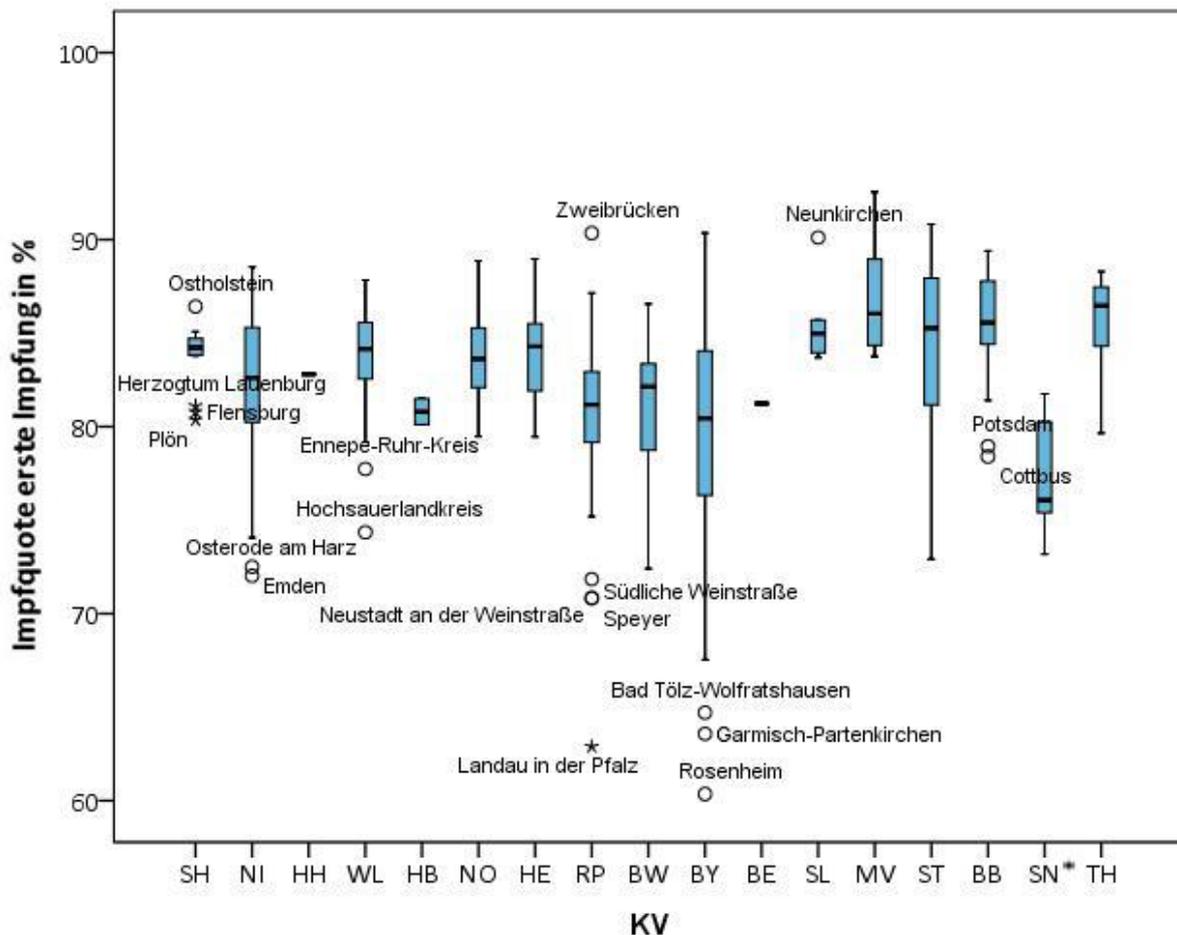
5 Eine gewisse Unschärfe ist der Altersbestimmung zum Impfzeitpunkt inhärent, da die Gebührenordnungspositionen nur quartals- nicht aber monatsgenau zur Verfügung stehen

auf. Fünf der 17 KVen erreichen für die erste Masernimpfung nur Impfquoten unterhalb des Bundesdurchschnittes, wobei Bayern (82,3 %) und Sachsen (80,2 %) die niedrigsten Impfquoten erzielen (siehe *Abbildung 2*). Eine interaktive Darstellung (Karte) der regionalen Differenzen kann zusätzlich auf [www.versorgungsatlas.de](http://www.versorgungsatlas.de) abgerufen werden.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich, wenn nur Impfungen berücksichtigt werden, die im von der STIKO empfohlenen Zeitraum von 9 bis 14 Monaten erfolgten. In diesem Sonderfall ist die KV Hamburg mit 75,9 % Spitzenreiter, dicht gefolgt von der KV-Region Nordrhein (75,3 %). Neben Sachsen (51,5 %) mit einer teilweise abweichenden Impfempfehlung (siehe Methodik) erreichen Bayern (65,9 %) und Baden-Württemberg (66,3%) die geringsten Impfquoten. Insgesamt ist die Heterogenität der im von der STIKO empfohlenen Zeitraum erreichten Impfquoten auf der Ebene der KV-Regionen relativ gering aus-

geprägt (EQ=1,2, v=0,04; mit Sachsen: EQ=1,5, v=0,08).

Die Impfquoten für die erste Masernimpfung bei Kindern bis zur Vollendung des zweiten Lebensjahres unterscheiden sich zwischen den alten und neuen Bundesländern nur geringfügig. Während in den alten Bundesländern 86,0 % der Kinder der Studienpopulation mindestens eine Masernimpfung erhalten, sind es in den neuen Bundesländern 85,1 %. Allerdings scheint dieses Ergebnis durch den Sonderstatus Sachsens bei der Impfempfehlung getriggert zu werden. Wird Sachsen auf Grund der zeitlich unbegrenzten Empfehlung für die Erstimpfung sowie der deutlich später empfohlenen Zweitimpfung nicht berücksichtigt, wird in Abhängigkeit von der Impfung ein tendenzieller Ost-West-Unterschied deutlich. Der Anteil der Kinder, die bis zu ihrem zweiten Geburtstag die erste Masernimpfung erhalten haben, liegt in den neuen Bundesländern (86,8 %) 0,8 Prozentpunkte über dem der alten Bundesländern (86,0 %) (Odds Ratio 1,08,



**Abbildung 3:** Impfquote erste Impfung nach Kreis, Kennzahlen der regionalen Variation im Anhang  
 \* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

CI 1,05-1,09).

Hinsichtlich der Impfungen nach den Empfehlungen der STIKO lässt sich - wenn Sachsen außer Acht gelassen wird - mit 70,3 % (neue Bundesländer) und 70,5 % (alte Bundesländer) faktisch kein Unterschied hinsichtlich der Impfquote feststellen.

*Kreisebene*

Während die Impfquoten zwischen den einzelnen Bundesländern bzw. KV-Regionen nur relativ geringfügig variieren (EQ=1,1, v=0,03) ist auf der Kreisebene eine höhere Heterogenität beobachtbar (EQ=1,5, v=0,06). Die Spanne der Impfquoten für die erste Masernimpfung reicht dabei von rund 95 % und einer damit (fast) verbundenen Erfüllung der WHO-Empfehlungen zur ersten Masernimpfung in den Landkreisen Zweibrücken (94,8 %, Rheinland-Pfalz) und Müritz (94,5 % Mecklenburg-Vorpommern) bis 61,3 % im Kreis Rosenheim (Bayern).

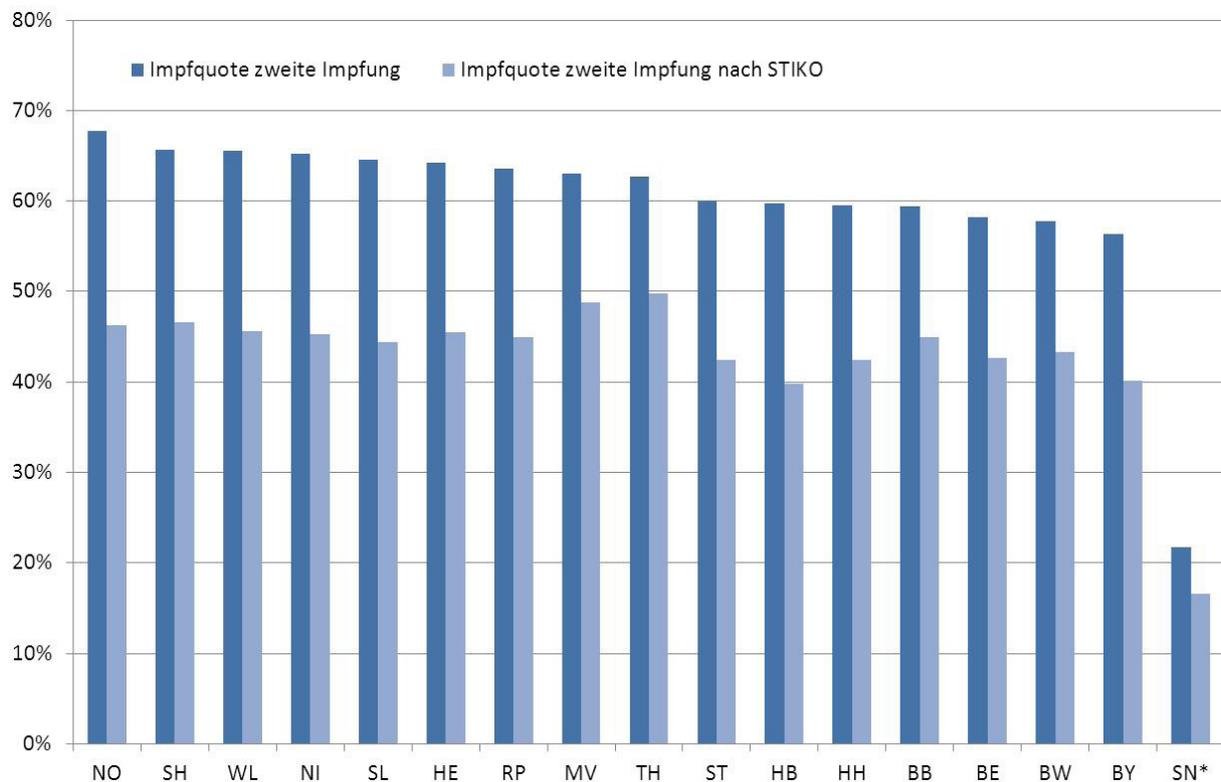
Neben der bundesweiten Differenz zwischen allen Kreisen sind auch die Unterschiede zwischen Kreisen innerhalb einer KV teils beträchtlich (siehe

Abbildung 3). Besonders auffällig sind in diesem Zusammenhang die Kreise Zweibrücken und Landau, die nicht einmal 60 km voneinander entfernt im Süden der KV-Region Rheinland-Pfalz liegen. Während Zweibrücken mit der höchsten Impfquote bei den bis Zweijährigen bundesweit aufwartet, bleibt Landau mit 75,2 % deutlich hinter dem Bundesdurchschnitt zurück (EQ<sub>RP</sub> = 1,3). Eine noch größere Diskrepanz hinsichtlich der erreichten Impfquoten lässt sich zwischen den bayerischen Kreisen Hof (93,9 %) und Rosenheim (61,3 %) beobachten (EQ<sub>BY</sub>=1,5). Allerdings ist bei diesen beiden Kreisen die räumliche Nähe nicht in gleichem Ausmaß gegeben: Sie liegen im Gegensatz zu Landau und Zweibrücken 350 km auseinander.

**Regionalisierung - 2. Impfung bis zum vollendeten 2. Lebensjahr**

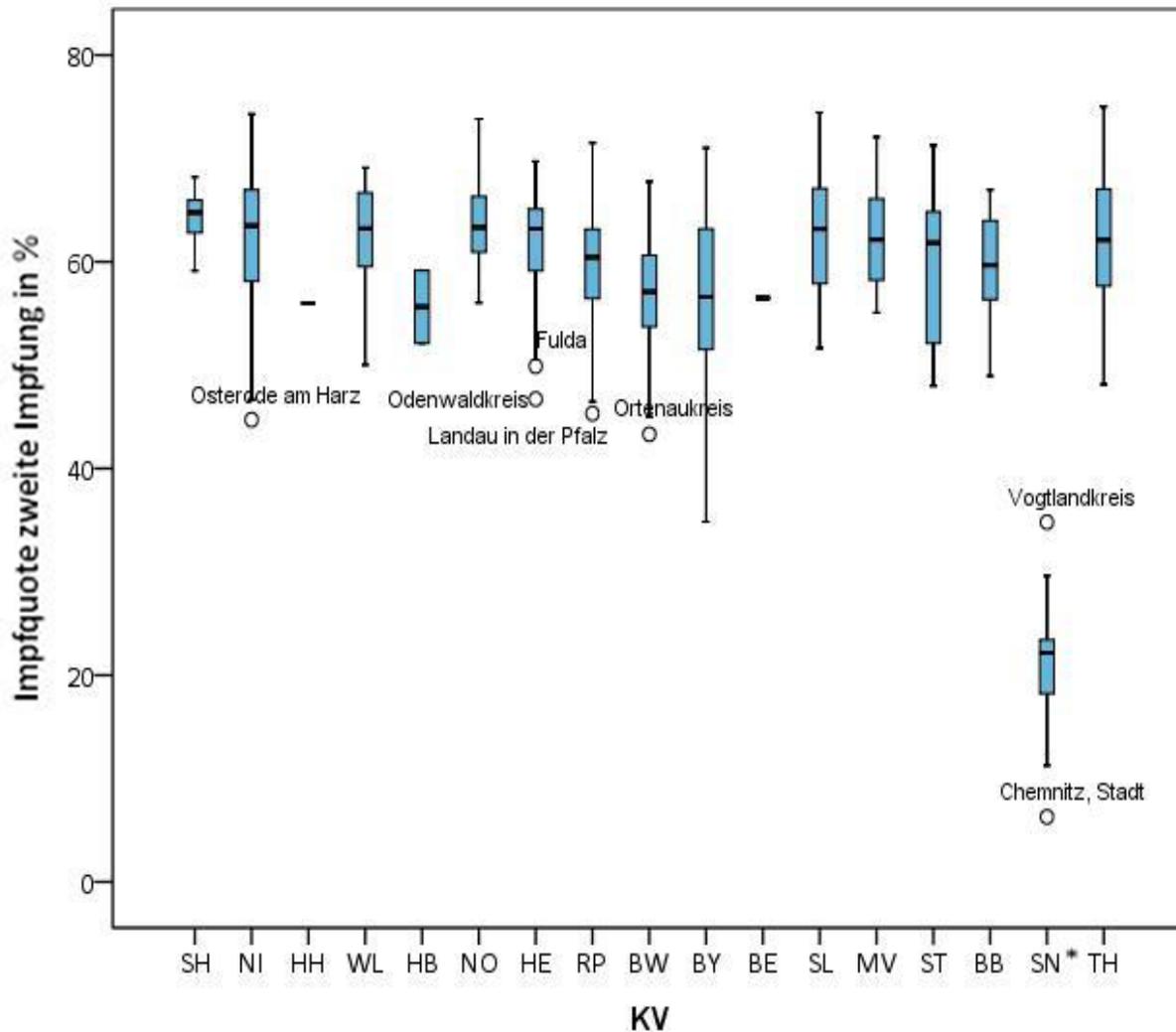
*KV-Region*

Die höchste Impfquote weist die KV-Region Nordrhein (67,8 %) vor Schleswig-Holstein (65,6 %) und Westfalen-Lippe (65,5 %) auf. In den KV-Regionen Bayern (56,4 %) und Baden-Württemberg (57,7 %) hingegen sind - ohne Betrachtung



**Abbildung 4:** Impfquote der Zweitimpfungen bei Kindern bis zu 2 Jahren u. nach Altersempfehlungen der STIKO

\* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe



**Abbildung 5:** Impfquote zweite Impfung nach Kreis, Kennzahlen der regionalen Variation im Anhang 1  
 \* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe  
 Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

tung Sachsens - die niedrigsten Impfquoten beobachtbar. Auffällig ist auch die KV-Region Brandenburg, da hier die größte Diskrepanz zwischen der erreichten Impfquote bei der Erst- und Zweitimpfung vorliegt. Während die erste Masernimpfung im Bundesvergleich noch überdurchschnittlich erfolgt, liegt die Impfquote der zweiten Impfung mit nur 59,4 % knapp 29 Prozentpunkte unter der Quote der ersten Impfung und auch 2,6 Prozentpunkte unterhalb des Bundesdurchschnittes.

Der bei der Erstimpfung zu beobachtende (marginale) Unterschied zwischen den alten und neuen Bundesländern kehrt sich bei der zweiten Masernimpfung. Hier haben Kinder aus den

neuen Bundesländern eine um 10 % reduzierte Chance, die zweite Masernimpfung bis zur Vollendung des zweiten Lebensjahres zu erhalten (Odds Ratio 0,90, 95% CI 0,88-0,91). Wird das Augenmerk jedoch ausschließlich auf den von der STIKO empfohlenen Zeitraum (15-23 Monate) gelegt, dann verkehrt sich das Bild erneut. Während in den alten Bundesländern 44,1 % der Kinder in diesem Zeitraum geimpft werden, sind es in den neuen Bundesländern 45,2 %. Kinder aus den alten Bundesländern werden somit zwar tendenziell häufiger zweifach gegen Masern geimpft, die Impfung findet allerdings etwas seltener als in den neuen Bundesländern im von der STIKO empfohlenen Zeitraum statt. Die Unterschiede zwischen den neuen und alten

Bundesländern sind dabei stets hoch signifikant ( $p < 0,001$ ), für das reale Versorgungsgeschehen hat die geringe Ergebnisdifferenz jedoch faktisch keine Relevanz. Zumal die Signifikanz der Ergebnisse allein durch die hohe Fallzahl in der Studienpopulation schnell erreicht wird.

Anders als bei der generellen Betrachtung der Zweitimpfung bei Kindern bis zu zwei Jahren weisen bei den STIKO-Empfehlungen die KV-Regionen Thüringen (49,8 %) und Mecklenburg-Vorpommern (48,8 %) die höchsten und die KVen Bremen (39,8 %) sowie Bayerns (40,1 %) die niedrigsten Impfquoten auf. Diese Impfquoten wirken auf den ersten Blick sehr niedrig. Tatsächlich entfallen auch nur 66,2 % der im Rahmen dieser Analyse ermittelten Zweitimpfungen auf das vorgegebene Fenster. Die restlichen Impfungen erfolgen jeweils hälftig vor bzw. nach dem empfohlenen Zeitraum, wobei allein 10,2 % der Impfungen in einem Alter von 14 Monaten durchgeführt werden.

**Kreisebene**

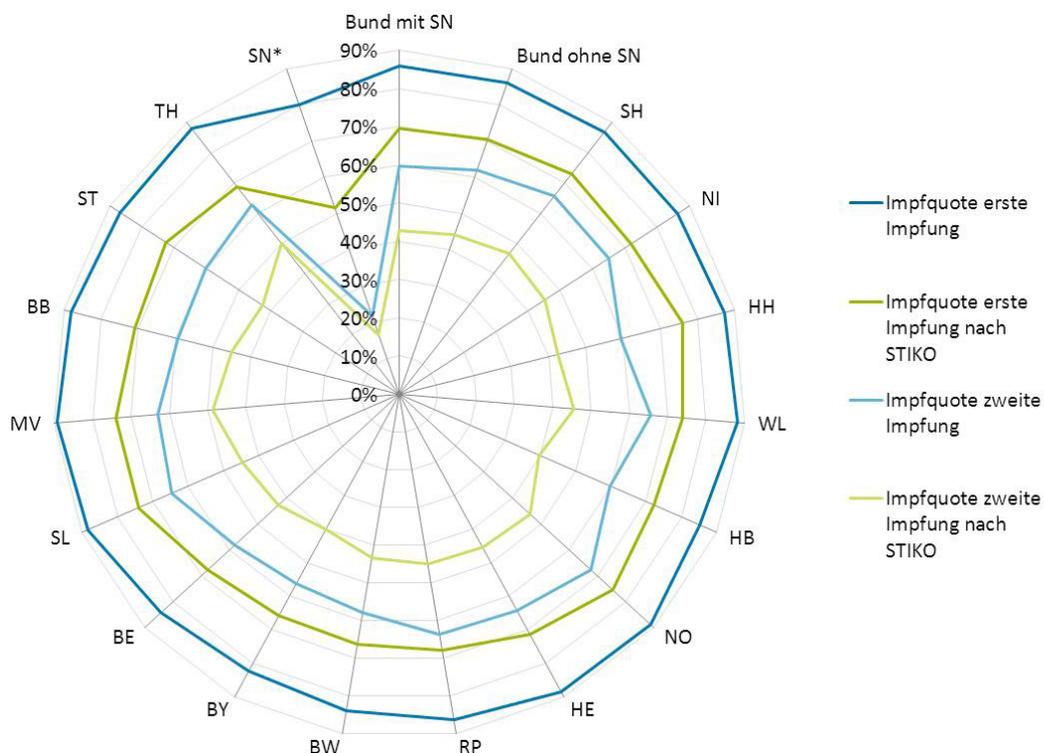
Ebenso wie auf der KV-Ebene sinkt die Impfquote bezüglich der zweiten Impfung auch auf der Kreisebene erheblich ab. Gleichzeitig wächst jedoch ihre Heterogenität. Die in den Kreisen

erzielten Impfquoten variieren bei einem Extremalquotienten von 2,9 (mit Sachsen=16,7) und einem Variationskoeffizienten von 0,13 (mit Sachsen=0,18) zwischen 79,5 % im Rhein-Kreis Neuss (Nordrhein) bzw. 79,1 % in Sonneberg (Thüringen) und 35,1 % bzw. 35,3 % in Garmisch-Partenkirchen und Bad Tölz-Wolfratshausen (beide Bayern). Werden zusätzlich die sächsischen Landkreise berücksichtigt, sinkt die Quote der Zweitimpfungen - und damit der abgeschlossenen Immunisierung - auf einen Tiefstwert von 6,2 % in Chemnitz, wobei die Heterogenität der (vergleichsweise wenigen) Kreise innerhalb der KV-Region Sachsen sehr ausgeprägt ist ( $EQ_{SN} = 5,7, V = 0,4$ ).

Die in einigen Kreisen zum Teil sehr niedrigen Impfquoten sprechen allerdings nicht zwangsläufig nur für eine geringe Impfbereitschaft, sondern können auch mit einer späteren Zweitimpfung verbunden sein. Wird der Nachbeobachtungszeitraum maximal ausgeschöpft, dann kann z.B. für Garmisch-Partenkirchen eine Steigerung der Impfquote um 10,9 % (Bundesdurchschnitt: 8,8 %) auf 46,2 % beobachtet werden.

**Gesamtüberblick**

Abbildung 6 zeigt eine Gesamtübersicht über die



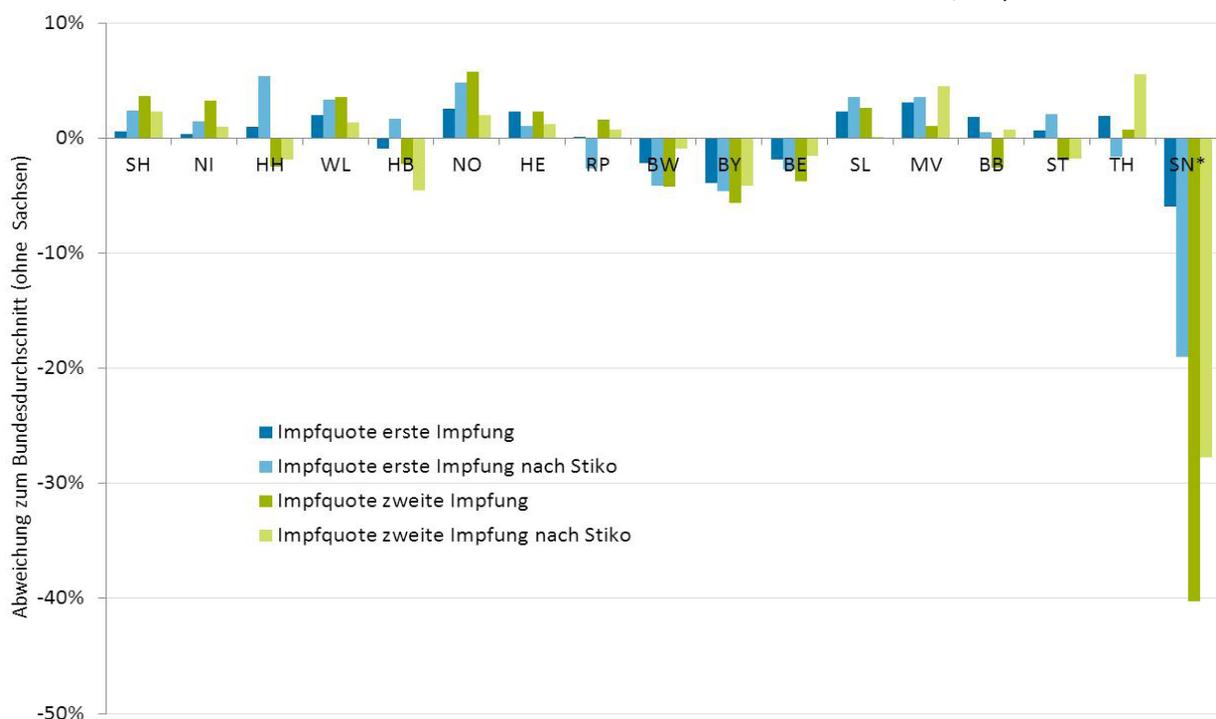
**Abbildung 6** Impfquote erste u. zweite Impfung bis zur Vollendung des zweiten Lebensjahres und nach den Empfehlungen der STIKO im regionalen Vergleich

\* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

erste und zweite Impfung bis zur Vollendung des zweiten Lebensjahres und nach den Empfehlungen der STIKO im KV-Vergleich. Interessant ist die Tatsache, dass sich in einigen KV-Regionen das Verhältnis zum Bundesdurchschnitt je nach betrachteter Impfung und Einbezug der STIKO-Empfehlungen verändert bzw. zum Teil gar verkehrt. So erreicht beispielsweise die KV-Region Thüringen zwar eine überdurchschnittliche Impfquote hinsichtlich der ersten Masernimpfung, allerdings scheinen diese Impfungen im Vergleich zu anderen KV-Regionen eher nach einem Alter von 14 Monaten zu erfolgen, da die Impfquote bei der Beschränkung auf die STIKO-Empfehlungen zur ersten Impfung mit 68,9 % unter den Bundesdurchschnitt (70,5 %) sinkt (siehe *Abbildung 7*). Bei der KV-Region Brandenburg ist der Unterschied zwischen allgemeiner Impfung und Befolgung der STIKO-Empfehlungen zwar nicht so deutlich ausgeprägt, allerdings erreicht Brandenburg nach überdurchschnittlichen Werten im Zuge der ersten Masernimpfung nur noch eine leicht unterdurchschnittliche Quote bei der zweiten Masernimpfung, wobei diese dann aber eher wieder STIKO-konform erfolgt.

### Einflussfaktoren

Das finale Modell wurde mittels backward selection erstellt. Dabei wurde schnell ein erheblicher Einfluss der Variable Wohnort (Ost/West) deutlich. Dieser Effekt bleibt auch bei univariater Betrachtung bestehen. Es besteht jedoch auf der Ergebnisebene (erreichte Impfquote) nur ein geringfügiger Unterschied zwischen den neuen und alten Bundesländern, so dass angenommen werden muss, dass es sich bei der Variable Wohnort um einen Effektmodifikator und keine tatsächliche Einflussvariable handelt. Vielmehr scheint die Trennung in neue und alte Bundesländer ein Proxy für strukturelle Unterschiede zu sein. So liegt z.B. die Ganztags-Betreuungsquote von Kleinkindern in den Kreisen der neuen Bundesländer durchgängig auf deutlich höherem Niveau als in den Kreisen der alten Bundesländer. Der ostdeutsche Kreis mit der geringsten Ganztags-Betreuungsquote von Kleinkindern liegt mit 23,7 % immer noch merklich über dem westdeutschen Kreis mit der höchsten Betreuungsquote (16,6 %). Gleiches - wenn auch in etwas reduziertem Ausmaß - gilt für die SGB II-Quote (Mittelwert neue Bundesländer: 16,5 %; Mittelwert alte Bundesländer: 8,0 %). Bei den anderen



**Abbildung 7:** Absolute Abweichung der KV-Impfquoten vom Bundesdurchschnitt (ohne Sachsen)

\* In Sachsen gilt eine von der STIKO abweichende Impfeempfehlung; KV-Bezeichnungen: BB= Brandenburg, BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HB = Bremen, HE = Hessen, HH = Hamburg, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, NO = Nordrhein, RP = Rheinland-Pfalz, SH = Schleswig-Holstein, SL = Saarland, SN = Sachsen, ST = Sachsen-Anhalt, TH = Thüringen, WL = Westfalen-Lippe

berücksichtigten Variablen sind zwar ebenfalls Niveauunterschiede zwischen den alten und neuen Bundesländern beobachtbar, sie sind jedoch deutlich geringer ausgeprägt.

Alle in das Modell inkludierten Variablen haben nur einen geringen Einfluss auf die Impfquote (siehe *Tabelle 2*), wobei der stärkste Effekt im Zusammenhang mit der Quote hoch qualifizierter Frauen auftritt. Mit jedem Prozentpunkt, um den die Quote der weiblichen hochqualifizierten Beschäftigten steigt, sinkt die Impfwahrscheinlichkeit bis zum zweiten Geburtstag eines Kindes, das in diesem Kreis wohnt, um 5,7 % (OR 0,943 95% CI 0,909-0,979). Einen gleichgerichteten, wenngleich auch schwächeren Einfluss auf die Impfwahrscheinlichkeit hat die Quote weiblicher, gering qualifizierter Beschäftigter. Mit jedem Prozentpunkt, um den die Quote der gering qualifizierten Beschäftigten um einen Prozentpunkt steigt, sinkt die Impfwahrscheinlichkeit um 2,9 % (OR 0,971 95 % CI 0,957-0,986). Mit einer steigenden Quote männlich hoch bzw. gering qualifizierter Beschäftigter steigt hingegen auch die Chance eines Kindes, innerhalb der ersten zwei Lebensjahre mindestens einmal gegen

Masern geimpft zu werden um 2,6 % bzw. 2,8 % (OR 1,026 95 % CI 1,009-1,044 bzw. OR 1,028 95 % CI 1,014-1,041). Auch in Kreisen mit einer hohen SGB II-Quote ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind bis zu seinem zweiten Geburtstag mindestens eine Masernimpfung erhält, erhöht. Mit jedem Prozentpunkt, um den die SGB II-Quote um einen Prozentpunkt steigt, steigt die Chance einer Immunisierung um 2,7 % (OR 1,027 95 % CI 1,019-1,036). Darüber hinaus ist mit einer höheren Ganztags-Betreuungsquote von Kleinkindern eine leichte Erhöhung der Chance auf eine Impfung verbunden (OR 1,007 95 % CI 1,002-1,0212).

Durch die Berücksichtigung dieser sechs Faktoren können 26,3 % der Varianz der Impfquote zwischen den Kreisen erklärt werden. Gemessen am Bayesschen Informationskriterium (BIC) verändert sich die Modellgüte des finalen Modells im Vergleich zum vollen Modell nicht. Zwischen den beobachtbaren Einflussfaktoren bestehen zudem Interaktionseffekte, diese sind jedoch nur sehr schwach ausgeprägt, so dass eine Beeinflussung des Ergebnisses nicht angenommen werden muss.

| Terme im Modell                                      | Odds Ratio | 95 % Konfidenzintervall |              | Signifikanz |
|--|------------|-------------------------|--------------|-------------|
|  |            | Untere Grenze           | Obere Grenze |             |
| Konstanter Term                                      | 5,736      | 4,987                   | 6,597        | 0,000       |
| Quote männliche geringqualifizierte Beschäftigte [%] | 1,028      | 1,014                   | 1,041        | 0,000       |
| Quote weibliche geringqualifizierte Beschäftigte [%] | 0,971      | 0,957                   | 0,986        | 0,000       |
| Quote weibliche hochqualifizierte Beschäftigte [%]   | 0,943      | 0,909                   | 0,997        | 0,002       |
| Quote männliche hochqualifizierte Beschäftigte [%]   | 1,026      | 1,009                   | 1,044        | 0,003       |
| Ganztags-Betreuungsquote Kleinkinder [%]             | 1,007      | 1,002                   | 1,012        | 0,008       |
| SGBII-Quote [%]                                      | 1,027      | 1,027                   | 1,019        | 0,000       |

**Tabelle 2:** Einflussfaktoren auf die Chance, die erste Masernimpfung bis zum Abschluss des zweiten Lebensjahres zu erhalten (Modellierung auf Kreisebene für Impfung)

## Diskussion

Seit 2001 empfiehlt die Ständige Impfkommission, die Grundimmunisierung in Form der 1. und 2. Masernimpfung bei Kleinkindern bereits im zweiten Lebensjahr abzuschließen. Die Änderung der Impfempfehlung orientiert sich an den Empfehlungen der WHO und dient dazu, Impflücken möglichst frühzeitig zu schließen. Da innerhalb der ersten zwei Lebensjahre allein durch die entsprechende Vorsorgeuntersuchungen (U1-U7) ein regelmäßiger Arztkontakt besteht, bietet sich dieser Zeitraum für die umfassende Grundimmunisierung besonders an. Die vorliegende Auswertung zeigt, dass 85,5 % der Kinder bis zum vollendeten 2. Lebensjahr mindestens eine und 62,0 % (59,8 % mit Sachsen) beide Impfungen erhalten.

Es können unterschiedlich stark ausgeprägte regionale Unterschiede beobachtet werden. So werden bei der ersten Impfung die höchsten Impfquoten in den KV-Regionen Mecklenburg-Vorpommern (89,3 %) und Nordrhein (88,7 %), Hessen und im Saarland (beide 88,5 %) erreicht. Die geringsten Impfquoten erreichen Bayern (82,3 %) und Sachsen (80,2 %). Auf der Kreisebene reicht die Spanne für die erste Masernimpfung von rund 95 % in den Landkreisen Zweibrücken (94,8 %, Rheinland-Pfalz) und Müritztal (94,5 %, Mecklenburg-Vorpommern) bis 61,3 % im Kreis Rosenheim (Bayern).

Spitzenreiter bei der zweiten Impfung sind erneut die KV-Region Nordrhein (67,8 %) vor Schleswig-Holstein (65,6 %) und Westfalen-Lippe (65,5 %). In den KV-Regionen Bayern (56,4 %) und Baden-Württemberg (57,7 %) hingegen sind - ohne Betrachtung Sachsens - die niedrigsten Impfquoten beobachtbar. Die in den Kreisen erzielten Impfquoten variieren dabei zwischen 79,5 % im Rhein-Kreis Neuss (Nordrhein) bzw. 79,1 % in Sonneberg (Thüringen) und 35,1 % in Garmisch-Partenkirchen und 35,3 % in Bad Tölz-Wolfratshausen (beide Bayern).

Werden nur die den STIKO-Empfehlungen entsprechenden Impfungen berücksichtigt sinken die erreichten Impfquoten deutlich ab. 70,5 % (69,4 % mit Sachsen) der Kinder erhalten die erste Impfung und 44,3 % (42,8 % mit Sachsen) die zweite Impfung im von der STIKO vorgegebenen Zeitfenster. Wird die STIKO-Konformität beider Impfungen zu Grunde gelegt, dann sinkt der An-

teil der zeitgerecht und zweifach immunisierten Kinder auf 38,4 % (37,0 % mit Sachsen).

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sowohl die Bedeutung der möglichst frühzeitigen ersten Masernimpfung als auch die Relevanz der zweiten Masernimpfung tendenziell unterschätzt wird. Die Hinauszögerung des Zeitpunktes der ersten Impfung kann ganz trivial durch eine Erkrankung des Kindes zum geplanten Impftermin begründet sein, aber auch durch Vorbehalte der Eltern gegenüber der Impfung begünstigt werden. So gaben in einer Elternbefragung der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) [14] knapp die Hälfte der Eltern an, dass sie bereits einmal auf eine Impfung ihres Kindes verzichteten, weil sie die Impfung für nicht notwendig erachteten (18 %), sie die Befürchtung hatten, dass ihr Kind körperlich zu stark belastet würde (15 %) oder sie Angst vor Nebenwirkungen der Impfung hatten (14 %). Begünstigt wird die Verschiebung zusätzlich dadurch, dass nur 61 % der befragten Eltern Masern für eine (sehr) gefährliche Krankheit hielten. Interessant dabei ist, dass die Impfskepsis insgesamt ansteigen scheint. Während sich 1994 noch 24 % der Mütter in den alten Bundesländern und 10 % in den neuen Bundesländern kritisch gegenüber Schutzimpfungen äußerten [15], waren es 2011 hingegen schon 35 %, wobei auch in dieser Befragung die Mehrheit (88 %) aus den alten Bundesländern stammte. Dabei wird beispielsweise auch der Zusammenhang zwischen der Masernimpfung (bzw. der Mumps-Masern-Röteln-Kombination) und Autismus, welcher von Andrew Wakefield 1998 postuliert und inzwischen nachweislich in einer Vielzahl von Studien widerlegt wurde [16, 17], von Impfkritikern nach wie vor angeführt. Verschwiegen wird allerdings, dass der im Lancet veröffentlichte Artikel inzwischen zurückgezogen wurde und Wakefield seine Zulassung als Arzt verloren hat [18]. Bereits nach der Veröffentlichung und auch heute noch durch ihre mediale Persistenz hat diese Studie (insbesondere in Großbritannien) zu einem zum Teil deutlichen Rückgang der Zahl der Masernimmunisierungen beigetragen [19].

Impfskepsis ist somit ein durchaus verbreitetes Phänomen, welches sowohl in der Beratung der Eltern als auch der ärztlichen Fort- und Weiterbildung berücksichtigt werden sollte.

Zur Bewertung der divergenten Informationen

zum Thema Impfung sind Eltern heute mehr denn je auf eine navigierende Funktion des (Kinder-)Arztes angewiesen, welcher auch in hohem Maße die Impfsentscheidung beeinflusst. Sind zum Beispiel auch Heilpraktiker oder Naturheilkundler an der Impfsentscheidung beteiligt, sinkt die Wahrscheinlichkeit einer frühzeitigen Masernimpfung um 50 %, wobei Kinder, deren Eltern grundsätzlich bei Homöopathen Rat suchen, zusätzlich geringere Chancen haben, (frühzeitig) gegen Masern geimpft zu werden [20]. Neben der Beratung durch den Arzt bildet die Hebamme einen – wenn auch in einem geringeren Ausmaß – wirksamen Einflussfaktor auf die Impfsentscheidung [21]. Da in den Kreisen eine unterschiedliche Rate an impfkritischen Ärzten, Hebammen und/oder Heilpraktiker bzw. Naturheilkundler vorhanden ist, könnte dieser Faktor auch einen Teil der Heterogenität der Impfquoten erklären.

Auch die formale Bildung der Eltern ist ein wesentlicher Einflussfaktor [14], wobei insbesondere Kinder aus Familien mit einem hohen sozioökonomischen Status<sup>6</sup> signifikant seltener gegen Masern geimpft werden [12]. Diese Bevölkerungsgruppe ist auch bei den Impfskeptikern am stärksten vertreten [14]. Solch ein Effekt lässt sich auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Mehrebenenanalyse beobachten. Es zeigte sich, dass mit zunehmender Quote weiblich hoch qualifizierter Beschäftigter die Impfwahrscheinlichkeit sinkt (OR 0,943 95 % CI 0,909-0,979) und gleichzeitig bei steigender SGB II-Quote zunimmt (OR 1,027 95 % CI 1,019-1,036). Dies steht auf den ersten Blick in einem gewissen Widerspruch zu dem Ergebnis, dass bei einem steigenden Anteil männlicher hoch qualifizierter Beschäftigter die Wahrscheinlichkeit der Impfung steigt (1,026 95 % CI 1,009-1,044). Der zweite Effekt ist jedoch deutlich geringer ausgeprägt, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass bei Kleinkindern (noch) überwiegend die Mütter die relevanten medizinischen Entscheidungen für die Kinder treffen. Diese Ergebnisse decken sich auch mit Befunden anderer Untersuchungen [22]. Daher ist insbesondere in Kreisen, die einen überdurchschnittlich hohen Anteil an formal hoch qualifizierten Personen bzw. Personen aufweisen, mit tendenziell niedrigeren Impfquoten zu rechnen. Auch der im Rah-

6 In diesem Zusammenhang sind neben der Formalbildung noch die berufliche Stellung und das Einkommen zu berücksichtigen

men dieser Analyse festgestellte impffördernde Aspekt der Ganztagsbetreuung von Kleinkindern (OR 1,007) verwundert kaum. Der (ganztägige) Besuch einer Kinderbetreuungseinrichtung steigert das Infektionsrisiko für Kinder erheblich, so dass sich Eltern im Falle einer Außer-Haus-Betreuung ihres Kindes tendenziell häufiger für eine Impfung entscheiden.

Etwas anders gelagert ist vermutlich die Erklärung für das deutliche Absinken der Impfquote für die Zweitimpfung gegenüber der ersten Impfung. Zum einen verweigern Eltern, insbesondere, wenn deren Kinder nach der ersten Masernimpfung eine Reaktion gezeigt haben, häufiger die zweite Masernimpfung [23]. Zum anderen wird vermutlich häufig auch der Charakter und somit die Bedeutung der zweiten Masernimpfung verkannt. Bei dieser handelt es sich nämlich nicht um eine Auffrischimpfung im klassischen Sinne, sondern vielmehr um eine Auffangimpfung, da nicht alle Impflinge im gleichen Maße auf die Stimulation durch die (Erst-)Impfung reagieren. Nach Angaben des RKI bewirken die in Deutschland zugelassenen Impfstoffe bei über 90 % der einmalig geimpften Personen eine Serokonversion<sup>7</sup>. In der Mehrzahl der internationalen Studien wird sogar eine Serokonversionsrate von 95-97 % angenommen [25]. Die betroffenen Personen (ca. 3-5 %) – so genannte „Non-Responder“ – sind auf Grund des Ausbleibens der Serokonversion trotz erfolgter Masernimpfung nicht geschützt. Bezogen auf die zu Grunde liegende Untersuchungspopulation bedeutet dies, dass bei 472.183 erfolgten Impfungen und einer angenommenen primären Versagensrate von 5 % (3 %) 23.605 (14.166) Kinder trotz Impfung zunächst keinen Masernschutz haben. Erst durch die zweite Impfung, auf die weit über 90 % der primären Non-Responder mit einer Antikörperbildung reagieren [26], kann ein umfassender Impfschutz sichergestellt werden. Damit die (potenziell) vulnerable Periode nach einem primären Impfversagen möglichst kurz gehalten werden kann, empfiehlt die STIKO seit 2001 die zweite Masernimpfung bereits mit 15-23 Monaten<sup>8</sup>.

7 Ursachen für eine nicht erfolgte Serokonversion können z.B. in einer fehlerhaften Handhabung des Impfstoffes, wie einer Unterbrechung der Kühlkette, fehlerhafter Impftechnik oder Interferenzen mit anderen Virusinfektionen, liegen [24].

8 Von 1991 bis 2001 wurde die zweite Masernimpfung mit Beginn des sechsten Lebensjahres empfohlen. Die Vorverlegung sollte die Wichtigkeit der frühzeitigen

Die aufgeführten Gründe begünstigen eine zum Teil massive regionale Heterogenität der Impfquote, wobei stets nur ein gewisser Anteil der Variation erklärt werden kann. Spezifische (kulturelle) Faktoren, die die Impfbereitschaft in einigen Regionen Deutschlands beeinflussen, können mittels Routinedaten nicht analysiert werden. Daher kann auch die Frage nach den relevanten Einflussfaktoren auf die Impfscheidung nicht abschließend beziehungsweise allumfassend beantwortet werden. Die diskutierten strukturellen und individuellen Aspekte der Impfscheidung stellen jedoch einen ausgesprochen plausiblen Erklärungsansatz dar.

#### Regionsspezifische Faktoren

Neben den allgemeinen Erklärungsansätzen lassen sich auch regionsspezifische Anhaltspunkte definieren. So geht beispielsweise die Sächsische Impfkommision beim Thema Masernimpfung einen Sonderweg. Der Beginn der ersten Impfung wird - vergleichbar mit den STIKO-Empfehlungen - ab dem vollendeten 12. Lebensmonat (ab vollendetem 14. Lebensmonat bei Masernanamnese der Mutter) empfohlen. Allerdings folgt keine enge zeitliche Begrenzung der ersten Impfung. Vielmehr wird diese zwar im zweiten Lebensjahr empfohlen, die Empfehlung wird jedoch nicht analog zur STIKO zeitlich begrenzt. Die zweite Masernimpfung ist laut Impfplan sogar erst ab dem 6. Lebensjahr vorgesehen. Die von der STIKO abweichenden Impfempfehlungen machen eine generelle Tendenz zur späteren Masernimpfung wahrscheinlich und bieten damit die Erklärungsgrundlage, warum Sachsen sowohl bei der ersten Impfung (80,2 %) als auch bei der zweiten Impfung (21,8 %) eine (deutlich) erniedrigte Impfquote bei Kindern bis zu zwei Jahren aufweist. Aus den Ergebnissen der Schuleingangsuntersuchungen zeigt sich allerdings, dass diese Impfdefizite bis zum Schuleintritt weitestgehend aufgeholt werden: In 2010 lag die Impfquote in Sachsen für die erste Impfung mit 97,4 % sogar über dem Bundesdurchschnitt, die zweite Impfung erhielten 87,3 % (Bundesdurchschnitt: 91,5 %) der Grundschüler<sup>9</sup> [10].

Masernimpfung unterstreichen und helfen, Impflücken durch primäres Impfversagen zu schließen [27]

9 Während die Impfdaten der ersten und zweiten Masernimpfung der Bundesländer, die den STIKO-Empfehlungen folgen, zum Zeitpunkt der Schuleingangsuntersuchung vorliegen, beziehen sich die sächsischen Daten der zweiten Masernimpfung auf Kinder der 2. Klasse [28].

Eine anders gelagerte Erklärung betrifft insbesondere die bayerischen Kreise, die im Bundesvergleich auffällig niedrige Werte aufweisen. Hier lässt sich nicht ausschließen, dass die Impfquote unterschätzt wird, da ein unbekannter Teil der Impfungen im Rahmen der dort bestehenden Selektivverträge erfolgen kann. Diese Impfungen erscheinen dann nicht in den Abrechnungsdaten, die die Grundlage der Analyse bilden. Somit könnten die Unterschiede zu anderen Kreisen tatsächlich geringer sein, als sie erscheinen. Allerdings weist Bayern auch noch zum Zeitpunkt der Schuleingangsuntersuchung eine geringere Impfquote als andere Bundesländer bzw. KV-Regionen auf.

#### Limitationen der Analyse

Obwohl ein Großteil des Geburtsjahrganges für die Analyse der Masernimpfquote berücksichtigt werden konnte, sind sowohl der Bildung der Grundgesamtheit als auch der Definition der Impflinge verschiedene Limitationen inhärent. Die Bildung der Grundgesamtheit über die Teilnahme an der Vorsorgeuntersuchung U4 birgt die Gefahr einer Positivselektion, da die Teilnahme an Vorsorgeuntersuchungen positiv mit dem Impfverhalten assoziiert ist [29]. Allerdings liegt die Teilnehmerate der gewählten Vorsorgeuntersuchung bei rund 95 % eines Geburtsjahrganges [11], so dass allenfalls marginale Effekte der Populationsbildung auf die Impfquote zu erwarten sind. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich unter den 5 %, die nicht an der Vorsorgeuntersuchung teilnehmen, überdurchschnittlich viele Kinder mit Migrationshintergrund befinden. In Bezug auf die Masernimpfquote ist dies jedoch nicht relevant, da in dieser Gruppe eine vergleichbare Impfquote beobachtbar ist [30]. Zur Vermeidung einer weiteren Positivselektion des Patientenkollektives wurden alle Kinder unabhängig davon, ob sie in jedem der drei Beobachtungsjahre beim Arzt waren, eingeschlossen. Würde die Studienpopulation dahingehend verändert, dass nur Patienten, die durchgängig in den Daten beobachtbar sind (mind. ein Arztkontakt in 2008, 2009, 2010), berücksichtigt werden, hätte dies hingegen nachweisbare Effekte auf die Impfquote: Bei diesem Vorgehen reduziert sich die Studienpopulation um 6 % (rund 33.000 Patienten). Gleichzeitig steigt die Impfquote im Bundesdurchschnitt jedoch um über 3,5 %, so dass diese Art der Populationsbildung eine Positivselektion wahrscheinlicher machen würde.

Auch ein der Positivselektion entgegen gerichteter Effekt kann nicht ausgeschlossen werden. Eine Unterschätzung der tatsächlichen Impfquote kann bei der gewählten Art der Populationsbildung durch die Berücksichtigung von Kindern in der Grundgesamtheit, die in die private Krankenversicherung gewechselt sind und erst nach dem Wechsel die Masernimpfung erhalten haben bzw. von Kindern, die durch Namenswechsel (z.B. Heirat der Eltern) mehrfach in die Studienpopulation eingegangen sind, hervorgerufen werden.

Darüber hinaus wurden nur Impfungen erfasst, die über die reguläre ambulante Versorgung erfolgen. Impfungen, die bei Gesundheitsämtern oder im Rahmen von Selektivverträgen erfolgen, können hingegen nicht erfasst werden, wodurch eine Unterschätzung der Impfungen nicht ausgeschlossen werden kann. Allerdings ist auf Grund des geringen Alters der Impflinge eher davon auszugehen, dass Impfungen bei Gesundheitsämtern keine allzu große Rolle spielen.

Da die Abrechnungsdaten keine Versichertenzeiten beinhalten, besteht die Gefahr, dass der Nenner - sprich die gesamte Studienpopulation - überschätzt und damit die Impfquote tendenziell unterschätzt wird. Da bei Kleinkindern jedoch eine geringere Fluktuation hinsichtlich des Versicherungsstatus bzw. der Versicherung in der gesetzlichen Krankenkasse als bei Erwachsenen zu erwarten ist, sollte diese Limitation keine großen Effekte hinsichtlich der Impfquote zeitigen.

Da die Wohnortzuordnung an Hand der ersten verfügbaren Information zum Wohnort erfolgte, werden spätere Veränderungen nicht abgebildet. Der tatsächliche Anteil der geimpften Kinder bis zum Alter von zwei Jahren kann somit in den Kreisen variieren.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich durch die Beschaffenheit der Abrechnungsdaten, da diese - und damit die Informationen über die erfolgte Impfung - nur quartalsweise zu Verfügung stehen, kommt es durch die gewählte Methodik zur Ermittlung des Impfaltes zu einer Ungenauigkeit von +/- 1 Monat. Gerade bei der Einschränkung der berücksichtigungsfähigen Impfungen zur Überprüfung der STIKO-Konformität können leichte Ungenauigkeiten und damit Verzerrungen der Impfquote nicht ausgeschlossen wer-

den.

Es war in der vorliegenden Analyse nicht möglich, einen Zusammenhang zwischen der erreichten Impfquote und dem Auftreten von Masernfällen je 100.000 Einwohner belastbar zu untersuchen. Dies ist auf die methodischen Schwierigkeiten, die das punktuelle, epidemische Auftreten der Erkrankung mit sich bringt und auf die dadurch erforderliche lange Nachbeobachtungszeit zurückzuführen. Eine Assoziation zwischen geringer Impfquote und Masernfällen ist trotzdem zu erwarten. Länder mit einer hohen Durchimpfungsquote weisen tendenziell im Zeitverlauf auch eine erheblich geringere Maserninzidenzrate als Länder mit einer geringeren Durchimpfung auf. Der Nachweis einer direkten Korrelation zwischen der Masernimpfquote einer Region und den dort auftretenden Masernfällen gelang im Zuge der Untersuchung der Masernepidemie 2002 in Italien [31]. Auch die Ausbruchsuntersuchungen des Robert Koch-Institutes weisen in eine ähnliche Richtung: So waren beim Ausbruchsgeschehen 2011 in Berlin über 80 % der an Masern erkrankten Personen nicht geimpft [6]. Eine Ausbreitung in unzureichend geschützten Kollektiven ist somit sehr wahrscheinlich.

Einige der Informationen zu möglichen Einflussfaktoren auf die Impfquote lagen auf der Individualebene und andere nur auf der Kreisebene vor. Um die daraus resultierenden Probleme zu reduzieren, wurde ein generalisiertes gemischtes Modell gewählt, welches sowohl die Individual- als auch die Kreisebene berücksichtigt. Die dort identifizierten Einflussfaktoren erklären die Heterogenität der Impfquoten jedoch nur zu einem gewissen Prozentsatz - weit mehr als zwei Drittel der Varianz der Impfquoten der Erstimpfung zwischen den Kreisen kann auch mit Hilfe des Mehrebenenmodells nicht erklärt werden. Die hohe unerklärte Varianz ist vermutlich zu einem großen Teil auf individuelle Faktoren, wie die Einstellung zu Impfungen zurückzuführen.

### Schlussfolgerung

Masern - nach wie vor eine gefährliche Infektionskrankheit - lassen sich sicher durch Impfung vermeiden. Da der Mensch das einzig bislang bekannte Reservoir der verursachenden Viren darstellt, ist eine Elimination der Erkrankung möglich und von der WHO bis 2015 geplant. Dazu ist jedoch eine Impfquote von mindestens

95 % notwendig, die in Deutschland bei den bis zu zweijährigen Kindern noch nicht erreicht ist. Daher ist eine weitere umfassende Aufklärung der Bevölkerung und insbesondere der Eltern von Säuglingen und Kleinkindern notwendig. Dabei nimmt der behandelnde Arzt eine wesentliche Rolle ein. Nur durch zielgerichtete Aufklärungsarbeit kann es gelingen, die Bereitschaft zur Zweitimpfung durchgehend zu etablieren und Vorurteilen respektive Fehlinformationen zum Thema Masernimpfung entgegenzuwirken.

### Literatur

- Enders-Ruckle G, Siegert R, Baum U: Die Maserndurchseuchung der westdeutschen Bevölkerung. *Dtsch med Wochenschr* 1965; 90(07): 285–9.
- Gerike E, Tischer A: Masernimpfung in Deutschland Das Ziel ist die Elimination der Masern in Europa. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2000; 148(6): 623–33.
- Robert Koch-Institut (RKI): Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut / Stand: Juli 2012(30): 283–306.
- Lentze MJ, Schaub J, Schulte F, Spranger J: *Pädiatrie: Grundlagen und Praxis* (German Edition). 3rd ed. Dordrecht: Springer 2007.
- Hellenbrand W, Siedler A, Tischer A, et al.: Progress toward Measles Elimination in Germany. *J Infect Dis* 2003; 187(s1): S208.
- Robert Koch-Institut (RKI): Aktuelle Epidemiologie und Erfahrungen aus Ausbruchsstudien 2010 / 2011. *Epidemiologisches Bulletin* 2012(19): 165–73.
- European Center for Disease Prevention and Control: Surveillance reports: Measles and rubella monitoring, September 2012. Stockholm 2012.
- Leuridan E, Hens N, Hutse V, Leven M, Aerts M, van Damme P: Early waning of maternal measles antibodies in era of measles elimination: longitudinal study. *BMJ* 2010; 340.
- World Health Organization: Eliminierung von Masern und Röteln und Prävention der kongenitalen Rötelinfection: Strategie der Europäischen Region der WHO 2005 - 2010. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe
- Robert Koch-Institut (RKI): Impfquoten bei den Schuleingangsuntersuchungen in Deutschland 2009. *Epidemiologisches Bulletin* 2011(16): 125–9.
- Kamtsiuris P, Bergmann E, Rattay P: Inanspruchnahme medizinischer Leistungen. Ergebnisse des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz* 2007; 50(5/6): 836–850.
- Poethko-Müller C, Lampert T: Impfen und soziale Ungleichheit. *Public Health Forum* 2009; 17(2): 13.e1 - 13.e3.
- Statistisches Bundesamt: Statistik der Geburten. <https://www-genesis.destatis.de>.
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA): Elternbefragung zum Thema „Impfen im Kindesalter“: Ergebnisbericht 2011.
- Kirschner W, Koch J: Durchimpfungsgrade und Impfverhalten bei Kindern in West- und Ostdeutschland im Jahr 1994 1995.
- Chen W, Landau S, Sham P, Fombonne E: No evidence for links between autism, MMR and measles virus. *Psychological Medicine* 2004; 34(03): 543–53.
- Gerber JS, Offit PA: Vaccines and Autism: A Tale of Shifting Hypotheses. *CLIN INFECT DIS* 2009; 48(4): 456–61.
- Deer B: How the case against the MMR vaccine was fixed. *BMJ* 2011; 342.
- Pearce A, Law C, Elliman D, Cole TJ, Bedford H: Factors associated with uptake of measles, mumps, and rubella vaccine (MMR) and use of single antigen vaccines in a contemporary UK cohort: prospective cohort study. *BMJ* 2008; 336(7647): 754–757.
- Schönberger K, Grote V, Kries R, Kalies H: Risikofaktoren für eine verspätete oder nicht erfolgte Masernimpfung bei Kleinkindern. *Bundesgesundheitsbl.* 2009; 52(11): 1045–52.
- Swennen B, van Damme P, Vellinga A, Coppieters Y, Depoorter A: Analysis of factors influencing vaccine uptake: perspectives from Belgium. *Vaccine* 2001; 20, Supplement 1(0): S5 - S7.
- Künzel S: Zur gesundheitlichen und sozialen Lage von Kindern im Berliner Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg: Ausgewählte Ergebnisse der Einschulungsuntersuchungen 2010. Berlin 2011.
- Pareek M., Pattison H.M.: The two-dose measles, mumps, and rubella (MMR) immunisation schedule: factors affecting maternal intention to vaccinate. *British Journal of General Practice* 2000; 50(461): 969–71.
- Koletzko B: *Pädiatrie upgrade 2002: Weiter-*

- und Fortbildung. Berlin: Springer 2002.
25. Anders JF, Jacobson RM, Poland GA, Jacobsen SJ, Wollan PC: Secondary failure rates of measles vaccines: a metaanalysis of published studies. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 1996; 15(1).
  26. American Academy of Pediatrics: Age for Routine Administration of the Second Dose of Measles–Mumps–Rubella Vaccine: Committee on Infectious Diseases. *PEDIATRICS* 1998; 101(1): 129–33.
  27. Robert Koch-Institut (RKI): Zu den Neuerungen in den Impfempfehlungen der STIKO. *Epidemiologisches Bulletin* 2001(29): 219–23.
  28. Robert Koch-Institut (RKI): Impfquoten bei der Schuleingangsuntersuchung in Deutschland 2010. *Epidemiologisches Bulletin* 2012(16): 135–9.
  29. Ellsäßer G: Impfprävention im Kindes- und Jugendalter. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz* 2004; 47(12): 1196–203.
  30. Poethko-Müller C, Kuhnert R, Schlaud M: Durchimpfung und Determinanten des Impfstatus in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl.* 2007; 50(5-6): 851–62.
  31. Rosian-Schikuta I, Fröschl B, Habl C, Stürzlinger H: Die Masern-Mumps-Röteln-Impfung aus gesundheitspolitischer und ökonomischer Sicht. 1st ed. 2007.

## Anhang 1 Kennzahlen der regionalen Verteilung

|                        | Erste Impfung unter 2 |  |                                   | Zweite Impfung unter 2 |  |                                   | Erste Impfung nach STIKO |  |                                   | Zweite Impfung nach STIKO |  |                                   | Beide Impfungen nach STIKO |  |                                   |
|------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|
|                        | Impfquote (in %)      | Variationskoeffizient innerhalb der KV | Extremalquotient innerhalb der KV | Impfquote (in %)       | Variationskoeffizient innerhalb der KV | Extremalquotient innerhalb der KV | Impfquote (in %)         | Variationskoeffizient innerhalb der KV | Extremalquotient innerhalb der KV | Impfquote (in %)          | Variationskoeffizient innerhalb der KV | Extremalquotient innerhalb der KV | Impfquote (in %)           | Variationskoeffizient innerhalb der KV | Extremalquotient innerhalb der KV |
| Schleswig-Holstein     | 86,8                  | 0,02                                   | 1,11                              | 65,6                   | 0,04                                   | 1,13                              | 72,9                     | 0,06                                   | 1,30                              | 46,6                      | 0,08                                   | 1,36                              | 41,2                       | 0,09                                   | 1,45                              |
| Niedersachsen          | 86,5                  | 0,05                                   | 1,23                              | 65,2                   | 0,10                                   | 1,65                              | 71,9                     | 0,10                                   | 1,50                              | 45,3                      | 0,15                                   | 2,21                              | 39,2                       | 0,19                                   | 2,87                              |
| Hamburg                | 87,1                  | -                                      | -                                 | 59,5                   | -                                      | -                                 | 75,9                     | -                                      | -                                 | 42,4                      | -                                      | -                                 | 38,9                       | -                                      | -                                 |
| Westfalen-Lippe        | 88,2                  | 0,03                                   | 1,13                              | 65,5                   | 0,08                                   | 1,41                              | 73,8                     | 0,07                                   | 1,31                              | 45,7                      | 0,12                                   | 1,66                              | 40,1                       | 0,14                                   | 1,78                              |
| Bremen                 | 85,2                  | -                                      | -                                 | 59,8                   | -                                      | -                                 | 72,1                     | -                                      | -                                 | 39,8                      | -                                      | -                                 | 35,1                       | -                                      | -                                 |
| Nordrhein              | 88,7                  | 0,03                                   | 1,13                              | 67,8                   | 0,06                                   | 1,34                              | 75,3                     | 0,06                                   | 1,32                              | 46,2                      | 0,09                                   | 1,53                              | 40,8                       | 1,64                                   | 0,11                              |
| Hessen                 | 88,5                  | 0,03                                   | 1,13                              | 64,3                   | 0,10                                   | 1,59                              | 71,5                     | 0,09                                   | 1,40                              | 45,5                      | 0,12                                   | 1,83                              | 39,3                       | 0,12                                   | 1,83                              |
| Rheinland-Pfalz        | 86,3                  | 0,05                                   | 1,26                              | 63,6                   | 0,10                                   | 1,55                              | 67,8                     | 0,14                                   | 2,43                              | 45,0                      | 0,14                                   | 2,10                              | 37,9                       | 0,20                                   | 2,83                              |
| Baden-Württemberg      | 84,0                  | 0,04                                   | 1,21                              | 57,7                   | 0,11                                   | 1,69                              | 66,3                     | 0,10                                   | 1,52                              | 43,4                      | 0,15                                   | 1,82                              | 37,2                       | 0,17                                   | 2,08                              |
| Bayern                 | 82,3                  | 0,08                                   | 1,53                              | 56,4                   | 0,16                                   | 2,06                              | 65,9                     | 0,16                                   | 2,48                              | 40,1                      | 0,17                                   | 2,30                              | 34,5                       | 0,22                                   | 3,00                              |
| Berlin                 | 84,3                  | -                                      | -                                 | 58,2                   | -                                      | -                                 | 67,8                     | -                                      | -                                 | 42,7                      | -                                      | -                                 | 37,0                       | -                                      | -                                 |
| Saarland               | 88,5                  | 0,03                                   | 1,10                              | 64,6                   | 0,14                                   | 1,54                              | 74,1                     | 0,07                                   | 1,26                              | 44,4                      | 0,14                                   | 1,54                              | 39,4                       | 0,16                                   | 1,68                              |
| Mecklenburg-Vorpommern | 89,3                  | 0,03                                   | 1,11                              | 63,1                   | 0,08                                   | 1,29                              | 74,1                     | 0,09                                   | 1,43                              | 48,8                      | 0,11                                   | 1,45                              | 43,1                       | 0,14                                   | 1,69                              |
| Brandenburg            | 88,0                  | 0,03                                   | 1,14                              | 59,4                   | 0,10                                   | 1,43                              | 70,9                     | 0,08                                   | 1,34                              | 45,0                      | 0,10                                   | 1,38                              | 39,1                       | 0,12                                   | 1,56                              |
| Sachsen-Anhalt         | 86,8                  | 0,05                                   | 1,19                              | 60,0                   | 0,14                                   | 1,61                              | 72,6                     | 0,10                                   | 1,45                              | 42,5                      | 0,16                                   | 1,87                              | 37,6                       | 0,19                                   | 1,89                              |
| Thüringen              | 88,1                  | 0,03                                   | 1,12                              | 62,7                   | 0,12                                   | 1,64                              | 68,9                     | 0,11                                   | 1,54                              | 49,8                      | 0,13                                   | 1,80                              | 41,8                       | 0,17                                   | 1,95                              |
| Sachsen                | 80,2                  | 0,04                                   | 1,12                              | 21,8                   | 0,33                                   | 5,72                              | 51,5                     | 0,13                                   | 1,58                              | 16,5                      | 0,36                                   | 6,01                              | 12,5                       | 0,37                                   | 5,84                              |

## Anhang 2: In das Ursprungsmodell eingeschlossene Faktoren (abhängige Variable: erste Impfung erfolgt (ja/nein))

| Variable  | Beschreibung der Variablen  | Einschluss in das finale Modell  |
|---|---|--|
| Variablen auf der Individualebene                               |   |  |
| Geschlecht  | Geschlecht des Kleinkindes (männlich vs. weiblich)  | nein   |
| Wohnort   | Wohnort des Kleinkindes (neue vs. alte Bundesländer)  | nein (Betrachtung als Proxy für strukturelle Unterschiede)   |
| Variablen auf der Kreisebene                                    |   |  |
| Arbeitslosigkeit [%]  | Anteil der Arbeitslosen an den Einwohnern im erwerbsfähigen Alter   | nein   |
| Langzeitarbeitslose [%]   | Anteil der Arbeitslosen, 1 Jahr und länger arbeitslos, an den Arbeitslosen in %   | nein   |
| Baulandpreise [€/m <sup>2</sup> ]                               | Durchschnittliche Kaufwerte für Bauland in € je m <sup>2</sup>  | nein   |
| Quote männliche/weibliche gering qualifizierte Beschäftigte [%] | männliche/weibliche sozialversicherungspflichtig Beschäftigte mit geringer Qualifikation je 100 männliche/weibliche Einwohner im erwerbsfähigen Alter   | ja, beide  |
| Quote männliche/weibliche hoch qualifizierte Beschäftigte [%]   | männliche/weibliche sozialversicherungspflichtig Beschäftigte mit hoher Qualifikation je 100 männliche/weibliche Einwohner im erwerbsfähigen Alter  | ja, beide  |
| Haushaltsgröße [Anzahl]   | Personen je Haushalt  | nein   |
| Ausländeranteil [%]   | Anteil der Ausländer an den Einwohnern  | nein   |
| (männliche/weibliche) Schulabgänger mit Hochschulreife [%]      | Anteil der Schulabgänger mit Hochschulreife an den Schulabgängern in %<br>Bei Geschlechtstrennung:<br>Anteil der männlichen/weiblichen Schulabgänger mit Hochschulreife an den Schulabgängern mit Hochschulreife in % | Ausschluss auf Grund von Plausibilität: Schulabgänger des Jahres 2009 sind nur zu einem minimalen Anteil Eltern eines im Jahr 2008 geborenen Kindes und werden daher für die Beschreibung eines Kreises nicht berücksichtigt |
| (männliche/weibliche) Schulabgänger mit Hauptschulabschluss [%] | Anteil der Schulabgänger mit Hauptschulabschluss an den Schulabgängern in %<br>Bei Geschlechtstrennung:<br>Anteil der männlichen/weiblichen Schulabgänger mit Hauptschulabschluss an den Hauptschulabgängern in %     | Ausschluss auf Grund von Plausibilität: Schulabgänger des Jahres 2009 sind nur zu einem minimalen Anteil Eltern eines im Jahr 2008 geborenen Kindes und werden daher für die Beschreibung eines Kreises nicht berücksichtigt |
| Haushaltseinkommen [€]  | verfügbares Einkommen der Haushalte in € je Einwohner   | nein   |
| Kinderärzte je 100.000Kinder [Anzahl]                           | Kinderärzte je 100.000 Einwohner unter 15 Jahre   | nein   |

| Variable                             | Beschreibung der Variablen   | Einschluss in das finale Modell                            |
|--------------------------------------|--|--|
| Variablen auf der Individualebene    |  |  |
| Geschlecht                           | Geschlecht des Kleinkindes (männlich vs. weiblich)   | nein   |
| Wohnort                              | Wohnort des Kleinkindes (neue vs. alte Bundesländer)   | nein (Betrachtung als Proxy für strukturelle Unterschiede) |
| Variablen auf der Kreisebene         |  |  |
| Ganztags-Betreuungsquote Kleinkinder | Anteil der Kinder unter drei Jahren in Kindertageseinrichtungen mit einer Betreuungszeit von sieben und mehr Stunden pro Tag an den Kinder der entsprechenden Altersgruppe | ja   |
| SGB II-Quote [%]                     | Anteil der erwerbsfähigen und nicht erwerbsfähigen Personen im SGB II an den unter 65-Jährigen   | ja   |