

13 Auswirkungen der Einführung von Mindestmengen in der Behandlung von sehr untergewichtigen Früh- und Neugeborenen (VLBW)

Eine Simulation mit Echtdate

Günther Heller

Abstract

Vor dem Hintergrund der Einführung von Mindestmengen scheinen Studien, die deren Auswirkungen simulieren, von großer Bedeutung. Ziel dieser Arbeit war es daher, eine Simulationsstudie am Beispiel der Auswirkungen einer Einführung von Mindestmengen in der Behandlung von sehr untergewichtigen Früh- und Neugeborenen (VLBW) durchzuführen. Dazu wurden stationäre AOK-Abrechnungsdaten von insgesamt 12 171 VLW genutzt und Umverteilungseffekte über verschiedene Schwellenwerte analysiert. Die Anzahl der potenziell vermiedenen Todesfälle nahm mit der Höhe der Mindestmenge zu. Darüber hinaus konnte die Zunahme der Entfernungen zur Klinik bei höheren Mindestmengen nachgezeichnet werden. Zusätzlich konnten – orientiert am tatsächlichen Bedarf – Regionen ausgewiesen werden, für die eine flächendeckende Versorgung nach Vereinbarung einer definierten Mindestmenge als gefährdet angesehen werden kann.

In the context of introducing minimum provider volumes, studies simulating their impact seem to be of major importance. Thus, the objective of this study was to simulate the impact of the introduction of minimum provider volumes in the treatment of infants with very low birth weight (VLW). AOK routine hospital data of a total of 12 171 VLW were used to analyse redistributive effects of different thresholds. The number of potentially avoided deaths increased along with the minimum provider volumes. However, travelling distances to the next hospital increase after the implementation of higher minimum provider volumes. Moreover, in some regions the coverage with hospital facilities providing treatment of VLW may be jeopardized.

13.1 Einführung

In der Versorgungsforschung wie auch in aktuellen gesundheitswissenschaftlichen und gesundheitspolitischen Diskussion werden zunehmend wissenschaftlich basierte Analysen und Evaluationen zur Steuerung und Optimierung der medizinischen Versorgung gefordert.

Aktuelle Beispiele für Anwendungsgebiete solcher Analysen sind: Integrierte Versorgungsverträge von Kassen mit spezifischen Leistungserbringern, bzw. generell Pay-for-Performance-Ansätze, prinzipiell auch die Chroniker-Programme, oder planbare stationäre Leistungen und nicht zuletzt die sogenannte Mindestmengenregelung nach § 137 SGB V.

Alle genannten Anwendungsgebiete gehen zumindest in Teilen von einer Verlagerung bestimmter Teile der Versorgung auf spezifische Leistungserbringer aus. Dies geschieht unter der (oft nur impliziten) Vorstellung, dass diese Leistungserbringer die genannten Leistungen besser erbringen können. Gemeint ist, dass sie die Leistungen in besserer Qualität oder bei vergleichbarer Qualität kostengünstiger erbringen können.

Allerdings existieren für Deutschland bislang nur wenige empirische Analysen, welche die Effekte einer Umverteilung von Versorgungsleistungen im Sinne von Simulationsmodellierungen überzeugend illustrieren können.

Ziel dieser Arbeit war es daher, eine solche Simulationsanalyse anhand von Echtdaten für die stationäre Versorgung von Früh- und Neugeborenen mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (VLBW) in Deutschland durchzuführen. Als Kriterium für mögliche Umverteilungen wurde die vorherige klinikspezifische Anzahl der behandelten VLW aus gewählt und deren Konsequenzen in einer Simulationsanalyse untersucht.

Dabei wurde der Zusammenhang zwischen erbrachter Fallzahl und Versorgungsqualität international seit langem untersucht (Obladen 2007). Daher beriet der gemeinsame Bundesausschuss (GBA) auf Antrag der Gesetzlichen Krankenkassen seit 2004 über die Einführung einer Mindestmenge gemäß § 137 SGB V. Als Ergebnis dieser Beratungen wurde am 20.09.2005 eine Vereinbarung über Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Versorgung von Früh- und Neugeborenen veröffentlicht, die strukturelle Voraussetzung zur Behandlung von VLW (und anderen Risikogeburten), aber keine Mindestmenge enthielt.¹ Dies gilt auch für die geänderte Vereinbarung des GBA vom 17.10.2006². Seit dem Frühjahr 2007 wird beim GBA über eine Anpassung dieser Vereinbarung bzw. über die Einführung einer Mindestmenge verhandelt, nachdem mittlerweile auch verschiedene Arbeiten aus Deutschland zu dieser Thematik vorliegen (Bartels et al. 2006; Heller et al. 2007). Eine Auswertung der aktuellen Literatur zum Zusammenhang zwischen Leistungsmenge und Ergebnis bei der Versorgung von Früh- und Neugeborenen mit sehr geringem Geburtsgewicht gibt die vom Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen

1 http://www.g-ba.de/cms/upload/pdf/abs7/beschluesse/2005-09-20-Vereinbarung-Frueh_Neu-BAnz.pdf

2 http://www.g-ba.de/cms/upload/pdf/abs7/beschluesse/2006-10-17-VB-Frueh-Neu_BAnz.pdf, zitiert am 09.12.2006

(IQWiG) im Auftrag des GBA erstellte Studie, deren Abschlussbericht nunmehr vorliegt.³

Allerdings liegen unseres Wissens bislang keine Arbeiten zu dem o. g. Thema vor, welche die Effekte der Einführung einer Mindestmenge auf die Versorgungslandschaft in Deutschland mit Echt Daten simulieren. Dies soll im vorliegenden Artikel anhand der abhängigen Variablen 30-Tage-Sterblichkeit und Entfernung zur Klinik untersucht werden. Dabei sind die zu erwartenden zusätzlichen Distanzen für die Patienten ggf. mit erheblichen zusätzlichen Aufwendungen verbunden und sollten vor strukturbedingten Änderungen evaluiert werden. Umgekehrt ist eine möglichst realitätsnahe, empirisch basierte Simulation der möglichen Veränderungen der Ergebnisqualität unter klar definierten Mindestmengen bei der Vereinbarung einer Mindestmenge von zentralem Interesse. Dennoch existieren für Deutschland – unseres Wissens auch jenseits der Versorgung von VLBWs – nur sehr wenige Analysen dieser Art zu diesem Thema. Dies liegt vermutlich daran, dass entsprechende Datengrundlagen zumeist nicht verfügbar sind.

13.2 Material und Methoden

In die Analyse wurden bundesweite Krankenhausabrechnungsdaten gemäß dem Datenaustauschverfahren nach § 301 SGBV von AOK-Patienten mit einem Aufnahmegewicht von 300–1499 g (VLBWs), einem Alter ≤ 1 Tag und einem Entlassungsdatum im Zeitintervall vom 01.01.2003 bis zum 31.12.2007 eingeschlossen. Lagen mehrere Krankenhausfälle für ein Neugeborenes vor, wurde nur der erste Krankenhausfall verwendet. Totgeborene Kinder wurden ausgeschlossen. Überlebende VLBWs, für die anhand unserer Daten kein 30-Tage-Follow-Up möglich war, wurden nicht berücksichtigt, wie auch Neugeborene mit einer kongenitalen Anomalie als Hauptdiagnose. Insgesamt wurden 1,6% der VLBWs aufgrund dieser Kriterien ausgeschlossen. Nach Anwendung der o. g. Ein- und Ausschlusskriterien für das oben definierte Studienkollektiv standen von insgesamt 93 VLBWs (1,7%) mit Entlassungsdatum in den Jahren 2006/2007 keine verwertbaren Postleitzahlangaben zur Verfügung. Diese VLBWs wurden ebenfalls nicht analysiert.

Als Endpunkt wurde die Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme untersucht. Risikoadjustierte Analysen und die Berechnung von Standardisierten Mortalitäts-Ratios (SMRs) wurden mittels logistischer Regressionen durchgeführt.

Für die weiteren Analysen wurden die Datensätze geteilt. Die Jahrgänge 2003 bis 2005 wurden genutzt, um Zählungen der behandelten AOK-Patienten durchzuführen.⁴ Diese Fallzahl diente als Kriterium für eine Klinikselektion bzw. Umverteilung von VLBWs in den Jahren 2006 bis 2007. Orientiert an Dezilen (10. Per-

³ <http://www.iqwig.de>

⁴ Dies ist deswegen nötig, weil eine Mindestmenge in der Realität prospektiv umgesetzt werden muss. Die erbrachte Fallzahl einer Klinik im Jahr x kann nur für eine Mindestmengenregelung im Jahr $x+1$ angewendet werden (vgl. Rogowski 2004; Heller 2008).

zentil bis 90. Perzentil)⁵ wurden Modelle für insgesamt zehn Schwellenwerte simuliert und deren Effekt berechnet.

Dabei wurden unterschiedliche abhängige Variablen untersucht:

1. Die Veränderung der risikoadjustierten 30-Tage-Mortalität nach simulierter Umverteilung in eine Klinik, die das jeweilige Umverteilungskriterium erfüllte. Hierzu wurde eine logistische Regression mit der abhängigen Variable 30-Tage-Sterblichkeit und mit den in einer Vorstudie ermittelten Prädiktorvariablen⁶ für VLBWs aus den Kliniken, die in den Jahren 2006/2007 nicht von der Umverteilung betroffen waren, berechnet. Mit Hilfe dieser logistischen Regression wurden für die umzuverteilenden VLBWs erwartete Todesfälle pro Klinik berechnet (E) und mit den beobachteten Todesfällen (O) in dieser Klinik in Beziehung gesetzt. Das so erhaltene Standardisierte Mortalitätsratio ($SMR = O/E$) wurde als Maß für risikoadjustierte klinikspezifische Sterblichkeiten verwendet. Als Ergebnis erhält man ein Maß, das die Übersterblichkeit oder Untersterblichkeit durch eine nicht erfolgte Umverteilung angibt. Dabei werden im Ergebnisteil nicht nur SMRs, sondern auch Differenzen zwischen beobachteten und erwarteten Todesfällen als sogenannte potenziell vermeidbare Todesfälle ausgewiesen. Konfidenzintervalle für diese Maßzahlen wurden nach Hosmer und Lemeshow (1995) berechnet. Der Einfachheit halber wurden die potenziell vermeidbaren Todesfälle ebenfalls auf die in Deutschland geborenen VLBWs im Jahr 2005 hochgerechnet und gerundet auf ganze Zahlen angegeben.
2. Veränderungen der Entfernungen nach simulierter Umverteilung zur nächsten Klinik, die das jeweilige Umverteilungskriterium erfüllte. Dazu wurde zunächst der Wohnort der umzuverteilenden VLBWs anhand der 5-stelligen Postleitzahl geschätzt und die Luftlinien-Entfernung zur aktuell behandelnden Klinik vor der Umverteilung über Luftlinie berechnet (ursprüngliche Entfernung). Nachdem festgestellt wurde, dass so mitunter recht weite und nur zum Teil glaubhafte Entfernungen resultieren, wurde darüber hinaus die Entfernung zur nächstmöglichen Klinik ermittelt (kürzeste Entfernung). Anschließend wurde die Entfernung zur nächsten Klinik, die das Selektionskriterium erfüllte, ermittelt (Entfernung nach Umverteilung). So kann der zusätzliche umverteilungsbedingte Aufwand schließlich durch zwei Differenzen beschrieben werden:

Differenz U = Entfernung nach Umverteilung – ursprüngliche Entfernung

Differenz K = Entfernung nach Umverteilung – kürzeste Entfernung

⁵ Basis der Perzentilberechnung waren die VLBWs, nicht die Kliniken.

⁶ In einer vorherigen Studie waren die folgenden Variablen als relevante Einflussvariablen bei der Vorhersage des 30-Tage-Überlebens ermittelt worden (Heller 2008): Entlassungsjahr (in Dummy-Kodierung), Geschlecht, Aufnahmezeitpunkt (in 100g-Intervallen, Dummy-Kodierung), Mehrling, Oligohydramnion, Intrauterine Hypoxie, Hypoxie unter der Geburt, für das Gestationsalter zu schwere Neugeborene, für das Gestationsalter zu leichte Neugeborene, für das Gestationsalter zu kleine Neugeborene, Intrauterine Mangelernährung nicht näher bezeichnet. Dabei hatte sich insgesamt ein guter Modellfit (Hosmer-Lemeshow-Test; $\chi^2(8) = 8,0$, $\text{Prob} > \chi^2 = 0,43$) und eine ebenfalls sehr gute Diskriminationsfähigkeit des Modells (Fläche und der ROC-Kurve = 0,84) gezeigt (Heller 2008).

Dabei wurde der Standort der VLBWs, der Standort der Kliniken wie auch die Entfernungen zwischen den Standorten in gleicher Weise wie in dem Beitrag von Friedrich und Beivers⁷ in diesem Krankenhaus-Report bestimmt. Um eine Schätzung der Entfernungsverteilungen für alle VLBWs in Deutschland zu erhalten, wurden Kern-Dichte-Schätzungen durchgeführt und graphisch dargestellt.⁸

13.3 Ergebnisse

Tabelle 13–1 zeigt verschiedene Charakteristika der Gesamtstudienpopulation 2003 bis 2007. Insgesamt sind 12 171 VLBWs aus insgesamt 378 Kliniken enthalten. Das durchschnittliche Aufnahmegewicht betrug 1 075 Gramm. In 19,5% der Fälle war eine intrauterine Mangelentwicklung und fetale Mangelernährung dokumentiert. 21,2% der VLBWs waren Mehrlingsgeburten. Die 30-Tage-Sterblichkeit betrug 10,6%. 2006 bis 2007 wurden insgesamt 5 223 VLBWs aus insgesamt 315 Kliniken behandelt. Zusätzlich zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen dem Gesamtkollektiv und dem im Detail analysierten Kollektiv 2006 bis 2007.

Im Anschluss wurde der Datensatz aufgeteilt:

VLBWs mit einem Entlassungsdatum von 01.01.2003 bis 31.12.2005 wurden genutzt, um klinikspezifische Fallzählungen (Anzahl AOK-VLBWs 2003-2005) durchzuführen⁹. Diese klinikspezifischen Informationen wurden anschließend genutzt, um Kliniken zu identifizieren, die – eine entsprechende fiktive Regelung vorausgesetzt – in den Jahren 2006 bis 2007 nicht mehr regelhaft an der Versorgung von VLBWs teilnahmen. Die dort behandelten VLBWs werden gemäß unserem Modell umverteilt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass nicht alle VLBWs vorgeburtlich (genauer: vor Klinikaufnahme des Neugeborenen) umverteilt werden können, da mit einem gewissen Prozentsatz von Notfällen zu rechnen ist. Daher wurde jeweils eine 90%-Stichprobe aus den umzuverteilenden VLBWs gezogen und nur diese Kinder umverteilt.

Tabelle 13–2 zeigt zunächst die Schwellenwerte für eine (simulierte) fallzahlbasierte Umverteilung (Spalte 2). Darüber hinaus ist die Anzahl der umverteilten AOK-versicherten VLBWs wie auch die Anzahl der verstorbenen Kinder unter diesen umverteilten AOK-versicherten VLBWs ausgewiesen. Schließlich ist angegeben, wie viele Kliniken von einer Umverteilung betroffen sind. Die Anzahl der Kliniken, in die umverteilt wird, ergibt sich im Wesentlichen¹⁰ als Differenz aus der

7 Siehe Kapitel 12 in diesem Band.

8 Zur Theorie und Anwendung von Kerndichteschätzern und deren graphischer Darstellung vgl. 6. Schnell R. Graphische gestützte Datenanalyse. München: Oldenbourg 1994.

9 Zur besseren Verwendung in einem Kontext, der nicht nur AOK-Versicherte VLBWs betrifft, wurden diese Angaben auf alle in Deutschland geborenen VLBWs im Jahr 2005 hochgerechnet.

10 Durch die Stichprobenziehung kann es sein, dass einzelne wenige Kliniken, obwohl sie unterhalb der definierten Mindestmenge liegen, keine Fälle umverteilen müssen. In diese Kliniken werden aber keine Fälle umverteilt.

Tabelle 13–1

Charakteristika des Studienkollektivs

	Insgesamt		2006–2007	
	Anzahl	in %	Anzahl	in %
Anzahl VLBWs ¹⁾	12 171		5 223	
Anzahl Kliniken	378		315	
Aufnahmegewicht (Gramm)*	1 075		1 075	
Quartilsgrenzen**	830/1120/1350		820/1 130/1 350	
Männliche VLBWs	6 178	50,8	2 688	51,5
Mehrling	2 576	21,2	1 148	22,0
Oligohydramnion	203	1,7	93	1,8
Intrauterine Hypoxie	319	2,6	137	2,6
Hypoxie unter der Geburt	1 294	10,6	644	12,3
Intrauterine Mangelentwicklung und fetale Mangelernährung	2 368	19,5	993	19,0
Für Gestationsalter zu schwer	24	0,2	11	0,2
30-Tage-Sterblichkeit	1 291	10,6	573	11,0
Durchschnittliche Anzahl VLBWs/Klinik***	56			
Quartilsgrenzen **	30/52/79			

¹⁾ AOK-Krankenhauspatienten, Alter \leq 1 Tag, 300–1 499 g Aufnahmegewicht, Entlassungsdatum 1.1.2003–31.12.2007, ohne VLBWs mit Q-Hauptdiagnose, Totgeborene, ohne VLBWs mit unvollständigem 30-Tage-Follow-Up

* Mittelwert; ** Grenzen zwischen 1./2., 2./3. und 3./4. Quartil

*** Berechnet auf Basis der AOK-VLBWs 2003–2005, hochgerechnet auf alle in Deutschland geborenen VLBWs im Jahr 2005

Krankenhaus-Report 2008/2009

WIdO

Gesamtzahl der insgesamt 315 Kliniken (vgl. Tabelle 13–1), die in den Jahren 2006 und 2007 AOK-versicherte VLBWs behandelten.

In Tabelle 13–3 sind Schätzungen der Übersterblichkeit von VLBWs 2006 und 2007 durch nicht erfolgte Umverteilung für verschiedene Schwellenwerte dargestellt. Beispielsweise zeigt das Standardisierte Mortalitäts-Ratio von 1.44 bei einer Mindestmenge von 31 VLBWs (30. Perzentil) an, dass die risikoadjustierte Sterblichkeit der (simuliert) umverteilten VLBWs durch die tatsächlich nicht erfolgte Umverteilung um 44% erhöht war. Dabei zeigen sich Standardisierte Mortalitäts-Ratios (SMRs) von minimal 1,24 (für einen Schwellenwert auf dem 8. Perzentil und einer konsekutiven Mindestmenge von 11 VLBWs/Jahr) bis maximal 1.85 (für einen Schwellenwert auf dem 90. Perzentil und einer Mindestmenge von 89 VLBWs/Jahr). Wird ein Schwellenwert zwischen dem 10. und 60. Perzentil verwendet, ergibt sich ein SMR von ca. 1.4, darüber zeigen sich nochmals höhere SMRs. Mit zunehmenden Schwellenwert finden sich – erwartungsgemäß – nicht immer größere SMRs.

Aus Public-Health-Perspektive und Versorgungssteuerung interessanter ist aber eine Betrachtung von Risikodifferenzen, bzw. von potenziell vermeidbaren Todes-

Tabelle 13–2

Charakteristika der Umverteilung für unterschiedliche Schwellenwerte, AOK-VLBWs 2006–2007

Perzentil des gewählten Schwellenwerts	Mindestmenge*	Anzahl umverteilte Kinder**	Verstorbene Kinder unter den umverteilten Kindern**	Anzahl Kliniken, aus denen Kinder umverteilt wurden
8	11	380	44	119
10	15	497	67	134
20	23	941	114	170
30	31	1 410	181	203
40	37	1 880	213	222
50	49	2 351	275	248
60	57	2 821	335	264
70	66	3 290	395	278
80	76	3 760	438	290
90	89	4 231	472	304

* Fallzahl berechnet aus klinikspezifischer Fallzahl 2003–2005. Genannt ist die Fallzahl, die zu keiner Umverteilung führen würde, hochgerechnet auf alle 2005 geborenen VLBWs

** Hier werden nicht hochgerechnete AOK-versicherte AOK-VLBWs ausgewiesen. Umverteilt wurde eine 90% Stichprobe des jeweiligen Perzentils (vgl. Text)

Krankenhaus-Report 2008/2009

WlD0

Tabelle 13–3

Schätzung der Übersterblichkeit von VLBWs 2006–2007 durch nicht erfolgte Umverteilung

Perzentil des gewählten Schwellenwerts	Mindestmenge*	Standardisierte Mortalitäts-Ratio (95 % Konfidenzintervall)	Potenziell vermeidbare Todesfälle (95 % Konfidenzintervall)**
8	11	1,24 (1,00 – 1,49)	14 (0 – 28)
10	15	1,43 (1,20 – 1,65)	33 (16 – 50)
20	23	1,41 (1,23 – 1,59)	54 (31 – 77)
30	31	1,44 (1,30 – 1,58)	91 (62 – 119)
40	37	1,28 (1,15 – 1,40)	75 (42 – 109)
50	49	1,33 (1,22 – 1,44)	110 (72 – 149)
60	57	1,42 (1,32 – 1,53)	161 (122 – 202)
70	66	1,60 (1,50 – 1,71)	242 (200 – 283)
80	76	1,57 (1,47 – 1,67)	260 (215 – 303)
90	89	1,85 (1,73 – 1,95)	349 (305 – 393)

* Fallzahl berechnet aus klinikspezifischer Fallzahl 2003–2005. Genannt ist die Fallzahl, die zu keiner Umverteilung führen würde (Mindestmenge)

** Hochgerechnet auf alle 2005 geborenen VLBWs

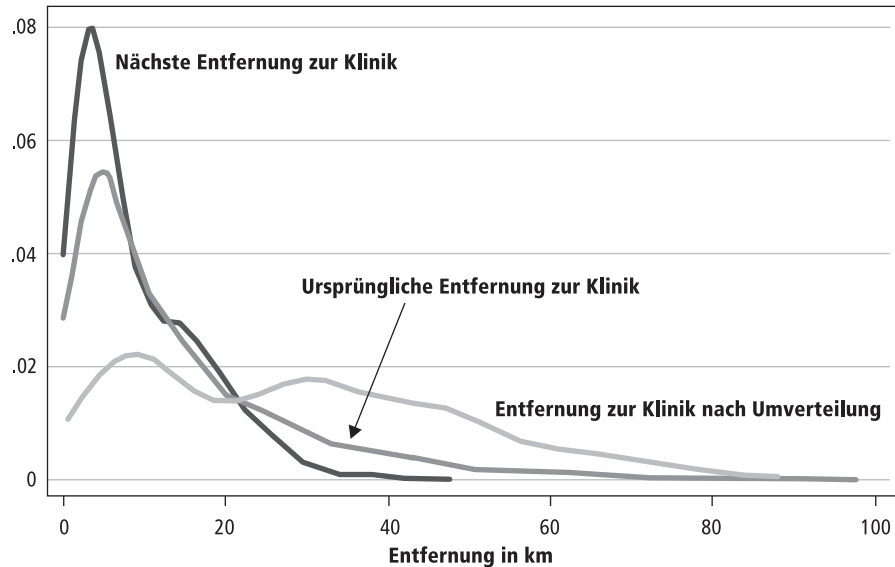
Datengrundlage: AOK-Versicherte VLBWs mit Entlassungsdatum 2006–2007

Krankenhaus-Report 2008/2009

WlD0

Abbildung 13–1

Kerndichteschätzer der Entfernungen zwischen Wohnort und Klinik für AOK-versicherte VLBWs 2006/2007, die bei (fiktiv) vereinbarter Mindestmenge von 31 VLBWs/Jahr umverteilt würden



fällen durch eine Umverteilung. Bei einem Schwellenwert auf dem 8. Perzentil oder einer vereinbarten Mindestmenge von 11 VLBWs/Jahr wären demnach 14 Todesfälle/Jahr in Deutschland potenziell vermeidbar. Dabei zeigen sich umso mehr potenziell vermeidbare Todesfälle, desto höher die verwendeten Schwellenwerte sind bzw. desto mehr Kinder umverteilt werden. Beispielsweise wären bei einem Schwellenwert auf dem 50. Perzentil oder einer Mindestmenge von 49 VLBWs/Jahr 110 vermiedene Todesfälle durch Umverteilung zu erwarten. Würden 90% der VLBWs umverteilt (Mindestmenge = 89), erhöht sich diese Zahl bis auf 349 potenziell vermeidbare Todesfälle/Jahr.

In Abbildung 13–1 sind Kerndichteschätzungen von Verteilungen (a) der ursprünglichen Entfernung zur versorgenden Klinik, (b) der kürzesten Entfernung zu einer Klinik, die in den Jahren 2006/2007 VLBWs versorgt hat, sowie (c) der Entfernung zur nächsten Klinik nach simulierter Umverteilung bei einem Schwellenwert auf dem 30. Perzentil oder einer Mindestmenge von 31 dargestellt. Wichtig ist anzumerken, dass die Basis der Verteilungsschätzungen sich nur auf die Subgruppe der umzuverteilenden VLBWs bezieht. Es ist zu erkennen, dass die Entfernung zur nächsten Klinik erheblich geringer ist als die zur ursprünglichen Klinik (vor Umverteilung). Die Häufigkeitsgipfel beider Verteilungen liegen dabei deutlich unter 10 km. Nach Umverteilung ist der Häufigkeitsgipfel merklich nach rechts in Richtung höhere Entfernung verschoben und gleichzeitig erheblich geringer ausgeprägt. Konsekutiv ist die rechte Seite der Verteilung vermehrt vertreten. Dies entspricht

Tabelle 13-4
Entfernung der VLBWs zu Kliniken, AOK-versicherte VLBWs 2006/2007

Perzentil	ursprüngliche Entfernung	kürzeste Entfernung	Entfernung nach Umverteilung	Differenz _u	Differenz _k **
Mittelwert (Interquartilsgrenzen)					
8	17,2 (3,9 – 8,5 – 17,3)	8,5 (2,8 – 6,0 – 12,5)	21,5 (9,5 – 20,6 – 31,9)	4,3 (0,1 – 6,8 – 19,7)	13,0 (2,8 – 8,9 – 21,0)
10	18,8 (4,1 – 9,0 – 18,5)	9,1 (3,4 – 6,6 – 13,7)	20,6 (9,0 – 18,7 – 30,1)	1,8 (0 – 3,5 – 15,5)	11,5 (1,1 – 6,9 – 17,8)
20	18,3 (4,1 – 8,9 – 19,1)	9,0 (3,1 – 6,4 – 13,7)	26,9 (11,1 – 25,9 – 38,0)	8,6 (1,3 – 9,4 – 25,7)	17,9 (4,5 – 13,4 – 28,3)
30	20,5 (4,5 – 9,9 – 21,4)	9,4 (3,4 – 6,8 – 14,0)	29,5 (11,3 – 27,8 – 43,4)	8,9 (1,0 – 9,5 – 26,5)	20,1 (4,6 – 14,5 – 31,4)
40	19,9 (4,5 – 10,5 – 22,2)	9,3 (3,2 – 6,8 – 13,9)	32,4 (13,3 – 30,8 – 47,5)	12,4 (1,8 – 11,7 – 30,6)	23,1 (5,7 – 19,2 – 35,6)
50	20,6 (4,6 – 10,4 – 22,7)	9,5 (3,1 – 6,8 – 14,5)	36,1 (14,0 – 32,0 – 52,3)	15,5 (2,4 – 12,8 – 33,9)	26,6 (7,0 – 20,4 – 40,9)
60	21,7 (4,6 – 11,1 – 24,7)	9,8 (3,1 – 6,8 – 15,2)	43,7 (17,0 – 36,6 – 59,5)	22,1 (4,1 – 17,8 – 41,1)	34,0 (9,5 – 25,5 – 49,5)
70	21,7 (4,7 – 11,3 – 24,6)	9,8 (3,2 – 7,0 – 15,0)	50,7 (20,9 – 42,9 – 72,9)	28,9 (6,7 – 24,7 – 52,9)	40,8 (12,2 – 32,6 – 59,9)
80	21,9 (4,7 – 11,5 – 25,0)	9,9 (3,3 – 7,1 – 15,3)	58,4 (27,2 – 51,2 – 83,5)	36,6 (9,9 – 32,4 – 63,5)	48,4 (17,7 – 40,5 – 70,8)
90	21,8 (4,8 – 11,6 – 24,9)	9,7 (3,3 – 6,9 – 14,9)	89,7 (53,1 – 82,2 – 128,1)	67,9 (33,1 – 64,1 – 108,1)	80,0 (42,9 – 72,7 – 115,7)

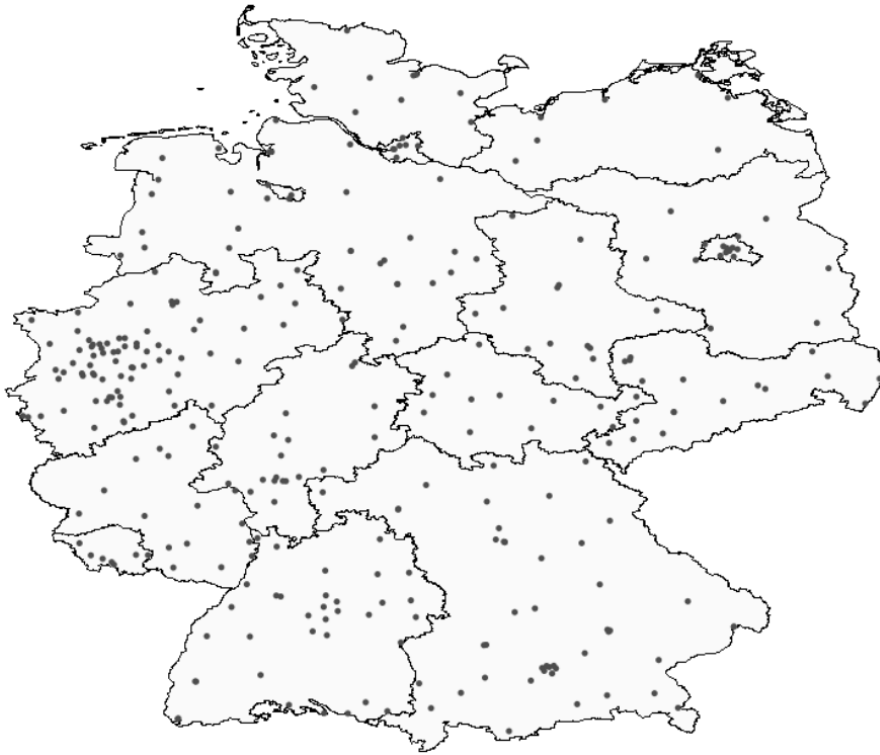
* Entfernung nach Umverteilung – ursprüngliche Entfernung

** Entfernung nach Umverteilung – kürzeste Entfernung

Krankenhaus-Report 2008/2009

WIdO

Abbildung 13-2

Standorte der Kliniken, die 2006/2007 AOK-versicherte VLBWs versorgt haben

13

Krankenhaus-Report 2008/2009

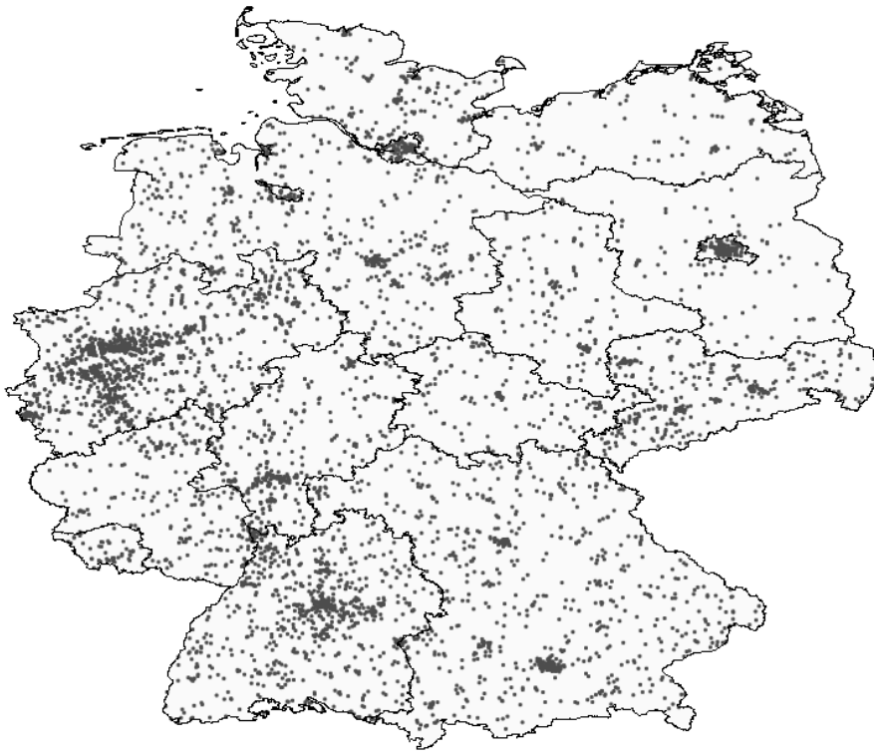
WIdO

dem Ergebnis, dass nach Umverteilung für nennenswerte Anteile der VLBWs größere Distanzen zu einer versorgenden Klinik in Kauf genommen werden müssen.

Tabelle 13-4 zeigt die Konsequenzen einer Umverteilung mit Blick auf die Entfernung zur Klinik für alle analysierten Schwellenwerte. Basis der Berechnungen sind wiederum allein diejenigen VLBWs, für die eine Umverteilung simuliert wird. Um auch hier einen Anhaltspunkt über die Verteilungsform zu liefern, werden neben den Mittelwerten in Klammern die Interquartilsgrenzen angegeben. In Spalte 2 und 3 sind die ursprünglichen Entfernungen und die kürzesten Entfernungen zur Klinik ausgewiesen. Dabei zeigt sich insgesamt erwartungsgemäß nur eine geringfügige Zunahme der ursprünglichen Entfernungen mit zunehmenden fallzahlbasierten Schwellenwerten.¹¹ Die ursprüngliche Entfernung liegt im Mittel bei ca. 20 km,

11 Eine Zunahme ist dabei grundsätzlich zu erwarten, weil angenommen werden kann, dass die in Kauf genommenen Entfernungen zu größeren Kliniken im Durchschnitt höher sind als zu kleineren Kliniken: Größere Kliniken behandeln im Durchschnitt bekannte problematische Fälle, die ggf. über weitere Distanzen in diese Klinik geleitet werden. Ähnliches zeigt sich im Übrigen auch im Bereich der Versorgung mit Hüft-TEPs bei Friedrich und Beivers (2009).

Abbildung 13-3

Wohnorte von AOK-versicherten VLBWs mit Entlassungsdatum in 2006/2007

die kürzeste Entfernung zu einer Klinik, die in den Jahren 2006 und 2007 AOK-VLBWs versorgt hat, liegt deutlich niedriger bei etwa 9–10 km. Die Entfernung nach Umverteilung steigt von durchschnittlich 21,5 km (8. Perzentil) auf 89,7 km (90. Perzentil).

In Abbildung 13-2 sind die Wohnorte für alle AOK-versicherten eingeschlossenen VLBWs der Jahre 2006/2007 auf einer Deutschlandkarte abgebildet. Dabei sind die erwarteten regionalen Häufungen in den bekannten Ballungszentren wie auch nur vereinzelte VLBWs in dünn besiedelten Regionen zu erkennen. Dem sind die in der Abbildung 13-3 verzeichneten Standorte aller Kliniken, die in den Jahren 2006 und 2007 o. g. VLBWs behandelt hatten, gegenübergestellt.

Um gegebenenfalls auftretende Problemregionen nach der Einführung einer Mindestmenge besser identifizieren zu können, sind in Abbildung 13-4 die Wohnorte derjenigen VLBWs 2006/2007 verzeichnet, die nach einer simulierten Einführung einer Mindestmenge von 31 VLBWs pro Jahr mehr als 50 Kilometern von einer Klinik entfernt wohnten, die das Mindestmengenkriterium erfüllte. Würde also eine Mindestmenge von 31 VLBWs vereinbart und gleichzeitig eine Entfernung von 50 und mehr Kilometern als eine für eine flächendeckende Versorgung proble-

Abbildung 13-4

Wohnorte von AOK-versicherten VLBWs mit Entlassungsdatum in 2006/2007 und einer Entfernung von mehr als 50 Kilometern zu einer Klinik mit mindestens 34 VLBWs/Jahr*



13

Krankenhaus-Report 2008/2009

WIdO

matistische Entfernung eingestuft, so wären entsprechende Problemregionen in dieser Abbildung zu erkennen, indem sich dort entsprechende Häufungen von VLBWs zeigen.

13.4 Diskussion

Die hier vorgestellte Analyse wurde am Beispiel der Versorgung von VLBWs durchgeführt. Dabei wurde mit Rückgriff auf Echtdateen simuliert, welche Effekte nach die Vereinbarung unterschiedlicher Mindestmengen für die Versorgung von VLBWs in Deutschland erwartet werden können. Orientiert an Dezentilen wurden Simulationsanalysen für zehn Schwellenwerte bzw. Mindestmengen auf der Basis von Echtdateen durchgeführt. Für jeden dieser Schwellenwerte wurde berechnet, welche Änderungen der Sterblichkeit in dem umverteilten Kollektiv zu erwarten sind. Zusätzlich wurde analysiert, welche Entfernungen zur aktuellen Klinik vor

Umverteilung vorlagen und wie sich diese durch eine Umverteilung veränderten. Unseres Wissens ist dies – zumindest für die Versorgung von VLBWs – die erste Studie, welche sowohl die Veränderung der Ergebnisqualität als auch Aufwendungen für Patienten im Sinne von zunehmenden Distanzen zur Klinik aufweist und zusätzlich Problemregionen der Versorgung im Sinne einer zu großen Entfernung zur nächsten Klinik nach Einführung einer Mindestmenge identifiziert. Dabei könnte dieses Verfahren für eine Versorgungsplanung mit dem Ziel der Sicherstellung einer flächendeckenden Versorgung von großem Nutzen sein. Dies ist insbesondere auch deswegen von Bedeutung, weil befürchtet werden muss, dass aktuelle regionale Versorgungsplanungen auf Länderebene stattfinden und mitunter nur unzureichende Informationen über die Versorgung und Versorgungsengpässe in benachbarten Regionen zur Verfügung stehen. So zeigt die vorgelegte Analyse einige Problemregionen in Grenzbereichen zwischen verschiedenen Bundesländern wie auch entlang verschiedener Bundesgrenzen auf.

Eine naheliegende Anwendungsmöglichkeit dieser Analysen sind die aktuell laufenden Beratungen zur Einführung einer Mindestmenge in der Versorgung von VLBWs beim GBA. Ein Ziel dieser Beratungen dürfte unter anderem sein, die geschätzten Aufwendungen einer Mindestmengenvereinbarung im Sinne von zusätzlichen Distanzen gegenüber den Vorteilen einer solchen Vereinbarung im Sinne einer zu erwartenden verbesserten Ergebnisqualität zu bewerten und ins Verhältnis zu setzen, um so zu einer für die deutschen Gegebenheiten optimalen Mindestmenge zu gelangen.

Dabei scheint die hier vorgestellte Ermittlung eines optimalen Schwellenwertes, die sich allein an Änderungen von Qualitätskriterien orientiert, schon deswegen überlegen, weil erwartet werden kann, dass so gefundene Mindestmengen an der Realität einer flächendeckenden Versorgung nicht komplett vorbeigehen.

Die vorgelegten Analysen haben die risikoadjustierte Mortalität als Endpunkt der Ergebnisqualität untersucht. Ohne Probleme können vergleichbare Analysen für andere Endpunkte wie z.B. ökonomische Endpunkte oder auch für andere Leistungsbereiche durchgeführt werden. In diesem Sinne ist zu erwarten, dass die vorgelegte Analyse oder vergleichbare Analysen, welche die vor- und Nachteile von geänderten Versorgungsstrukturen prognostizieren, vor dem Hintergrund der Umsetzung von gesetzlichen Mindestmengenregelungen eine größere allgemeine Bedeutung gewinnen.

Gleichzeitig ist der vorgestellte Ansatz in keinster Weise auf Analysen der Vereinbarung von Mindestmengen beschränkt. Ebenso gut könnten andere Umverteilungskriterien wie vorherige klinikspezifische risikoadjustierte Mortalität¹² (Rogowski et al. 2004) oder Strukturkriterien von Leistungserbringern (z.B. Perinatalzentren gegen andere Kliniken), aber auch auf individueller Ebene verankerte Kriterien (z.B. Patienten mit spezifischer Therapie vs. Patienten ohne diese Therapie) untersucht werden, solange diese Kriterien in Daten identifizierbar sind.

12 Dabei hatten wir unlängst gezeigt, dass eine Vereinbarung, die sich an vorherigen klinikspezifischen Sterblichkeiten orientiert, für deutsche Verhältnisse keine bessere Ergebnisqualität erwarten lässt als eine Steuerung anhand von vorherigen klinikspezifischen Fallzahlen (Heller 2008).

Der vorgestellte analytische Ansatz stellt demnach ein flexibles Instrumentarium dar, das an unterschiedlichsten Stellen zum Zwecke der Evaluation, Versorgungssteuerung, und -planung eingesetzt werden kann und dies im Sinne einer empirisch basierten rationalen Versorgungsplanung auch zunehmend sollte.

Vor dem Hintergrund der potenziellen unmittelbaren Bedeutung der Ergebnisse für die Beratungen beim GBA scheint es jedoch notwendig, die Einschränkungen der vorgelegten Studie im Detail kritisch zu diskutieren.

Nur AOK-Versicherte

Die durchgeführte Analyse wurde ausschließlich mit AOK-versicherten VLBWs durchgeführt. Dadurch mögen die Fallzahlen einzelner Kliniken zufallsbedingt oder auch durch regionalspezifisch unterschiedliche AOK-Anteile abweichend von der tatsächlich erbrachten Fallzahl eingestuft worden sein. Die Verwendung von Krankenhausabrechnungsdaten – wenn auch nur zur Fallzahlbestimmung – würde dabei eine erheblich präzisere Ermittlung von tatsächlichen Schwellenwerten ermöglichen. Auch wenn dies für die Schätzung einer bundesweiten Volume-Outcome-Analyse sicher keine nennenswerte Rolle spielen wird¹³, ist dies für eine regionale Versorgungsplanung ggf. zu berücksichtigen. Bei entsprechender Fragestellung und entsprechende Datengrundlagen vorausgesetzt spricht allerdings wenig dagegen, vergleichbare Analysen unter Berücksichtigung von Patienten durchzuführen, die nicht bei der AOK versichert sind. Dabei würde die Verwendung von allen behandelten VLBWs auch zu einer höheren Präzision der Ergebnisse führen. Umgekehrt sind, z. B. im Kontext des selektiven Kontrahierens, zahlreiche Anwendungen denkbar, in denen gerade spezifische Effekte und Ergebnisse von Versicherten einer Kasse von besonderem Interesse sind.

13

Regionale Zuordnung und Berechnung von Entfernungen

Der Standort der VLBWs, der Standort der Kliniken, wie auch die Entfernungen zwischen den Standorten werden analog zum Beitrag von Friedrich und Beivers in diesem Krankenhaus-Report bestimmt Friedrich and Beivers 2009¹⁴. Der Wohnort der VLBWs, genauer der Wohnort der zugehörigen Mutter, wurde über die 5-stellige Postleitzahl geschätzt. Dabei wurde jedem VLBW zufällig ein definierter Wohnort innerhalb der Region des Postleitzahlbereichs zugewiesen. Bei diesem Vorgehen ist zu konstatieren, dass innerhalb von Postleitzahlbereichen die Verteilung der Wohnorte sicher nicht zufällig ist, sondern mitunter deutliche regionale Klumpungen zu erwarten sind. Insofern mag das gewählte Verfahren, wenn die betrachtete Klinik und der Wohnort innerhalb des gleichen Postleitzahlbereichs oder konsekutiv im unteren Bereich der Entfernungsverteilung liegen, die tatsächliche Distanz eher überschätzen. Für Postleitzahlbereiche übergreifende Distanzen oder für weitere Distanzen, die für

13 In der Vergangenheit wurden von uns verschiedene unterschiedliche Volume-Outcome-Analysen zum Thema durchgeführt. Die Art der Operationalisierung des Volumens stellte dabei keinen wesentlichen Einflussfaktor dar. Beispielsweise lassen sich ähnliche Volume-Outcome-Effekte auch zeigen, wenn die Fallzahlen einer Survey-Erhebung der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin et al. (2001), welche die behandelte Fallzahl aus dem Jahr 1999/2000 abfragte, als Behandlungsvolumen eingesetzt wurde (Ergebnis nicht dargestellt).

14 Siehe Kapitel 12 in diesem Band.

die Analysen der flächendeckenden Versorgung von besonderem Interesse sind, sollte dieser Effekt in der Summe dagegen nur wenig ausgeprägt sein.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass der angegebene Hauptwohnsitz sich nicht in jedem Fall mit dem Lebensmittelpunkt zum Zeitpunkt der Geburt deckt. So könnte sich die Mutter zum Zeitpunkt der Geburt an einem anderem Ort, etwa dem Zweitwohnsitz aufhalten. Unter der plausiblen Annahme, dass dieser Fall häufiger auftritt als eine Unterschätzung der tatsächlichen Entfernung, ist insgesamt von einer Überschätzung der tatsächlichen Distanzen zur Klinik auszugehen. Um die Stärke dieses potenziellen Fehlers einschätzen zu können, wurde darüber hinaus die Entfernung zur nächsten Klinik (vor Umverteilung) berechnet und in den Analysen für verschiedenen Schwellenwerte ausgewiesen.

Schließlich wurden die Entfernungen in Luftlinie angegeben. Eine Berücksichtigung von ggf. abweichend langen Verkehrswegen und unterschiedlich langen Fahrtzeiten gemäß einer unterschiedlichen Verkehrsdichte zu verschiedenen Zeiten in den unterschiedlichen Regionen konnte nicht durchgeführt werden. Gemäß den Ergebnissen eines vom Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) durchgeführten Methodentests sind die Luftliniendistanzen jedoch gut geeignet, die PKW-Distanz zu approximieren (IQWiG 2006).

Insofern kann festgehalten werden: Die hier vorgelegte räumliche Analyse beruht auf einigen Approximationen und führt insgesamt tendenziell mutmaßlich zu einer Überschätzung der tatsächlichen Distanzen. Für die intendierte Analyse der flächendeckenden Versorgung scheinen die Verzerrungen allerdings nur wenig ausgeprägt zu sein, zumal zusätzliche Analysen zur Distanz zur nächsten Klinik vor Umverteilung im Sinne einer Sensitivitätsanalyse verstanden und eingesetzt werden können.

Statistische Berechnungen

Wie im Methodenteil angemerkt, wurde die Berechnung der Konfidenzintervalle für SMRs und für potenziell vermeidbare Todesfälle anhand nach Hosmer und Lemeshow (1995; Hosmer, et al. 1997) durchgeführt. Dabei findet eine approximative Formel Anwendung, deren Varianzschätzung sich allein auf die aktuell analysierte Gruppe von VLBWs (hier zur Umverteilung vorgesehene VLBWs) bezieht. Allerdings nutzt die eigentliche Schätzung der Koeffizienten der logistischen Regression nur den VLBWs aus den Kliniken, in die umverteilt wird. Dabei kann kritisch angemerkt werden, dass diese Gruppe mitunter vergleichsweise klein ist und dies nicht in die Varianzschätzung der SMRs oder potenziell vermeidbaren Todesfälle mit einfließt. In der Konsequenz sind die Varianzschätzer und folglich auch die Breite der Konfidenzintervalle für die SMRs bzw. die potenziell vermeidbaren Todesfälle für die höheren Schwellenwerte mutmaßlich unterschätzt. Ziel dieser Arbeit war es jedoch, weder die Berechnung eines neuen Varianzschätzers für SMRs oder daraus abgeleiteten Maßen zu entwickeln noch die Frage zu beantworten, ob der Zusammenhang zwischen Fallzahl und risikoadjustierter Mortalität in Deutschland „signifikant“ ist. Diese Thematik wurde bereits in früheren Arbeiten mit anderer Methodik bearbeitet (Bartels et al. 2006; Heller et al. 2007; Heller 2008). Die berechneten Konfidenzintervalle werden daher im Ergebnisteil ausgewiesen aber nicht interpretiert. Sie dienen lediglich einer informellen Einschätzung der Variation der erhaltenen Punktschätzer.

Die hier durchgeführten Analysen basieren auf konventionellen logistischen Regressionen ohne Verwendung von Mehrebenenanalysen. Dies könnte zunächst als

Nachteil aufgefasst werden (Goldstein 1995; Iezzoni 2003). Allerdings zeigten vorherige Analysen dieses Datensatzes (Heller 2008), wie auch Analysen der Vermont-Oxford-Neonatal-Database (Rogowski et al. 2004) ähnliche Ergebnisse der Volume-Outcome-Analysen bei VLBWs, wenn konventionelle logistische Regressionen mit verschiedenen Ansätzen der Mehrebenenanalyse verglichen wurden. Auf die Durchführung von Mehrebenenanalysen wurde daher an dieser Stelle verzichtet.

Grundannahmen der Analyse

Die durchgeführte Analyse basiert auf der Annahme, dass sich die Qualität der Versorgung nicht durch zusätzliche Transportwege verändert. Dies wäre zunächst auch nur bei Notfällen zu erwarten, die vorgeburtlich nicht umverteilt werden können. Dies wurde in der vorliegenden Analyse berücksichtigt. Darüber hinaus muss angenommen werden, dass sich die Qualität in den Kliniken, in die umverteilt wird, durch die resultierende Versorgung von weiteren VLBWs nicht ändert. Für die Annahme einer derart veränderten Qualität gibt es zunächst keine empirisch basierte Annahme. Zwar mag diese Annahme vor dem Ausblick der Umverteilung von 81 % aller VLBWs (vgl. Schwellenwert auf dem 90. Perzentil) als gewagt erscheinen. Allerdings steht eine entsprechende drastische Umverteilung unseres Wissens auch nicht ernsthaft zur Disposition. Darüber hinaus sei daran erinnert, dass das hier analysierte Patientenkollektiv aus der Sicht der Versorgungsplanung insgesamt sehr geringe Fallzahlen aufweist, womit auch nur sehr wenige Kinder umzuverteilen wären. Die zu erwartenden Adaptationsprobleme wären konsekutiv als vergleichsweise gering einzuschätzen. Darüber hinaus kann, wenn über eine mögliche mittelbare Veränderung spekuliert wird, zumindest mittelfristig eine Verbesserung der Qualität (im Sinne eines dynamischen Volume-Outcome-Effekts) ebenso plausibel erwartet werden, wie eine Verschlechterung der Qualität (etwa durch vermehrte Belastung des Personals im Sinne eines „Understaffing“).

13

13.5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde eine Analyse der Auswirkungen einer Einführung von Mindestmengen in der Behandlung von sehr untergewichtigen Früh- und Neugeborenen (VLBWs) im Sinne einer Simulation mit Echtdateien durchgeführt.

Die Ergebnisse der Umverteilungen wurden anhand von zwei unterschiedlichen Kriterien beurteilt:

1. Der Veränderung des Mortalitätsrisikos nach einer Umverteilung. Hier nahm die Anzahl der potenziell vermiedenen Todesfälle mit der Höhe der Mindestmenge zu. Bei einer vereinbarten Mindestmenge von 11 VLBWs/Jahr, ergeben sich potenziell 14 vermeidbare Todesfälle/Jahr, für eine Mindestmenge von 31 VLBWs/Jahr dagegen bereits 91 potenziell vermeidbare Todesfälle und für eine Mindestmenge von 49 VLBWs/Jahr 110 potenziell vermeidbare Todesfälle/Jahr.
2. Der ursprünglichen und veränderten Entfernung zur Klinik für die umverteilten VLBWs. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß eine Zunahme der Entfernung zur Klinik bei höheren Mindestmengen.

3. Zusätzlich wurde ein einfaches Verfahren vorgestellt, welches – gewichtet nach dem tatsächlichen Behandlungsbedarf – Regionen identifiziert, in denen nach Vereinbarung einer definierten Mindestmenge die flächendeckende Versorgung gefährdet ist. Es werden also Regionen oder potenzielle Standorte für Kliniken ausgewiesen, für die ggf. Ausnahmeregelungen von einer Mindestmengenvereinbarung unter der Prämisse einer zumutbaren Erreichbarkeit als besonders sinnvoll erscheinen.

Insgesamt hoffen wir, dass die vorgestellten Analysen einen Beitrag zu einer sinnvollen Vereinbarung einer Mindestmenge bei der Versorgung von VLBWs in Deutschland und im weiteren Sinne zu einer rationalen empirisch-basierten Versorgungssteuerung unter Berücksichtigung von Ergebnisqualität und regionaler Erreichbarkeit leisten können.

13.6 Literatur

- Bartels DB, Wypij D, Wenzlaff P, Dammann O, Poets CF. Hospital volume and neonatal mortality among very low birth weight infants. *Pediatrics* 2006; 117(6): 2206–14.
- Friedrich J, Beivers A. Patientenwege ins Krankenhaus: Räumliche Mobilität bei elektiven und Notfallleistungen am Beispiel von Hüftendoprothesen. In: Klauber J, Robra B, Schellschmidt H (Hrsg). *Krankenhaus-Report 2008*. Stuttgart: Schattauer 2009.
- Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin e. V., Bundesverband „Das frühgeborene Kind“ e. V., Deutsche Gesellschaft für Perinatale Medizin e. V. *Versorgung von Frühgeborenen in Deutschland*. Zentren Frauenkliniken und Kinderkliniken. Landsberg/Lech: ecomed 2001.
- Goldstein H. *Multilevel Statistical Models*. 2nd Edition, London: Arnold 1995.
- Heller G, Günster C, Misselwitz B, Feller A, Schmidt S. Jährliche Fallzahl pro Klinik und Überlebensrate sehr untergewichtiger Frühgeborener (VLBW) in Deutschland. Eine bundesweite Analyse mit Routinedaten. *Z Geburtshilfe Neonatol* 2007; 211(3): 123–31.
- Heller G. Überleben sehr untergewichtiger Frühgeborener in Abhängigkeit von Fallzahl und vorheriger klinikspezifischer Sterberaten. Eine bundesweite Analyse mit administrativen Routinedaten. Bonn: Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO) 2008.
- Hosmer DW, Lemeshow S. Confidence interval estimates of an index of quality performance based on logistic regression models. *Stat Med* 1995; 14(19): 2161–72.
- Hosmer DW, Hosmer T, Le Cessie S, Lemeshow S. A comparison of goodness-of-fit tests for the logistic regression model. *Stat Med* 1997; 16(9): 965–80.
- Iezzoni LI. *Risk Adjustment for Measuring Health Care Outcomes*. 3rd ed. Chicago: Health Administration Press 2003.
- IQWiG – Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. *Entwicklung und Erstellung eines Prognosemodells zur Ermittlung der Auswirkungen von Schwellenwerten auf die Versorgung*, Abschlussbericht Version 1.0. Köln: IQWiG 2006.
- Obladen M. Mindestmengen der Versorgung sehr untergewichtiger Frühgeborener: Eine Literaturübersicht. *Z Geburtshilfe Neonatol* 2007.
- Rogowski JA, Horbar JD, Staiger DO, Kenny M, Carpenter J, Geppert J. Indirect vs direct hospital quality indicators for very low-birth-weight infants. *Jama* 2004; 291(2): 202–9.
- Schnell R. *Graphische gestützte Datenanalyse*. München: Oldenbourg 1994.
- Schrader P, Grouven U, Bender R. Können Mindestmengen für Knieprothesen anhand von Routinedaten errechnet werden? Ergebnisse einer Schwellenwertanalyse mit Daten der externen stationären Qualitätssicherung. *Orthopäde* 2007; 36(6): 570–6.