



Projektbericht

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

**Simulationsstudie zur Personalanforderung  
der Richtlinie zur Qualitätssicherung bei der  
Versorgung von Früh- und Reifgeborenen**

**Projektbericht im Auftrag der Niedersächsischen  
Krankenhausgesellschaft e.V. (NKG)**

15. Februar 2019



# Impressum

## Herausgeber:

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung  
Hohenzollernstraße 1-3 | 45128 Essen, Germany

Postanschrift:

Postfach 10 30 54 | 45030 Essen, Germany

Fon: +49 201-81 49-0 | E-Mail: [rwi@rwi-essen.de](mailto:rwi@rwi-essen.de)  
[www.rwi-essen.de](http://www.rwi-essen.de)

## Vorstand

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt (Präsident)

Prof. Dr. Thomas K. Bauer (Vizepräsident)

Dr. Stefan Rumpf (Administrativer Vorstand)

© RWI 2019

Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des RWI gestattet.

## RWI Projektbericht

Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt

Gestaltung: Magdalena Franke, Claudia Lohkamp, Daniela Schwindt

Simulationsstudie zur Personalanforderung der Richtlinie zur Qualitätssicherung  
bei der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen

Projektbericht im Auftrag der Niedersächsischen Krankenhausgesellschaft e.V.  
(NKG)

15. Februar 2019

## Projektteam

Prof. Dr. Boris Augurzky (Leiter), Dr. Martin Fischer und Dr. Ingo Kolodziej

*Das Projektteam dankt Claudia Lohkamp und Nadine Schaarschmidt für die Unterstützung  
bei der Erstellung des Berichts.*

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

## **Simulationsstudie zur Personalanforderung der Richtlinie zur Qualitätssicherung bei der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen**

**Projektbericht im Auftrag der Niedersächsischen  
Krankenhausgesellschaft e.V. (NKG)**

**15. Februar 2019**



## Inhaltsverzeichnis

Executive Summary .....	3
1. Einleitung .....	5
2. Daten .....	6
2.1 Datengrundlage und Erfüllungskriterien .....	6
2.2 Deskriptive Auswertung .....	7
2.3 Personalbedarf und Abhängigkeitsstruktur zwischen Schichten .....	8
3. Methodik .....	9
3.1 Zeitreihenmodell .....	10
3.2 Monte-Carlo Simulation .....	11
3.3 Ergebnisse Monte-Carlo Simulation .....	12
4. Diskussion .....	14
4.1 Zusammenfassung .....	14
4.2 Wissenschaftliche Überprüfung der Personalvorgaben .....	14
5. Fazit .....	15
Literaturverzeichnis .....	16

## Verzeichnis der Tabellen und Schaubilder

Tabelle 1	Deskriptive Statistiken .....	8
Tabelle 2	Prognosemodellauswahl und Güte des Modells .....	11
Tabelle 3	Simulationsergebnisse des Status quo .....	13
Tabelle 4	Simulationsergebnisse unterschiedlicher Kapazitätsbereitstellung und -anpassung .....	13
Schaubild 1	Pflegepersonalauslastung für Perinatalzentrum 1 .....	9



## Executive Summary

Die Qualitätssicherung im Bereich der Perinatalversorgung in deutschen Krankenhäusern wurde zu Jahresbeginn 2014 durch die Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene (QFR-RL) des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) grundlegend neu geregelt. Die QFR-RL beinhaltet u.a. verbindliche Mindestanforderungen für die Betreuung von Früh- und Reifgeborenen auf den neonatologischen Intensivstationen. Ziel ist die Verbesserung der Qualität der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen durch eine Erhöhung des Verhältnisses von Pflegefachkräften zu betreuten Neugeborenen. Gemäß der Richtlinie werden strikte Pflegepersonalschlüssel für das Verhältnis von Frühgeborenen und Pflegefachkräften je Schicht festgelegt. Laut QFR-RL muss der daraus resultierende Personalbedarf in mindestens 95 Prozent aller Schichten erfüllt sein. Des Weiteren darf der Personalschlüssel nicht in mehr als zwei aufeinanderfolgenden Schichten verletzt werden. Erfüllen Krankenhäuser innerhalb eines Jahres eines der beiden Kriterien nicht, dürfen sie ab dem 01.01.2020 keine neonatologischen Leistungen mehr erbringen.

Aufgrund von hohem bzw. unvorhergesehenem Patientenaufkommen, akutem bzw. unvorhergesehenem Personalausfall oder fehlender Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal am Arbeitsmarkt, sowie Schwierigkeiten bei der Verlegung von Kindern bei Versorgungsengpässen kann es im laufenden Betrieb jedoch zur Nichterfüllung der Richtlinie kommen. Weitere Gründe können die begrenzte Anzahl der verfügbaren Weiterbildungsplätze in pädiatrischer Intensivpflege, mangelnde Kapazitäten für die Freistellung zur Einarbeitung bzw. Weiterbildung von Mitarbeitern und das Abwerben sowie die Fluktuation von Personal darstellen (G-BA 2018b).

Entscheidend ist an erster Stelle daher die Frage, wie wahrscheinlich eine Erfüllung bzw. Nichterfüllung der Personalvorgaben der QFR-RL für Pflegefachkräfte durch die Perinatalzentren ist und welche weiteren Personalmaßnahmen für eine Erfüllung notwendig sind. Basierend auf empirischen Daten von niedersächsischen Perinatalzentren für den Zeitraum 01.07.2017 bis einschließlich 30.06.2018 werden die Erfüllungswahrscheinlichkeit für beide Kriterien mithilfe einer Monte-Carlo Simulation geschätzt.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Perinatalzentren mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Kriterien nicht erfüllen wird. Unter dem status quo liegt die geschätzte Wahrscheinlichkeit einer Nichterfüllung im darauffolgenden Jahr zwischen 25 und 100 Prozent, wobei das zweite Kriterium für die Nichterfüllung maßgeblich ist. Das bedeutet, dass auch Zentren mit dem momentan besten Erfüllungsgrad im Durchschnitt alle 4 Jahre die Personalvorgaben der QFR-RL verletzen würden.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass erhebliche Personalmaßnahmen nötig sind, um die Pflegepersonalschlüssel entsprechend den Vorgaben der QFR-RL jederzeit zu erfüllen. Nur die Vorhaltung einer sehr hohen Personalkapazität von Pflegefachkräften in Verbindung mit einer hohen Flexibilisierung des Personaleinsatzes kann dem Nichterfüllen der QFR-RL entgegenwirken.





## 1. Einleitung

Die Qualitätssicherung im Bereich der Perinatalversorgung in deutschen Krankenhäusern wurde zu Jahresbeginn 2014 durch die Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene (QFR-RL) des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) grundlegend neu geregelt. Die QFR-RL beinhaltet u.a. verbindliche Mindestanforderungen für die Betreuung von Früh- und Reifgeborenen auf den neonatologischen Intensivstationen. Ziel ist die Verbesserung der Qualität der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen durch eine Erhöhung des Verhältnisses von Pflegefachkräften zu betreuten Neugeborenen.

Gemäß der Richtlinie werden strikte Pflegepersonalschlüssel für das Verhältnis von Frühgeborenen und Pflegefachkräften je Schicht für die Perinatalzentren der Level 1 und Level 2<sup>1</sup> festgelegt. Dabei werden Früh- und Reifgeborene gemäß ihres Pflegebedarfs in unterschiedliche Kategorien eingeordnet. Laut QFR-RL muss ab dem 1. Januar 2017 mindestens ein Gesundheits- und Kinderkrankenpfleger je intensivtherapiepflichtigem Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 1 500 g jederzeit verfügbar sein, d.h. es gilt ein Personalschlüssel von 1:1. Für intensivüberwachungspflichtige Frühgeborene mit einem Geburtsgewicht unter 1 500 g gilt ein Personalschlüssel von 1:2. Für alle weiteren Kinder auf der neonatologischen Intensivstation ist gemäß QFR-RL qualifiziertes Pflegepersonal in ausreichender Zahl und entsprechend dem tatsächlichen Pflegebedarf einzusetzen (G-BA 2018a).

---

<sup>1</sup> Die QFR-RL legt ein Stufenkonzept zur perinatalen Versorgung von 4 Stufen fest (G-BA 2018a). Für jede Versorgungsstufe bestehen Aufnahme- und Zuweisungskriterien, welche sich im Wesentlichen am Geburtsgewicht der Früh- und Reifgeborenen, dem Gestationsalter, bestimmten mütterlichen oder fetalen Erkrankungen orientieren. Die Aufnahme in ein Perinatalzentrum Level 1 (höchste Versorgungsstufe I) erfolgt nach folgenden Kriterien:

- (1) Schwangere mit erwartetem Frühgeborenen mit einem geschätzten Geburtsgewicht unter 1 250 Gramm oder mit einem Gestationsalter  $< 29 + 0$  SSW,
- (2) Schwangere mit Drillingen und mit einem Gestationsalter  $< 33 + 0$  SSW sowie Schwangere mit über drei Mehrlingen,
- (3) Schwangere mit allen pränatal diagnostizierten fetalen oder mütterlichen Erkrankungen, bei denen nach der Geburt eine unmittelbare spezialisierte intensivmedizinische Versorgung des Neugeborenen absehbar ist. Dieses betrifft insbesondere den Verdacht auf angeborene Fehlbildungen (z. B. kritische Herzfehler, Zwerchfellhernien, Meningomyelozenen, Gastroschisis). Hierbei ist darauf zu achten, dass in der aufnehmenden Einrichtung die erforderliche spezialisierte Versorgung gewährleistet werden kann.

Die Aufnahme in ein Perinatalzentrum Level 2 (Versorgungsstufe II) erfolgt nach folgenden Kriterien:

- (1) Schwangere mit erwartetem Frühgeborenen mit einem geschätzten Geburtsgewicht von 1 250 bis 1 499 Gramm oder mit einem Gestationsalter von  $29 + 0$  bis  $31 + 6$  SSW,
- (2) Schwangere mit schweren schwangerschaftsassozierten Erkrankungen, z. B. HELLP-Syndrom (Hämolyse, Elevated Liver Enzymes, Low Platelets) oder Wachstumsretardierung des Fetus unterhalb des 3. Perzentils,
- (3) Schwangere mit insulinpflichtiger diabetischer Stoffwechselstörung mit absehbarer Gefährdung für Fetus bzw. Neugeborenes.

Weitere Kinder sind in Geburtskliniken mit perinatalem Schwerpunkt (Versorgungsstufe III) und normalen Geburtskliniken (Versorgungsstufe IV) zu versorgen (G-BA 2018a).

Laut QFR-RL muss der daraus resultierende Personalbedarf in mindestens 95 Prozent aller Schichten erfüllt sein. Des Weiteren darf der Personalschlüssel nicht in mehr als zwei aufeinanderfolgenden Schichten verletzt werden. D.h., dass bei 3 aufeinanderfolgenden Schichten ohne Erfüllung der geforderten Personalbesetzung die QFR-RL als nicht erfüllt gilt. Bei der Betrachtung der 3 aufeinanderfolgenden Schichten ist diejenige Schicht, in der das Ereignis aufgetreten ist, mitzuzählen. Erfüllen Krankenhäuser innerhalb eines Jahres eines der beiden Kriterien nicht, dürfen sie ab dem 01.01.2020 keine neonatologischen Leistungen mehr erbringen.

Seit dem 31. Januar 2018 wird dem G-BA halbjährlich über den Umsetzungsstand der QFR-RL in den einzelnen Bundesländern berichtet. Den ersten Rückmeldungen ist zu entnehmen, dass die überwiegende Mehrheit – insgesamt 180 von 215 – der Perinatalzentren die Anforderungen an die pflegerische Versorgung gemäß der QFR-RL nicht erfüllen kann (G-BA 2018b).

Es ist bisher unklar, wie groß das tatsächliche Risiko für die jeweiligen Zentren ist, in den Folgejahren die Personalvorgaben der QFR-RL für Pflegefachkräfte nicht erfüllen zu können. Auch ist unklar, in welchem Maße weitere Personalmaßnahmen notwendig sind, um das Risiko zu minimieren und ob eines der gesetzten Kriterien mit einem höheren Risiko einer Nichterfüllung verbunden ist.

Ziel des Gutachtens ist daher die Quantifizierung des Risikos einer Nichterfüllung der Richtlinienvorgaben. Es wird das Risiko der Nichterfüllung dabei mittels Monte-Carlo Simulationsverfahren für unterschiedliche Szenarien der Personalbereitstellungen ermittelt.

## 2. Daten

### 2.1 Datengrundlage und Erfüllungskriterien

Seit dem 1. Januar 2017 sind die Perinatalzentren nach der QFR-RL zur schichtbezogenen Dokumentation von Fallzahl und Personaleinsatz auf der neonatologischen Intensivstation verpflichtet, um die Erfüllung der Personalvorgaben im Pflegedienst nachzuweisen. Dieser erfolgt anhand eines Musterformulars gemäß der Anlage 5 der QFR-RL.

Diese Daten bilden die Grundlage für die folgende Analyse. Sie wurden für 8 niedersächsische Perinatalzentren ausgewertet.<sup>2</sup> Um eine möglichst aktuelle Einschätzung des Sachverhalts zu ermöglichen, werden die Daten für den Zeitraum vom 01.07.2017 bis einschließlich 30.06.2018 genutzt. Mit je 3 Schichten pro Tag liegen für jedes Zentrum jeweils 1 095 Beobachtungen für den ausgewählten Zeitraum vor. Dies entspricht der Länge eines Kalenderjahres.

Für die Analysen wird zunächst der erforderliche Personalbedarf ermittelt. Über die Personalvorgaben der QFR-RL lässt sich über die dokumentierte Anzahl der Frühgeborenen der Gesamtbedarf an Gesundheits- und Kinderkrankenpfleger (GeKiP)-Personal pro Schicht ermitteln. Für weitere Kinder macht die QFR-RL keine expliziten Vorgaben, sondern fordert *qualifiziertes Pflegepersonal in ausreichender Zahl und entsprechend dem tatsächlichen Pflegebedarf* anzusetzen.

---

<sup>2</sup> Insgesamt lagen Daten von 15 Perinatalzentren aus Niedersachsen vor. Zwei Zentren mussten aufgrund unvollständiger Datengrundlage von der Analyse ausgeschlossen werden. Für fünf weitere Zentren konnten mit den hier angewandten Methoden keine zuverlässigen Zeitreihenmodelle angepasst werden, welche im Weiteren die Grundlage für die Simulationen bilden. Die Zentren entsprachen nach Größe, Belegung sowie insbesondere der Erfüllung der beiden Kriterien den in der Studie aufgenommenen Zentren. Die Repräsentativität der Studie ist daher weiterhin gewährleistet und die interne Validität der Simulationsergebnisse bleibt durch den Ausschluss erhalten.

zen. In den folgenden Berechnungen wird im Rahmen der Simulationen in diesem Gutachten der Pflegebedarf mit einem Betreuungsverhältnis von 1:4 angesetzt.<sup>3</sup> Die Differenz von vorhandenem GeKiP-Personal und Gesamtbedarf an Personal in Schicht  $t$

$$\Delta_t = \text{Differenz}_t = \text{Personal}_t - \text{Personalbedarf}_t$$

bildet die zentrale Größe für eine Einhaltung der Richtlinie. Sofern  $\Delta_t \geq 0$ , sind die Personalvorgaben für die Schicht  $t$  erfüllt.

Die Erfüllung der Richtlinie basiert auf zwei unabhängigen Vorgaben (Kriterien). Zunächst gilt eine dokumentierte Erfüllungsquote von mindestens 95% aller Schichten des vergangenen Kalenderjahres als Nachweis der Erfüllung der Anforderungen an den Personalschlüssel (*Kriterium 1*). Des Weiteren dürfen nicht mehr als zwei Schichten direkt aufeinanderfolgen, in denen die in der Richtlinie vorgegebenen Personalschlüssel nicht erfüllt werden, einschließlich der Schicht in der die Abweichung von dem vorgegebenen Personalschlüssel auftritt (*Kriterium 2*). Von allen Schichten, die die Anforderungen an den vorgegebenen Personalschlüssel nicht erfüllen, wird nur die zweite, ganze Schicht für die Berechnung der Quote der Schichten berücksichtigt.

### 2.2 Deskriptive Auswertung

Tabelle 1 zeigt die deskriptiven Statistiken für die in der Studie aufgenommenen Perinatalzentren. Im Durchschnitt haben sieben von acht Perinatalzentren eine Personaldeckung, die über den Personalanforderungen der Richtlinie liegt. Im Mittel schwankt die Differenz zwischen verfügbarem und benötigtem Personal zwischen -0,04 bis 2,52. Ein Mittelwert deutlich über null zeigt dabei das Vorhandensein hoher Kapazitäten. Die Standardabweichung der Daten kann als Maß für die Anpassungsqualität des Zentrums an den Personalbedarf interpretiert werden. Bei hoher Übereinstimmung von Personalbedarf und vorhandenem Personal bei Pflegefachkräften, unterliegt die Differenz zwischen verfügbarem und benötigtem Personal  $\Delta_t$  nur geringen Schwankungen im Zeitablauf. Die Standardabweichung wäre dementsprechend niedrig.

Für jedes Zentrum wurde für den betrachteten Zeitraum der Anteil der Schichten ermittelt, der das jeweilige Kriterium verletzt. Für das erste Kriterium muss in mindestens 95% der Schichten der Pflegeschlüssel erfüllt sein. Lediglich zwei Perinatalzentren weisen eine Erfüllungsquote von mindestens 95% auf. Für das zweite Kriterium darf keinesfalls das Ereignis eintreten, dass in mehr als zwei aufeinander folgenden Schichten die Personalvorgaben verletzt werden. Tabelle 1 gibt den Anteil aller Schichten mit Nichterfüllung aus, deren vorangehende zwei Schichten die Personalanforderungen ebenfalls nicht erfüllen könnten. Gemäß der Richtlinie darf dieser Fall nicht eintreten. Der Anteil sollte demzufolge null entsprechen. Nur ein Zentrum weist einen Anteil von exakt null auf und somit kann lediglich dieses Zentrum das zweite Kriterium erfüllen. Insgesamt erfüllt nur das Perinatalzentrum 7 beide Kriterien und damit die Richtlinie.

---

<sup>3</sup> Das angesetzte Pflegeverhältnis von 1:4 entspricht den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin (DGPM 2016).

Tabelle 1  
Deskriptive Statistiken

Perinatalzentrum	Personal <sub>t</sub>	Personal- bedarf <sub>t</sub>	Differenz <sub>t</sub>			Anteil Schichten mit Nichterfüllung in %		
	Mittelwert	Mittelwert	Standard- abweichung	Min	Max	Kriterium 1	Kriterium 2	
PZ 1	5,68	5,37	0,31	1,02	-3,25	3,75	15,89	8,58
PZ 2	2,16	2,20	-0,04	0,70	-2,00	1,75	33,70	23,74
PZ 3	9,12	7,74	1,39	1,70	-4,25	7,75	6,21	2,37
PZ 4	5,03	4,18	0,85	1,23	-3,53	6,50	12,24	5,66
PZ 5	5,51	5,47	0,04	1,25	-3,75	4,50	32,70	20,50
PZ 6	8,72	6,19	2,52	1,90	-4,25	8,50	1,55	0,55
PZ 7	4,01	2,77	1,24	0,65	-0,75	3,50	0,00	0,00
PZ 8	4,05	3,49	0,56	0,59	-4,00	2,25	5,39	1,83

Quelle: RWI. – Anmerkungen: PZ = Perinatalzentrum. Der Anteil für Kriterium 1 bezieht sich hier auf den Anteil der Schichten mit Nichterfüllung der Personalvorgaben. Dieser muss geringer als 5% ausfallen. Der Anteil für Kriterium 2 bezieht sich auf den Anteil der Schichten mit mehr als 2 aufeinanderfolgenden Schichten mit Nichterfüllung der Personalvorgaben. Gemäß QFR-RL muss dieser null betragen (der Fall darf nicht eintreten).

### 2.3 Personalbedarf und Abhängigkeitsstruktur zwischen Schichten

Schaubild 1 zeigt beispielhaft für Zentrum 1 den Personalbedarf, das vorhandene Pflegepersonal sowie die Differenz zwischen beiden im Zeitablauf. Die Daten weisen eine starke Autokorrelation auf, d.h. dass sowohl der Personalbedarf als auch die Differenz von Bedarf und Bereitstellung eine hohe Korrelation der aktuellen Schicht mit den vorherigen Schichten aufweisen. Kurzfristige Änderungen beim Pflegepersonalbedarf in der aktuellen Schicht haben eine langfristige Auswirkung auf den Personalbedarf in Folgeschichten. Erhöht sich der Bedarf an Personal, fällt er nur langsam wieder auf ein niedrigeres Niveau. Kapazitätsintensive Phasen mit potentiellen Engpässen sind in Schaubild 1 grau unterlegt. Es wird deutlich, dass diese sich über Wochen erstrecken können.

Die Beobachtung, dass kapazitätsintensive Perioden längerfristig andauern, kann in Zusammenhang mit den Ursachen für die Nichterfüllung der Richtlinie gebracht werden. Die Perinatalzentren gaben unter anderem folgende Gründe an (G-BA 2018b):

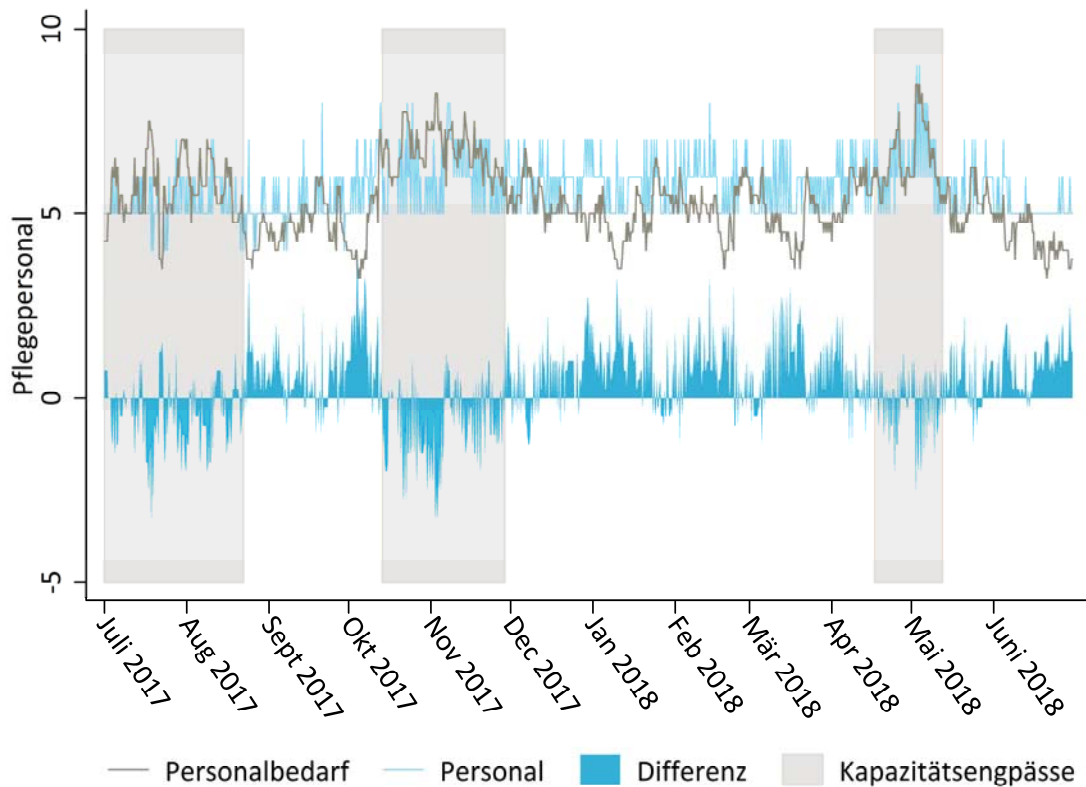
- Fehlende Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal am Arbeitsmarkt.
- Hohes bzw. unvorhergesehenes Patientenaufkommen.
- Akuter bzw. unvorhergesehener Personalausfall.
- Die begrenzte Anzahl der verfügbaren Weiterbildungsplätze in pädiatrischer Intensivpflege.
- Mangelnde Kapazitäten für die Freistellung zur Einarbeitung bzw. Weiterbildung von Mitarbeitern.
- Abwerben und Fluktuation von Personal.
- Schwierigkeiten bei der Verlegung von Kindern bei Versorgungsempässen.

Alle der angeführten Gründe sind wahrscheinlich mit einer längerfristigen, mehrere Schichten andauernden Anspannung der Personalsituation auf den jeweiligen Stationen verbunden. Eine plötzlich erkrankte Pflegefachkraft wird häufig mehrere Tage ausfallen. Bei den Frühgeborenen ist zudem mit langen Verweildauern auf den neonatologischen Intensivstationen je nach Gestationsalter von bis zu 120 Tagen zu rechnen.

Dies ist besonders als kritisch für Kriterium 2 zu beurteilen. Da die Personalvorgaben nicht in mehr als zwei aufeinander folgende Schichten verletzt werden dürfen, erfordert die Richtlinie eine unmittelbare, schnelle Reaktion der Perinatalzentren auf Änderungen im Personalbedarf oder der vorhandenen Personalkapazität. Wie jedoch aus Schaubild 1 ersichtlich wird, bleiben kurzfristige Änderungen über einen langen Zeitraum im System vorhanden. Akkumulieren sich unvorhergesehene Ereignisse zu einem bestimmten Zeitpunkt, so führt dies notwendigerweise zu einer angespannten Personalsituation, die sich über viele Schichten erstreckt.

Schaubild 1

### Pflegepersonalauslastung für Perinatalzentrum 1



Quelle: RWI, NKG.

### 3. Methodik

Eine Dokumentation des Personalschlüssels liegt für die Perinatalzentren seit dem 1. Januar 2017 vor. Da die Kriterien auf Jahresebene berechnet werden, liegt für jedes Zentrum nur je eine Beobachtung vor. Um die Frage beurteilen zu können wie wahrscheinlich eine Nichterfüllung der Personalvorgaben durch die Perinatalzentren ist und welche weiteren Personalmaßnahmen für eine Erfüllung der Vorgaben der QFR-RL notwendig sind, sind empirische Kennziffern mit nur einer Beobachtung auf Basis der Zeitreihendaten der Anlage 5 der QFR-RL alleine nicht ausreichend.

Zur Berechnung der Wahrscheinlichkeiten werden daher simulationsgestützte Methoden angewendet. Zunächst werden hypothetische Kalenderjahre für jedes Zentrum simuliert. Um eine möglichst genaue Abbildung der Realität für jedes Zentrum zu erlangen, werden die simulierten Zeitreihen auf Basis zuvor geschätzter empirischer Kennziffern aus den tatsächlichen Daten der Anlage 5 generiert. Im vorherigen Abschnitt ist die Abhängigkeitsstruktur in der Zeitreihe der

Differenz zwischen vorhandenem GeKiP- Personal und Gesamtbedarf an Personal bereits deskriptiv dargelegt worden. Um diese für jedes Zentrum abzubilden, wird individuell ein Zeitreihenmodell angepasst, welches die Persistenz von Änderungen im Personalbedarf erfasst. Basierend auf den geschätzten Parametern werden dann der *status quo* und unterschiedliche Szenarien der Personalbereitstellung und Verbesserung der Anpassung an Änderungen des Personalbedarfs anhand von Monte-Carlo Simulationen evaluiert.

Die zugrunde liegenden Modellparameter der Simulation beruhen auf empirischen Kennziffern und folgen nicht rein theoretischen Überlegungen. Dies ermöglicht eine möglichst genaue Abbildung der tatsächlichen Situation der Personalbereitstellung. Eine individuelle Anpassung der Prognosemodelle an das jeweilige Zentrum erlaubt es zudem, unterschiedliche Anpassungsfortschritte bezüglich der Umsetzung der Richtlinie zwischen den Zentren zu berücksichtigen.

### 3.1 Zeitreihenmodell

Um die Autokorrelationsstruktur der Daten zu erfassen, werden für jedes Zentrum Zeitreihenmodelle der ARMA (*autoregressive moving average*) Klasse angepasst. Sie setzen sich aus einem autoregressiven Teil (vergangene Werte der Zeitreihe) und einem Beitrag aus einem gleitenden Mittelwert der Fehlerterme (kurzfristige/unerwartete Änderungen vergangener Perioden) zusammen. Die Schätzung von ARMA-Modellen setzt eine stationäre Zeitreihe voraus, d.h. eine Zeitreihe, die konstant um einen Mittelwert schwankt. Aus Schaubild 1 ist ersichtlich, dass die Zeitreihe der Differenzen  $\Delta_t$  einen guten Ausgangspunkt für das Zentrum 1 liefert, da sie relativ konstant um einen Mittelwert schwankt. Sollte eine Zeitreihe nicht stationär sein, kann durch weitere Schritte wie durch die Bereinigung von einem Trend, der Transformation der Zeitreihe zur Varianzstabilisierung oder Differenzenbildung eine Stationarität erreicht werden.

Neben der reinen Autokorrelationsstruktur weisen die Zeitreihen  $\Delta_t$  auch eine zyklische Komponente auf. Die Daten weisen eine zusätzliche schichtenspezifische Korrelationsstruktur auf. So korreliert z.B. die Auslastung einer Nachtschicht zusätzlich stark mit der vorangegangenen Nachtschicht. Dieses schichtenspezifische Verhalten wird berücksichtigt und erlaubt im Modell eine separate, saisonale Autokorrelationsstruktur zwischen den Schichten.<sup>4</sup>

Zur Ermittlung der Modellparameter wird dem Standard Box-Jenkins Verfahren (Hamilton 1994) mit nachkommenden Schritten gefolgt:

1. Bereinigung der jeweiligen Differenzen Zeitreihe  $\Delta_t$  von Ausreißern für jedes Zentrum. Bereinigung vom Trend in Mittelwert und/oder Transformation der Daten zur Stabilisierung der Varianz.
2. Überprüfung der Stationarität der Zeitreihe durch entsprechende statistische Tests (Augmented Dickey-Fuller Test, Philips-Perron Test). Die Nullhypothese entspricht einer nicht-stationären Zeitreihe.

---

<sup>4</sup> Bei ARMA-Modellen handelt es sich um lineare, zeitdiskrete Modelle für stochastische Prozesse. Ist die Zeitreihe erst durch Differenzenbildung stationär, fällt sie in die verallgemeinerte Klasse der ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) Modelle. Weist das Modell zusätzlich eine saisonale ARIMA Komponente auf, spricht man von einem SARIMA (*seasonal ARIMA*). Alle Modelle beruhen auf der gleichen Idee, die ursprüngliche Zeitreihe auf eine stationäre Zeitreihe zurückzuführen, auf welcher Autokorrelationsparameter geschätzt und Prognosen erstellt werden können.

3. Mittels statistischen Kriterien zur Anpassungsgüte an die Daten (AIC, BIC) wird die Modellordnung des ARMA-Modells und der zusätzlichen saisonalen Komponenten ermittelt. Die Schichten legen dabei die saisonale Komponente fest.
4. Überprüfung der Residuen auf eine verbleibende Autokorrelationsstruktur mittels eines entsprechenden statistischen Tests (Ljung-Box Test). Nach hinreichender Erfassung der Autokorrelationsstruktur durch das Modell, sollten die Residuen einem weißen Rauschen entsprechen und aktuelle Werte nicht von Vergangenenwerten abhängen.

Tabelle 2 zeigt die ausgewählten saisonalen ARMA-Modelle sowie statistische Tests zur Überprüfung der Güte des angepassten Zeitreihenmodells. Beide Tests zur Überprüfung der Stationarität lehnen die Nullhypothese einer nicht-stationären Zeitreihe ab. Dies indiziert, dass die Zeitreihen stabil um einen konstanten Mittelwert oszillieren. Der Ljung-Box Test signalisiert, dass nach Anpassung des Modells keine Autokorrelation in den Daten verblieben ist. Die Tests in Tabelle 2 liefern somit für alle Zentren empirische Evidenz, dass die angepassten Modelle zur Prognose und Simulation genutzt werden können.

Tabelle 2

### Prognosemodellauswahl und Güte des Modells

Perinatalzentrum	p-wert Teststatistiken			Anzahl Modellparameter			
	Stationarität		Residuenauto-korrelation	ARMA Teil		Saisonale Komponente	
	ADF Test	PP Test	Ljung-Box Test	AR	MA	SAR	SMA
PZ 1	0,01	0,01	0,33	2	1	1	1
PZ 2	0,01	0,01	0,44	2	0	1	1
PZ 3	0,01	0,01	0,28	1	1	1	2
PZ 4	0,01	0,01	0,35	1	1	0	2
PZ 5	0,01	0,01	0,17	1	1	0	2
PZ 6	0,01	0,01	0,38	2	1	1	1
PZ 7	0,01	0,01	0,99	2	0	2	0
PZ 8	0,01	0,01	0,3	1	1	0	1

*Quelle: RWI. – Anmerkungen: PZ = Perinatalzentrum. Nullhypothese ADF (Augmented Dickey-Fuller) und PP (Philips-Perron) Test ist eine nicht-stationäre Zeitreihe. Die Alternativhypothese ist eine stationäre Zeitreihe. Die gezeigten p-Werte liegen unter 0,01. Nullhypothese bei Ljung-Box ist eine Korrelation der Residuen mit bis zu 10 verzögerten Residuen nach Anpassung des Modells.*

### 3.2 Monte-Carlo Simulation

Die Schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass eines der beiden Erfüllungskriterien der QFR-RL verletzt ist, ist alleine auf Basis der empirischen Daten nicht möglich. Die Daten sind nur für ein Kalenderjahr vorhanden, was genau eine Beobachtung für jedes Kriterium ermöglicht. Um die Wahrscheinlichkeit einer Nichterfüllung zu bestimmen, werden zunächst 1 000 hypothetische Kalenderjahre basierend auf den geschätzten Parametern des Prognosemodells simuliert. Basierend auf den simulierten Kalenderjahren wird die Erfüllungswahrscheinlichkeiten für beide Kriterien geschätzt.

Zunächst werden die Kennziffern für den *Status quo* ermittelt:

1. Ziehung von 1 095 Zufallsvariablen (für ein weiteres Kalenderjahr) aus einer Normalverteilung mit Standardabweichung entsprechend der geschätzten Standardabweichung der Residuen aus dem Prognosemodell. Hiermit werden die zufälligen Einflüsse in jeder Schicht simuliert (Zugänge, Krankheitsausfälle, etc.).
2. Bestimmung der simulierten Zeitreihe durch das Prognosemodell auf Basis der Innovationen und der geschätzten Modellparameter.

3. Berechnung der Kriterien und Ausfallquoten.
4. Die Schritte 1-3 werden je 1 000 mal wiederholt.
5. Schätzung der durchschnittlichen Erfüllung der Kriterien und Ausfallquoten auf Basis aller simulierten Zeitreihen.

Neben der Evaluation des *Status quo* werden die Erfüllungswahrscheinlichkeiten unter verschiedenen Personalmaßnahmen ermittelt. Perinatalzentren können zur Erfüllung der Richtlinie auf unterschiedliche Steuerungsgrößen zurückgreifen. Ein Zentrum kann die Personaldecke an Pflegefachkräften insgesamt erhöhen oder durch entsprechende Maßnahmen versuchen das vorhandene Personal über eine Flexibilisierung der Einsatzzeiten besser an den akuten Bedarf anzupassen. Ersteres würde sich durch einen höheren Mittelwert in der Differenz zwischen Personal und Personalbedarf zeigen, wohingegen eine höhere Flexibilisierung zu einer höheren Übereinstimmung zwischen Personal und Personalbedarf führt. Diese würde sich in den Daten durch eine reduzierte Standardabweichung (Streuung um den Mittelwert) in der Differenz von Personal und Personalbedarf widerspiegeln.

Beide Steuerungsgrößen sind die Grundlage für die unterschiedlichen Szenarien unter denen die Erfüllung der beiden Kriterien evaluiert wird. Es werden die obigen Simulationsschritte 1-4 für die folgenden Szenarien wiederholt:

- a) *Erhöhung des Gesamtpersonals*: Bereitstellung von bis zu drei Pflegefachkräften pro Schicht, die mit Sicherheit verfügbar sind. Diese sind als zusätzliche sichere Reservekapazität/Bereitschaftsdienstleistende zu interpretieren.
- b) *Erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten*: Schaubild 1 zeigt, dass die Differenz zwischen Personal und Personalbedarf im Zeitablauf zum Teil starken Schwankungen unterliegt. Eine erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten, die sowohl Über- und Unterkapazitäten verringert und Personal und Personalbedarf besser in Einklang bringt, würde diese Schwankungen reduzieren können. Um die Auswirkungen davon auf die Erfüllung der Personalschlüssel simulieren zu können, wird die Standardabweichung der Zufallsvariablen reduziert. Dies simuliert, dass die zufälligen Einflüsse in jeder Schicht durch die erhöhte Flexibilisierung im Mittel weniger stark ins Gewicht fallen. Es werden zwei Szenarien betrachtet: Eine leicht erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten (20% verringerte Standardabweichung) und eine starke erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten (40% verringerte Standardabweichung).

### 3.3 Ergebnisse Monte-Carlo Simulation

Tabelle 3 stellt zunächst die Ergebnisse der Simulation basierend auf dem *Status quo* dar, d.h. lediglich basierend auf den geschätzten Parametern der jeweiligen Zeitreihenmodelle. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Zentren mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Kriterien nicht erfüllen wird. Da die Prognosemodelle auf der Basis von Daten ermittelt worden sind, die ebenfalls die Kriterien nicht erfüllen, war dies zu erwarten.

Bemerkenswert ist hingegen, dass das zweite Kriterium als Entscheidungsfaktor deutlich dominiert. Insbesondere bei Perinatalzentren mit einer relativ geringen Wahrscheinlichkeit das erste Kriterium zu verletzen, bestehen weiterhin sehr hohe Risiken das zweite Kriterium zu verletzen. Bei Zentrum 7 liegt in nahezu keiner Schicht eine Verletzung des Personalschlüssels vor (<1%). Dennoch kann es in mehr als 25% aller Kalenderjahre bzw. in jedem vierten Jahr die Richtlinie nicht erfüllen, da weiterhin das zweite Kriterium verletzt wird.



**Tabelle 3**  
**Simulationsergebnisse des Status quo**  
in %

Perinatalzentrum	Kriterium 1		Kriterium 2	
	Anteil der Schichten mit Nichterfüllung	Wahrscheinlichkeit Verletzung Kriterium	Anteil der Schichten mit Nichterfüllung	Wahrscheinlichkeit Verletzung Kriterium
PZ 1	17,40	62,50	11,70	87,40
PZ 2	33,20	82,60	27,40	97,00
PZ 3	19,20	78,00	9,20	89,10
PZ 4	17,40	98,90	6,30	100,00
PZ 5	14,80	92,50	7,50	99,90
PZ 6	6,90	37,20	3,20	74,30
PZ 7	0,60	0,00	0,10	28,90
PZ 8	3,40	8,60	0,80	96,70

Quelle: RWI.– Anmerkungen: PZ = Perinatalzentrum

Tabelle 4 zeigt die geschätzten Wahrscheinlichkeiten für unterschiedliche Personalbereitstellungsszenarien und Anpassungsszenarien. Für eine bessere Übersichtlichkeit werden nur die gemittelten Ergebnisse über alle Zentren gezeigt. Die Wahrscheinlichkeiten in Tabelle 4 sind demzufolge für ein durchschnittliches Perinatalzentrum zu interpretieren. Unter dem status quo verletzt ein durchschnittliches Perinatalzentrum in 58% aller Berichtsperioden das erste Kriterium und in 84% aller Fälle das zweite Kriterium.

**Tabelle 4**  
**Simulationsergebnisse unterschiedlicher Kapazitätsbereitstellung und -anpassung**  
in %

		Zusätzliche Personalbereitstellung (Bereitschaft)			
		0	1	2	3
Szenario 1 (Status quo)					
Kriterium 1	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	14,10	4,30	1,10	0,28
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	57,50	19,80	5,70	1,54
Kriterium 2	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	8,30	2,20	0,50	0,11
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	84,20	47,80	15,70	4,92
Szenario 2 (Leicht erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten)					
Kriterium 1	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	11,60	2,70	0,50	0,09
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	50,50	11,10	2,60	0,53
Kriterium 2	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	6,50	1,30	0,20	0,03
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	73,40	30,00	6,30	1,42
Szenario 3 (Stark erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten)					
Kriterium 1	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	7,20	0,60	0,00	0,00
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	35,50	2,50	0,20	0,00
Kriterium 2	Anteil Schichten mit Nichterfüllung	3,40	0,20	0,00	0,00
	Wahrscheinlichkeit der Verletzung Kriterium	43,90	4,30	0,30	0,05

Quelle: RWI.

Die Simulationsergebnisse in Tabelle 4 zeigen, dass ausgehend vom Zeitraum 01.07.2017 bis einschließlich 30.06.2018 erhebliche Personalmaßnahmen nötig sind, um die Pflegevorgaben der QFR-RL zu erfüllen. Sowohl eine reine Aufstockung des (Bereitschafts-) Pflegepersonals (Szenario 1) als auch eine reine erhöhte Flexibilisierung der Einsatzzeiten (Szenario 2 und 3) sind alleine nicht ausreichend um die Vorgaben zu erfüllen. Stehen beispielsweise bis zu drei Pflegefachkräfte pro Schicht mehr zur Verfügung, wird das erste Kriterium weiterhin in 2% aller Fälle, das zweite Kriterium noch in 5% aller Fälle verletzt. Erst bei einer Anhebung des Personals um zwei bis drei Pflegefachkräfte pro Schicht, bei gleichzeitig erhöhter Flexibilisierung der Einsatzzeiten, lässt sich relativ verlässlich eine Verletzung beider Kriterien ausschließen. Es ist zudem ersichtlich, dass in allen Szenarien das zweite Kriterium dominiert. Die Wahrscheinlichkeit in zwei aufeinanderfolgenden Schichten den Personalschlüssel zu verletzen ist im Mittel zwei

bis vier Mal höher als die Wahrscheinlichkeit insgesamt weniger als 95% der Schichten zu erfüllen.

## 4. Diskussion

### 4.1 Zusammenfassung

Die Simulationsergebnisse dieser Studie ergeben, dass die Mehrzahl der betrachteten Perinatalzentren die Personalvorgaben für Pflegefachkräfte der QFR-RL nicht erfüllen wird und dass signifikante Personalmaßnahmen notwendig sind, damit eine Erfüllung der vorgegebenen Kriterien gewährleistet werden kann. Zudem ist ersichtlich geworden, dass insbesondere das zweite Kriterium der Richtlinie in maximal zwei aufeinander folgenden Schichten den Pflegeschlüssel zu verletzen, eine extrem hohe Hürde für die Einrichtungen darstellt. De facto stellte sich das zweite Kriterium in der Simulation als bindend heraus. Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass ein Zentrum in weniger als 95% der Schichten die Pflegevorgaben der QFR-RL erfüllt (Verletzung Kriterium 1) und dabei aber niemals in mehr als 2 aufeinander folgenden Schichten die Pflegevorgaben der QFR-RL nicht erfüllt (Erfüllung Kriterium 2).

Die Ursache für die besondere Schwierigkeit der Einhaltung des zweiten Kriteriums liegt sehr wahrscheinlich in der spezifischen Korrelationsstruktur der Personalausfallrisiken und Personalnachfrage. Kommt es zu einer Nichterfüllung des Personalschlüssels durch z.B. akuten Krankheitsausfall, so betrifft dieser unmittelbar mehrere Schichten. Treten zufällig mehrere Ereignisse zur gleichen Zeit auf, ist eine Verletzung des Schlüssels in mehreren aufeinander folgenden Schichten sehr viel wahrscheinlicher. Nur die Vorhaltung extrem hoher Personalkapazitäten könnten dem entgegenwirken.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die vorgelegte Simulationsstudie die Nachfrage nach Pflegepersonal der einzelnen Perinatalzentren isoliert betrachtet und lediglich die Personalaspekte der Richtlinienumsetzung analysiert. Dies entspricht der Philosophie der G-BA-Richtlinie. Allerdings ist eine ganzheitliche Betrachtung, welche Auswirkungen von Interaktionen zwischen Zentren durch Zusammenführungen oder Patientenverlegungen einbezieht und Effekte auf die Versorgungsqualität ermittelt wünschenswert. Eine solch umfassende Untersuchung ist nicht Gegenstand dieses Gutachten und sollte bei einer Überprüfung der Richtlinie in Betracht gezogen werden. Diese setzt allerdings auch deutlich strengere Annahmen voraus und ist damit auch deutlich fehleranfälliger.<sup>5</sup>

### 4.2 Wissenschaftliche Überprüfung der Personalvorgaben

Die QFR-RL setzt strikte Vorgaben für Personalschlüssel im Bereich der Pflegefachkräfte. Ob solch strikte Vorgaben allerdings die Versorgung der Früh- und Reifgeborenen verbessert, ist keineswegs gesichert. Evidenzbasierte wissenschaftliche Forschung bezüglich der Überprüfung eines kausalen Zusammenhangs zwischen den beiden Kennziffern, Erfüllungsgrad des Personalschlüssels und der Qualität der Versorgung, stellen eine besondere Herausforderung dar. Insbesondere gilt es auszuschließen, dass ein beobachtbarer Zusammenhang lediglich andere

---

<sup>5</sup> Siehe Allen et al. (2015) für eine umfangreiche Discrete Event Simulation im Bereich der Neonatologie.

Einflussfaktoren wie die allgemeine Personalqualität des Krankenhauses, regionale Unterschiede oder die Risikostruktur der Patienten abbildet.<sup>6</sup>

Die erhobenen Daten im Zusammenhang der QFR-RL könnten als idealer Ausgangspunkt zur Überprüfung des Zusammenhangs dienen. Mit Hilfe quasi-experimenteller Methoden und auf Grundlage der Auslastungsdaten der Anlage 5 der QFR-RL in Verbindung mit Gesundheits- und Versorgungsdaten sollte eine Überprüfung des kausalen Zusammenhangs zwischen Personalschlüssel und der Versorgungsqualität möglich sein. Die Datenbasis verspricht eine hohe interne und externe Validität der Ergebnisse. Eine Evaluierung sollte idealerweise durch eine systematische Analyse der jetzigen Literatur begleitet werden. Dabei sollte besonders die methodische Qualität der Studien berücksichtigt werden, ob diese einen kausalen Schluss zulassen oder lediglich einen deskriptiven Zusammenhang abbilden. Letzteres ist als Entscheidungsgrundlage offensichtlich geringer zu gewichten.

Die Überprüfung einer tatsächlichen Verbesserung der Qualität der Versorgung ist in Hinblick auf die Abwägung von Kosten und Nutzen von hoher Bedeutung. Die Simulationsergebnisse haben gezeigt, dass für die Erfüllung der QFR-RL sehr hohe Personalkapazitäten seitens der Perinatalzentren benötigt werden. Die Vorhaltung von extrem hohen Personalkapazitäten um extreme und unwahrscheinliche Kapazitätsengpässe zu vermeiden, bei gleichzeitig nur geringfügiger und nicht signifikanter Verbesserung der Versorgungsqualität, könnte bei einer ganzheitlichen Betrachtung eine äußerst ineffiziente Allokation von Ressourcen bedeuten.

### 5. Fazit

Die Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene (QFR-RL) des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) gibt konkrete Vorgaben für das Pflegepersonal in Perinatalzentren der Level 1 und Level 2. Laut QFR-RL muss in mindestens 95 Prozent aller Schichten der vorgegebene Pflegeschlüssel erfüllt sein und darf in nicht mehr als zwei aufeinanderfolgenden Schichten verletzt werden. Erfüllen Krankenhäuser innerhalb eines Jahres eines der beiden Kriterien nicht, dürfen sie neonatologische Leistungen ab dem 01.01.2020 nicht mehr erbringen.

Die vorliegende Simulationsstudie liefert Evidenz, dass die Mehrzahl der betrachteten Perinatalzentren ohne eine deutlich erhöhte Bereitstellung von Pflegefachkräften die Personalvorgaben der Richtlinie nicht erfüllen werden können. Des Weiteren wurde dargelegt, dass insbesondere das zweite Kriterium der Richtlinie problematisch in Hinblick auf eine Erfüllung ist. Durch die hohe zeitliche Korrelation von Personalausfallrisiken und Personalbedarf ist selbst bei Zentren mit derzeitiger Erfüllung der Personalaufgaben mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass sie zukünftig das zweite Kriterium verletzen werden. Die geschätzten Wahrscheinlichkeiten einer Nichterfüllung für die einzelnen Zentren schwanken dabei zwischen 25 und 100 Prozent. Dies bedeutet, dass unter dem *status quo* auch Zentren mit dem momentan besten Erfüllungsgrad im Durchschnitt alle 4 Jahre die Personalvorgaben der QFR-RL verletzen würden und somit aus der neonatologischen Versorgung ausscheiden

---

<sup>6</sup>Studien zum Zusammenhang von Verhältnis Patient und Pflegepersonal sind häufig exzellent in der Kontrolle für die Risikostruktur der Patienten, allerdings problematischer in Bezug auf die Kontrolle für die Qualität der Einrichtung (siehe z.B. Hamilton et al. (2007) oder Tucker (2002)). Zudem ist zwar ein positiver Zusammenhang zwischen ausreichend Pflegepersonal und Versorgungsqualität zu vermuten, allerdings ist hier die notwendige Quantität von entscheidender Bedeutung. Es ist zu überprüfen, ob sehr strikte Personalschlüssel weiterhin zu signifikanten Verbesserungen führen oder ob sich ein Grenzwert einstellt.

## Literaturverzeichnis

Allen, M., A. Spencer, A. Gibson, J. Matthews, A. Allwood, S. Prosser and M. Pitt (2015), Right cot, right place, right time: improving the design and organisation of neonatal care networks – a computer simulation study. *NIHR Journals Library*.

DGPM (2016), Strukturelle Voraussetzungen der perinatologischen Versorgung in Deutschland, Empfehlungen. *Anästh Intensivmed* 57: 465-471.

G-BA – Gemeinsamer Bundesausschuss (2017), Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene/QFR-RL. Berlin. G-BA – Gemeinsamer Bundesausschuss (2018a), Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Versorgung von Früh- und Reifgeborenen gemäß § 136 Absatz 1 Nummer 2 SGB V in Verbindung mit § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 13 SGB V. Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene/QFR-RL. Berlin.

G-BA – Gemeinsamer Bundesausschuss (2018b), Kommentierung durch den Gemeinsamen Bundesausschuss zu den Berichten der Lenkungsgruppen über den klärenden Dialog nach § 8 Absatz 11 QFR-RL vom 31. Januar 2018. Berlin.

Hamilton, K. E. S., M. E. Redshaw and W. Tarnow-Mordi (2007), Nurse staffing in relation to risk-adjusted mortality in neonatal care. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition* 92 (2): F99-F103.

UK Neonatal Staffing Study Group (2002), Patient volume, staffing, and workload in relation to risk-adjusted outcomes in a random stratified sample of UK neonatal intensive care units: a prospective evaluation. *The Lancet* 359 (9301): 99-107.





---

Das RWI wird vom Bund und vom Land  
Nordrhein-Westfalen gefördert.